## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

# Чебоксарский машиностроительный техникум



Учебно-методическое пособие для студентов профессиональных образовательных организаций

*Гурьянов В.В.* Лабораторные работы по САПР Т-Flex CAD 2D. – Чебоксары: ГАПОУ СПО «Чебоксарский машиностроительный техникум» Минобразования Чувашии

Печатается по решению методического совета ГАПОУ ЧР «Чебоксарский машиностроительный техникум» Минобразования Чувашии. Протокол № 3 от 21 декабря 2016 г.

Рецензенты:

Никитин Николай Николаевич – руководитель группы эксплуатации отдела ВиС АС Парус ОАО «Промтрактор»

Карябкина Светлана Викторовна – преподаватель ГАПОУ СПО «Чебоксарский машиностроительный техникум» Минобразования Чувашии

Настоящее учебное пособие является подробным руководством по выполнению студентами лабораторных работ по T-Flex CAD 2D при изучении курса «Компьютерная графика». В нём излагаются методические указания по проведению работ, приводится описание их обеспечения, содержания и порядка выполнения. В приложениях к пособию приведены справочные материалы для выполняемых лабораторных работ.

Пособие позволит освоить параметрическую систему подготовки конструкторской документации T-Flex CAD 2D. В пособие предлагаются различные методики, подходы к конструированию, которые могут быть приняты целиком для использования либо взяты за основу независимо от версии T-Flex CAD.

Пособие сопровождается большим количеством иллюстраций, реализованных в системе T-Flex CAD 2D. В дополнение к нему разработаны упражнения в электронном виде и демонстрационные файлы (видеоролики), охватывающие практически все команды и иллюстрирующие их возможности.

#### введение

Спецификой профессиональных образовательных организаций является то, что применение информационных технологий напрямую связано с повышением профессиональной компетентности современного специалиста среднего звена. Наличие в этой области как практических, так и теоретических знаний повышает востребованность такого работника на рынке труда. Таким образом, для всестороннего обучения студентов требуется привить им знания и навыки применения информационных технологий не только на уровне инструментальных, но, прежде всего, в области решения прикладных задач. Таковыми, в первую очередь, являются задачи, связанные непосредственно с будущей профессиональной деятельностью студента: разработка технологических процессов, чертежей изделий, организация производства и т. д.

При формировании компетенций основное внимание необходимо уделять развитию профессиональных навыков, чтобы полученные знания стали базой для дальнейшего самообразования. Внедрение информационных технологий должно быть направлено на поднятие конструктивной активности, стимулирование познавательной деятельности, развитие умений находить, анализировать и систематизировать нужную информацию, в том числе с использованием интернет-ресурсов. Приобретение собственного опыта, в том числе и в профессиональной сфере, ведет к овладению рациональными способами работы с различными материалами, открывает перспективы самообразования.

В условиях обновления содержания образования значительное место в учебном процессе занимает одно из интересных направлений – компьютерная графика, которая находит все большее применение в различных сферах человеческой деятельности. Поэтому умение работать в современных графических средах, эффективное их использование является неотъемлемой частью информационной культуры современного человека.

Эффективное использование всей мощи компьютерных инструментов требует от студентов широкого диапазона разнообразных навыков. Техник должен представлять, какой вид будет иметь создаваемое им изделие и должен уметь представить его как традиционным методом на бумаге, так и с помощью систем автоматизированного проектирования.

Главная задача преподавателя при этом состоит в том, чтобы создать условия для практического овладения компьютерной графикой для каждого студента, выбрать такие методы обучения, которые позволили бы каждому студенту проявить свою активность, творчество, а также активизировать познавательную деятельность студента в процессе обучения.

При традиционных методах ведения урока главным носителем информации для студента выступает преподаватель. Он требует от студента концентрации внимания, сосредоточенности, напряжения памяти. Не каждый студент способен работать в таком режиме. Психологические особенности характера, тип восприятия становятся причиной «неуспешности» студента. При этом современные требования к уровню образованности не позволяют снизить объем информации, необходимой для усвоения студентом на уроке. Поэтому можно сделать один вывод – необходимо проводить уроки с применением новых информационных технологий. Машина может "дружелюбно" общаться с пользователем и в какие-то моменты "поддерживать" его, однако она никогда не проявит признаков раздражительности и не даст почувствовать, что ей стало скучно. В этом смысле применение компьютеров является, возможно, наиболее полезным при индивидуализации определенных аспектов преподавания. Использование компьютера позволяет не только многократно повысить эффективность обучения, но и стимулировать студентов к дальнейшему изучению компьютерной графики. Однако хочется сказать, что внедрение в учебный процесс информационных технологий вовсе не должно исключать традиционные методы обучения, а гармонично сочетается с ними на всех этапах обучения.

Информационные технологии не должны замещать полностью преподавателя. Преподаватель должен создать в аудитории рабочую атмосферу, которая обязывает студента учиться. В случае произвольного просмотра программ студент выберет не обучающуюся программу, а развлекательную, так как среда совсем не обязывает его учиться. Современная система профессионального образования предъявляет серьезные требования к самостоятельности, ответственности и инициативности студентов. Отсутствие требуемых навыков самостоятельной работы остро проявляется при организации компьютерного практикума, где важно, чтобы каждый студент выполнял лабораторные работы по описанию самостоятельно, без посторонней помощи преподавателя или товарищей.

При проведении занятий также необходимо учитывать реальные возможности и индивидуальные особенности студентов, вносить в учебный процесс как можно чаще элементы новизны, строить свою работу со студентами таким образом, чтобы уровень сложности предъявленных заданий постоянно повышался. Студентам, уверенно работающим на компьютере, следует давать более сложные и интересные задания, ставить перед ними проблемы. Ребята при этом смогут проявить свое творчество, воплотить в жизнь собственные идеи, получат возможность участвовать в конкурсах и олимпиадах.

Определяя системы компьютерных упражнений по уровням их возрастающей сложности, не обязательно соблюдать сконструированную последовательную цепочку обучения по уровням для всех обучающихся. Можно переходить от одного материала к другому, от одного уровня обучения к другому без всякой последовательности. Эти переходы должны лишь зависеть от того, что обучаемый знает и умеет, чему научился и чем владеет. Фактически можно сократить время обучения (как бы перескакивая через некоторые виды работ, не затрагивая их) для одних и увеличить время обучения (с тщательным прохождением всех этапов, с возможными возвращениями к начальным позициям для повторной проработки и т.д.) для других обучаемых.

Компьютер может создать условия, при которых задания и упражнения могут выполняться каждым обучаемым в том темпе, в котором он может достигнуть максимально эффективного результата.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков работы T-Flex CAD.

Каждой работе предшествует самостоятельная подготовка студента, которая включает:

- повторение соответствующего теоретического материала;
- ознакомление по методическим указаниям с содержанием и последовательностью выполнения работы;
- подготовка формы отчета работы.

Студент имеет право приступить к выполнению работы только после проверки преподавателем его подготовки. На первом занятии до начала выполнения лабораторных работ преподаватель проводит **групповой инструктаж по правилам безопасной работы** в лаборатории САПР, о чем делается отметка в журнале техники безопасности.

В лабораторных работах студентам предлагается выполнить **упражнения**, позволяющие значительно сократить время освоения системы. Порядок работы с упражнениями строится следующим образом:

Открыть

- 1. Открывается соответствующий файлзадание из учебной базы Упражнения САПР.
- Графическая часть файла-задания обычно состоит из двух частей. В левой части изображается то, что необходимо получить в результате выполнения задания, а в правой само задание, где выполняются все построения.
- Часто в файле-задании проставлены вспомогательные точки (узлы), которые могут использоваться для выполнения операций привязки.
- 💽 🔇 🤌 📂 🛄• 🔎 🔳 🔄 🕕 Упражнения САПР Папки 🛋 07-01 Линии изображения параметр.grb 🛋 07-02 Линии изображения непараметр.grb 07-02 Улики пооражения н О7-03 Копия-перенос.grb 07-04 Копия-поворот.grb 07-05 Копия-симметрия.grb Recent F + 27 C P 🛐 07-06 Копия-гомотетия.grb 🔊 07-07 Линейный массив.orb Рабочий стол 07-08 Круговой массив.grb 💐 08-01 Штриховки.grb . 🖄 08-02 Заливки.grb 🕰 09-01 Линейные размеры.grb Мои документь 09-02 Диаметральные ра 09-03 Угловые размеры.grb Тип: T-FLEX CAD документ Имя: 09-02 Диаметральные раз-Путь: E:VDGVPaspa6отки\CAПP\I Автор: user Вариант: 27 🔯 09-04 Разные размеры, orb ]10-01 Допуски форм.grb Мой компьютер 🔊 10-02 Шероховатости.grb 🎑 11-01 Надписи.grb 🐴 11-02 Строчный текст.grb <u>.</u> Сохранен: Rei Время: 310 mir 🚵 11-03 Таблица.grb Сетевое окружение 🎑 11-04 Параграф-текст.grb Имя файла: 09-02 Лиаметральные размеры orb ~ <u>О</u>ткрыть Тип файлов: Все файлы (\*.\*)  $\mathbf{v}$ Отмена
- 4. Следуя указаниям в упражнении, выполните предлагаемое задание. После того, как задание будет выполнено, сохраните его в своей учетной записи и закройте файл-
- задание. 5. При выполнении задания нужно иметь в виду следующее: предлагаемый в руководстве порядок действий является далеко не единственным и не всегда оптимальным. Избегайте механического выполнения приведенных в упражнениях последовательностей команд.

В отчете отражается последовательность выполнения работы, и включаются только конкретные данные, а именно:

- наименование и цель работы;
- перечень оборудования и программного обеспечения;
- описание этапов выполняемой работы;
- распечатка выполненных заданий;
- выводы.

Отчет выполняется пастой (черного или синего цвета), четким и понятным почерком, без сокращений, кроме допускаемых ГОСТом. После выполнения и оформления каждой работы студент должен своевременно (не позднее следующей лабораторной работы) защитить отчет у преподавателя, который фиксирует своей подписью в отчете эту сдачу. При защите студент обязан показать знания по теории данной работы, умение объяснить и проанализировать полученные результаты. Все подписанные работы через преподавателя в конце семестра сдаются в архив техникума.

? 🗙

## Лабораторная работа № 1 ОСНОВЫ РАБОТЫ В T-FLEX CAD

- 1. Цель работы: изучить интерфейс и элементы управления T-FLEX CAD, ознакомиться с основными положениями работы и приобрести начальные навыки работы с системой.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программы.
- 4. Содержание и порядок выполнения работы.
  - 4.1. Изучить окно системы T-FLEX CAD, его элементы управления.
  - 4.2. Ознакомиться с порядком создания, открытия и сохранения документов в T-FLEX CAD.
  - 4.3. Ознакомиться с основными командами в T-FLEX CAD, способами их вызова и отмены.
  - 4.4. Изучить назначение клавиш клавиатуры и мыши в T-FLEX CAD.
  - 4.5. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания.

5.1. После запуска в окне T-FLEX CAD открывается окно "Приветствие". Оно объ-

единяет несколько разделов. В разделе "Недавние документы" показывается список недавно использованных документов. Для открытия любого из этих документов достаточно указать на него курсором и нажать 🖱. Можно также воспользоваться кнопкой [Открыть]. Раздел "Новый документ" позволяет создать новый документ на основе любого из присутствующих в системе прототипов. Для удобства выбора все прототипы разбиты по группам ("Общие", "3D модели", "Чертежи", "Выштамповка", "Сборочные", "Спецификации", "Фотореализм"). Содержимое этих разделов дублирует функциональность меню "Файл Предыдущие файлы" и команды **"FP:** Создать новый документ на основе файла прототипа".

прототипа". Последний раздел – "Добро пожало-

000 -fle> ина 👩 3D Иодели 👩 Ве 📰 Сборочные 📗 С ø å≡ ₽ ٥ 30 Модель с 30 Модель белын фонон Вы выбрали для своей работы мощную пр модетикования. Желаем Вам успексо! CÓSOL DICTEMIN T-FLEX COD II DEMOTINATINE PROAVINE учебное пособне . 🕼 Свойства эй вераный курс по T-R.EX Если Вы только начинаете работать с при обратите вникание на Учебное пособие! 😭 🔛 MINDROFUS T-FLEX CAD **Форум** 

вать в T-FLEX CAD" – содержит различные полезные ссылки по работе в T-FLEX CAD.

Диалог "Приветствие" при стандартных настройках системы всегда присутствует на экране. Управление отображением диалога "Приветствие" для всех сеансов работы осуществляется в диалоге команды **"SO: Задать установки системы"** (параметр "Показывать стартовую страницу при запуске" на закладке «Разное"). Помимо диалога "Приветствие", рабочее окно T-FLEX CAD содержит различные служебные окна и элементы управления, используемые при работе с системой.

Конфигурация диалоговых элементов управления T-FLEX CAD (присутствие и положение элементов) может быть изменена по желанию пользователя. Для этого можно воспользоваться пунктом меню «Настройка|Окна» или «Настройка|Настройка...». Также для этого можно воспользоваться правой клавишей мыши, указав при этом на автоменю или одну из инструментальных панелей.

#### Служебные окна и элементы управления T-FLEX CAD



#### Элементы управления

Окно текущего чертежа	Окно для вывода изображения чертежа. Создание и редактирование чертежей происходит только в этом окне.	
Линейка	Показывает координаты по осям Х и Ү текущего окна чертежа.	
Автоменю	Пиктографическое меню, показывает доступные опции текущей команды. Если не задана текущая команда, поле остаётся пустым.	
Главная инструментальная панель	Содержит команды T-FLEX CAD в виде пиктограмм. В окне системы, помимо главной панели, может содержаться несколько инструментальных панелей (в том числе созданных пользователем). Панели могут быть плавающими или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.	
Статусная строка	Содержит имя текущей команды, подсказку для пользователя, значения текущих координат X и Y, а также значение дополнительной координаты (в зависимости от текущей команды).	
Текстовое меню команд	Содержит текстовое меню команд T-FLEX CAD, разбитое на группы.	
Системная панель	Содержит поля для изменения текущих установок элементов: цвет, тип линии, уровень, слой. Также содержит кнопки для выполнения команд конфигурации слоев, конфигурации уровней текущего документа и кнопки для установки селектора.	
Закладки страниц	Служат для быстрого перемещения по страницам текущего многостраничного документа. Для перехода на нужную страницу необходимо выбрать её закладку. Если страница документа скрыта, соответствующая ей закладка не отображается.	
Закладки документов	Служат для быстрого перемещения по открытым документам. Для перехода в окно нужного документа необходимо выбрать его закладку.	

Окно свойств	Используется для задания параметров в прозрачном режиме во многих 2D и 3D командах. Это окно может быть плавающим или размещено вдоль одной из границ главного окна системы.
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 влопь одной из границ главного окна системы.
Меню документов	Содержит графическое и текстовое представление библиотек и чертежей текущей конфигурации библиотек. Служит для быстрой загрузки необходимого чертежа или просмотра библиотек чертежей. Это окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.
3D модель (только в 3D версии системы)	В этом окне в виде дерева представлена структура 3D модели: наличие и взаимосвязи рабочих плоскостей и вспомогательных 3D элементов, операции, использованные при построении модели. Окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.
Окно диагностики	Предназначено для вывода сообщений об ошибочных ситуациях, которые могут возникать при работе системы T-FLEX CAD. Окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.
Окно "Переменные"	Дополнительное окно редактора переменных, позволяющее работать с переменными в прозрачном режиме, одновременно с работой на поле чертежа или 3D модели. При изменении выражения переменной в данном окне производится прозрачная регенерация модели. Все изменения сразу же отражаются на чертеже. Данное окно может быть плавающим, размещенным вдоль одной из сторон главного окна системы или быть всплывающим.
Окно "Макросы"	В данном окне отображаются макросы данного документа и стандартные макросы T-FLEX CAD из директории "\Program\ Macros". Основное назначение окна – создание и запуск макросов на выполнение.
Окно задач (только в 3D версии системы)	Отображает имеющиеся в данном документе задачи конечно- элементного и динамического анализа. Используется для работы с задачами.
Окно "Сварные швы"	OKHO COJEDWAYT CHNCOK CERDHAN HIROR TEXVILIETO HOKVMENTA

5.2. При запуске системы на экране появляется окно диалога "Приветствие". О работе с этим диалогом было рассказано в начале. Этот диалог позволяет создавать новые документы на основе прототипов, присутствующих в системе, показывает список недавно использованных документов (с возможностью их открытия). Кроме диалога "Приветствие", для создания новых документов и открытия уже существующих можно использовать команды системы, собранные в текстовом меню "Файл".

Команда "FN: Создать новый чертёж" позволяет создать новый документ:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<fn>, <ctrl><n></n></ctrl></fn>	«Файл Новый»	1

Команда "**FP: Создать новый документ на основе файла прототипа**" выводит на экран диалоговое окно, где можно выбрать файл прототип для создания нового документа.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<fp></fp>	«Файл Новый из прототипа…»	1
Stourid gosyn Ocure 30 Se Bross	ент из протолина Мадали    Чартаки    Сборочные    Спацификации    Фотореальни        Чортёх	⊠ Bask ≪ ⊨
	06	тисти ть

Команда "О: Открыть документ" позволяет открыть документ для редактирования при помощи стандартного диалога «Ореп»:

Клавнатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<0>, <ctrl>&lt;0&gt;</ctrl>	«Файл Открыть…»	ί <b>μ</b>

Команда "S: Сохранить документ" сохраняет текущий документ.

1	Клавиатура	Текстовое меню	Пизтограмма
	<sa>, <ctrl><s></s></ctrl></sa>	«Файл Сохранить»	

Команда "SV: Сохранить документ с другим именем" позволяет сохранить текущий документ в новый файл с другим именем, не удаляя исходного документа.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
< <i>SV</i> >	«Файл Сохранить как…»	

Команда "SL: Сохранить все документы" позволяет сохранить все, открытые на данный момент документы.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<sl></sl>	«Файл Сохраннть все»	1

Команда "SY: Сохранить текущий документ как прототип для создания новых" позволяет сохранить текущий документ как прототип для создания новых документов.

Клавиатура	Техстовое меню	Пиктограмма
<sy></sy>	«Файл Сохраннть как прототип»	

После вызова данной команды на экране появляется окно, где можно задать имя для файла-прототипа, установить папку (закладку), где этот файл будет хранится, либо создать новую папку, а также удалить ненужные файлы или папки. Файлы прототипов хранятся в папке "Прототипы", которая находится в директории "Program" системы T-FLEX CAD. Содержимое именно этой папки выводится в данное окно диалога по умолчанию.

Сохранить как прототип	×
<u>И</u> ня файла: Новый прототип	Новая папка Удалить патку Удалить файл
Общие 30 Моделя Чертеки Сборочны Сборочны Общие 30 Модель Чертёх	е   Спезификация   Фотореализи   В <u>∢   ▶</u>
<u> </u>	ОК Отненить

Установить папку для прототипов можно в команде "SO: Задать установки системы" на закладке "Папки".

Команда "**PS:** Показать свойства документа" позволяет просмотреть все характеристики текущего документа, а также ввести краткий комментарий.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<p\$></p\$>	«Файл Свойства»	5

"Файл|Предыдущие файлы" – данный пункт текстового меню выводит список файлов, которые открывались последними в предыдущих сеансах работы. Вы можете открыть один из этих файлов, выбрав его из списка. Количество пунктов меню предыдущих файлов можно задавать в команде "Настройка|Установки|Разное".

Команда "FCL: Закрыть документ" закрывает текущий документ.

Клавнатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<fcl></fcl>	«Файл Закрыть»	5

А также закрыть документ можно с помощью кнопки , которая находится в правом верхнем углу окна документа.

Команда "FI: Завершить работу с системой" завершает работу с T-FLEX CAD.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<alt><f4></f4></alt>	«Файл Выход»	φ

При этом если были произведены изменения документа, система запрашивает подтверждение о сохранении изменений.

#### Функциональные клавиши

<f1></f1>	Получить справочную информацию (помощь) по текущей команде
<alt><f1></f1></alt>	Получить информацию о выбранном элементе (элементах)
<ctrl><s></s></ctrl>	Сохранить документ
<ctrl>&lt;0&gt;</ctrl>	Открыть документ
<ctrl>N&gt;</ctrl>	Создать новый документ
<ctrl>P&gt;</ctrl>	Напечатать документ
<ctrl><f7></f7></ctrl>	Пересчитать параметры текущего документа
<alt><f7></f7></alt>	Обновить 3D модель
<f3></f3>	Вызвать команду "ZW: Задать рабочее окно". Команда доступна для выполнения только одного действия. Затем происходит возврат в прерванную команду
<ctrl><shift><pgup></pgup></shift></ctrl>	Увеличить изображение
<ctrl><shift><pgdown></pgdown></shift></ctrl>	Уменьшить изображение
<ctrl><shift><left></left></shift></ctrl>	Переместить изображение влево
<ctrl><shift><right></right></shift></ctrl>	Переместить изображение вправо
<ctrl><shift><up></up></shift></ctrl>	Переместить изображение вверх
<ctrl>Shift&gt;Down&gt;</ctrl>	Переместить изображение вниз
<ctrl>Shift&gt;Home&gt;</ctrl>	Показать изображение по границам бумаги
<ctrl><shift><end></end></shift></ctrl>	Показать изображение по максимальным границам
<f7></f7>	Вызвать команду "RD: Перечертить окно"
<alt>BackSpace&gt;или <ctrl><z></z></ctrl></alt>	Вызвать команду "UN: Отменить действие"
<ctrl><backspace> или <ctrl><y></y></ctrl></backspace></ctrl>	Вызвать команду RED: Повторить действие

Необходимо отметить, что назначение клавиш на команды можно изменить при помощи команды «Настройка|Настройка...|Клавиатура».

5.3. Вызов команды в T-FLEX CAD можно осуществить несколькими способами:

- с помощью пиктограмм на инструментальных панелях;
- путём выбора из текстового меню;
- с помощью клавиатуры (используя зарезервированную комбинацию или последовательность нажатия клавиш для запуска команды).

Как правило, название закладки инструментальной панели, содержащей пиктограмму, соответствует названию соответствующего пункта текстового меню. Для облегчения выбора при подведении курсора к любой пиктограмме появляется подсказка с именем команды. После вызова какой-либо команды (нажатием на соответствующую пиктограмму), выбранная пиктограмма остаётся нажатой до выхода из команды или перехода в другую команду.

При вызове команды с помощью последовательности клавиш указанные клавиши нужно нажимать последовательно в заданном порядке. При использовании варианта с комбинаци-

ей клавиш они должны быть нажаты одновременно. При работе с T-FLEX CAD последовательность клавиш, соответствующую команде, можно наблюдать в поле подсказок статусной строки при выборе команды в текстовом меню или в инструментальной панели. Если же для команды задана комбинация клавиш, то она указывается в текстовом меню справа от названия команды. Для любой команды можно изменить или задать комбинацию.



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

Каждая команда имеет дополнительный набор опций и подкоманд, доступ к которым можно осуществлять через автоменю или с помощью клавиатуры. Сочетание клавиш для запуска опций можно узнать во всплывающих подсказках. Удобно использовать для запуска некоторых команд контекстное меню. Оно вызывается нажатием после выбора одного или нескольких элементов. Контекстное меню содержит список команд, которые можно выполнить с данным выбором. Нажатие в поле чертежа или клавиши *«Esc»* вызывает отмену последнего действия в команде. Несколько последовательных нажатий приводит к выходу из команды. Также можно использовать пик-



тограмму 🖾 в автоменю. Отмена команды приводит к очищению поля имени команды в статусной строке и поля автоменю.

5.4. Работа в T-FLEX CAD ведётся в основном с помощью мыши. Клавиатура же используется для ввода числовых значений, имён, иногда удобно запускать команды с помощью горячих клавиш.

#### Использование левой кнопки мыши:

• наведение курсора на пиктограмму и нажатие <sup>9</sup> запускает соответствующую пиктограмме команду;

• наводя курсор на элементы текстового меню, можно запускать команды нажатием  $\square$ ;

• наведением курсора на 2D элемент построения или изображения в окне чертежа и нажатием . осуществляется выбор этого элемента и вызов команды его редактирования;

• наведение курсора на 2D элемент и нажатие <sup>999</sup> вызывает диалоговое окно «Параметры элемента»;

• для перемещения 2D элемента необходимо навести курсор на элемент, нажать <sup>U</sup>и, не отпуская клавиши мыши, переместить курсор;

• последовательное указание с помощью <sup>Ш</sup>на 2D или 3D элементы при нажатой *левой* клавише *<Shift>* позволяет выбрать группу элементов.

• группу 2D элементов можно выбрать, указав с помощью курсора при нажатой прямоугольную область в поле чертежа. Если при задании прямоугольной области курсор перемещается слева направо, то выбираются все элементы, целиком входящие в указанную область. При движении курсора справа налево происходит выбор объектов секущей рамкой. Это означает, что выбираются не только объекты, полностью попадающие в прямоугольник выбора, но и объекты, пересекаемые этим прямоугольником. В таком случае рамка выбора рисуется на экране штриховой линией.

• удалить элемент из группы выбранных можно, указав на него с помощью <sup>U</sup> при нажатой *левой* клавише *<Ctrl>*;

• наведение курсора на выбранную группу элементов и нажатие или "приводит к переходу в режим перемещения выбранных элементов;

• при работе с библиотеками и настройке панелей работает механизм Drag&Drop. То есть можно навести курсор на элемент, нажать<sup>,</sup> и, удерживая кнопку нажатой, перетащить элемент на другое место.

#### Использование правой кнопки мыши:

• при работе с большинством командами нажатие 🕑 отменяет выполнение последнего действия или всей команды. В некоторых командах (например, при построении сплайна или создании штриховки) пользователю предоставляется возможность выбрать, какое действие будет совершаться в команде при нажатии 😬 : отмена создания элемента, отмена выбора последнего элемента или окончание ввода; • в случае если не активна ни одна из команд, нажатие 🖱 вызывает контекстное меню. Меню состоит из доступных в данный момент для конкретного элемента команд. Состав контекстного меню будет отличаться в зависимости от того, в какое место указывал курсор: на элементы чертежа, в служебное пространство T-FLEX CAD – в область панелей и меню, на служебное окно и т.д.

• контекстное меню также можно вызвать при работе с диалоговыми окнами.



Указанные функции работы правой кнопки мыши установлены по умолчанию. Для их настройки вызовите команду "Настройка|Установки..." (закладка «Разное»).

#### Дополнительные возможности:

Если вы используете специальную мышь IntelliMouse (с колесом посередине), то операции увеличения/уменьшения и перемещения окна чертежа значительно упростятся. Увеличение/уменьшение окна чертежа осуществляется вращением колеса мыши, а перемещение окна достигается соответствующим перемещением курсора при нажатом колесе мыши.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какими способами можно осуществлять запуск системы T-FLEX CAD? Продемонстрируйте.

2. Что представляет собой стандартный экран T-FLEX CAD?

3. Покажите и объясните назначение каждого элемента управления системы T-FLEX CAD.

4. Как создаются, открываются и сохраняются документы в системе T-FLEX CAD? Продемонстрируйте.

5. Какими способами в T-FLEX CAD можно вызвать команды? Продемонстрируйте.

6. Расскажите и продемонстрируйте, как вызываются команды с использованием текстового меню.

7. Что представляет собой пиктографические меню команд, осуществите его настройку.

8. Покажите системную панель. Дайте характеристику его полей.

9. Вызовите команду создания линий построения, продемонстрируйте работу с автоматическим меню.

10. Покажите статусную строку. Дайте характеристику его полей.

11. Расскажите и продемонстрируйте назначений клавиш мыши.

12. Для чего предназначены функциональные клавиши клавиатуры?

Лабораторные работы по САПР T-FLEX CAD 2D

#### Лабораторная работа № 2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В T-FLEX CAD

- 1. Цель работы: ознакомиться с основными понятиями и методами построения чертежей в T-FLEX CAD.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.
- 4. Содержание и порядок выполнения работы.
  - 4.1. Ознакомиться с основными понятиями в T-FLEX CAD.
  - 4.2. Изучить элементы построения.
  - 4.3. Изучить элементы изображения.
  - 4.4. Изучить вспомогательные элементы.
  - 4.5. Ознакомиться с методами построения чертежей в T-FLEX CAD.
  - 4.6. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

## 5. Методические указания

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

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 и плоттер.

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

5.2. Линии построения - это базовые элементы параметрической модели в T-FLEX CAD. Они являются тонкими конструкционными линиями, с помощью которых вы создаете параметрический каркас вашего чертежа. К линиям построения относятся бесконечные пря-

мые, окружности, эллипсы, сплайны, эквидистанты, функции, пути. На экране линии построения отображаются в виде штриховых линий. Используя различные способы создания линий построения, вы тем самым определяете, как будет изменяться ваш чертёж при изменении положения какой-либо линии построения, поскольку остальные линии будут каким-либо образом связаны с ней.

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 построении параметрической модели при задании других элементов построения. Например: прямая, проходящая через узел, под углом к другой прямой; окружность, проходящая через два узла и т.д. При изменении положения какой-либо линии построения, задающей связанных с данным узлом. Также узлы используются в качестве ко-





нечных точек линий 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 в последующем описании называется режимом **«связанного рисования»**. В режиме «связанного рисования» в тех местах, где вы выполните 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 (эскизов). Этот режим в последующем описании 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 в автоменю. Переключение из одного режима в другой осуществляется при помощи клавиши *Ctrl>F>* 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.

Вектор привязки - элемент построения, позволяющий определить положение и ориентацию чертежа при вставке его как фрагмента в сборочный чертёж.

Коннектор – это элемент построения, предназначенный для привязки к нему 2D фрагментов. Кроме геометрического положения (положения начала системы координат и направления осей) коннектор может хранить и другую (размерную или не размерную) информацию, необходимую для "подключения" к нему 2D фрагментов. Эта информация хранится в виде именованных значений, которые могут быть как константами, так и переменными. Имена этих значений используются для задания значений соответствующих внешних переменных, подключаемых к ним фрагментов.

5.3. Линии изображения - линии, формирующие основное изображение чертежа. К линиям изображения относятся отрезки прямых между двумя узлами, полные линии построения (окружности, сплайны и т.д., кроме бесконечных прямых), а также участки линий построения, ограниченные двумя узлами. Линии изображения могут быть различных типов (сплошные, основные, сплошные тонкие, штриховые, штрихпунктирные 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 или 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.

**Таблица** - элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Создание таблиц осуществляется в команде создания текстов. Положение таблицы может быть задано в абсолютных









Таблица			
1	2	3	

координатах и может быть привязано к узлам.

Размер - стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Размер создаётся на основе линий построения и узлов. Система T-FLEX CAD поддерживает простановку размеров нескольких стандартов: ЕСКД, ANSI, 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. Элемент может быть привязан в абсолютных координатах и к узлу.

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

Картинки - графические изображения, сохраненные в различных форматах файлов.

**Чертежный вид** - элемент T-FLEX CAD, позволяющий содержимое одной страницы отображать на другой странице в необходимом масштабе. Он представляет собой прямоугольную область заданных размеров, в которой будет отображаться содержимое другой страницы. Основное назначение – объединение на одном чертеже элементов, выполненных в разном масштабе. Наиболее распространенным является использование чертежного вида для построения выносных элементов.

Элементы управления – специальные элементы T-FLEX CAD. Используются для создания специальных диалогов пользователя, являющихся наиболее удобным и простым средством управления внешними переменными параметрической модели

5.4. **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 каче-















Параметры винта 🛛 🛛 🛛
Внег с циленероченский положий. ГОСТ 1491.72 Переметры внега Дженетр В д. Джена: 30 д. Класо точности: А д
Использовать ближайщию стандартникі
П Не риссвать оси

стве параметра прямой, параллельной заданной и расположенной от неё на каком-то расстоянии, можно использовать не только число, но и переменную.

База данных – таблица, содержащая информацию в упорядоченном виде. Базы данных используются для хранения информации, необходимой для чертежа.

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

5.5. В системе T-FLEX CAD чертёж может быть построен одним из следующих способов:

Параметрический чертёж. Это основной режим работы системы T-FLEX CAD. Используя преимущества параметрического проектирования T-FLEX CAD, вы можете создать чертёж, который будет легко изменяться по вашему желанию. Также вы можете использовать этот чертёж в качестве элемента параметрической библиотеки для использования его в других, более сложных, чертежах. При этом вы можете задавать его положение и параметры для изменения изображения.

Непараметрический чертёж - эскиз. То есть чертёж, созданный аналогично большинству известных CAD-систем. Чертёж строится с использованием стандартного набора функций создания различных примитивов (отрезков, дуг, окружностей, эллипсов, сплайнов и т.п.) и ме-

ханизма объектных привязок. Такие чертежи не обладают преимуществами параметрических чертежей по эффективному изменению параметров (размеров), однако их создание в ряде случаев происходит быстрее и может дать выигрыш в тех случаях, когда не требуется существенная последующая модификация.

Построение параметрического чертежа в T-FLEX CAD начинается с создания элементов построения. Элементы построения могут быть созданы различными способами. Сначала вы задаете базовые линии построения, от которых в дальнейшем вы будете строить новые линии построения. Базовыми линиями могут быть вертикальные и горизонтальные прямые. Далее вы строите прямые или окружности, зависимые от базовых. Например, параллельные прямые, окружности касательные к прямым. Тем самым вы определяете способ построения новых линий, который запоминается в модели. На пересечении построенных прямых вы создаете узлы, которые вам требуются для проведения дальнейших построений. Затем вы продолжаете строить прямые и окружности, задавая их различными способами относи-

тельно 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 чертежа вы задаете параметрические зависимости элементов построения чертежа, то есть строите параметрический каркас чертежа. После задания вспомогательных линий вы осуществляете нанесение элементов, формирующих изображение чертежа. Вы наносите линии изображения - отрезки, дуги, окружности. При их нанесении вы привязываете их к созданным элементам построения - узлам и линиям построения.

После нанесения основного изображения вы приступаете к оформлению чертежа. Наносите размеры, привязывая их к линиям построения и узлам. Определяете контуры штриховок и способы их заполнения. Наносите текстовую информацию. При нанесении текстов вы можете задать привязку текстов к элементам построения - узлам, линиям построения. Это необходимо сделать, если текст должен перемещаться вместе с изменением изображения чертежа.







Далее, если это необходимо, вы наносите допуски, шероховатости, надписи. После этого вы получите параметрический чертёж и сможете его модифицировать. Вы можете изменять параметры элементов построения.

Например, расстояние параллельной линии от базовой, угол наклона прямой относительно другой, радиусы окружностей. При этом все элементы нанесения будут изменять свое положение вслед за изменением положения элементов построения, с которыми они связаны. Таким образом, вы будете получать различные варианты одного и того же чертежа. При этом всё оформление чертежа будет соответственно изменяться. И всё это за очень короткое время.

Необходимо отметить, что приведенный сценарий построения параметрического чертежа в T-FLEX CAD не является жестким. Вы можете создавать новые элементы построения и элементы изображения в произвольной последовательности. Главное, чтобы элементы изображения при этом привязывались к элементам построения.

Создание непараметрического чертежа (эскиза) в T-FLEX CAD предусматривает быстрый ввод линий изображения. При этом полностью исключается предварительное создание элементов построения. При создании элементов эскиза используются объектные привязки

и динамические подсказки, которые делают процесс создания чертежа простым и удобным. Однако такие чертежи не обладают преимуществами параметрических чертежей по эффективному изменению параметров (размеров). Создание таких чертежей может дать определенный выигрыш в тех случаях, когда не требуется существенная последующая модификация.

Быстрое построение параметрического чертежа. Автоматическая параметризация

Третий способ позволяет автоматически создавать параметрические чертежи, используя для черчения только средства эскиза (т.е. непараметрического чертежа). Пользователь строит только линии изображения, пользуясь объектными привязками. При этом система автоматически "подкладывает" под эти линии изображения необходимые линии построения, связанные параметрическими зависимостями. Тип параметрических зависимостей система определяет по использованным пользователем объектным привязкам. Например, если отрезок строится как параллельный другому отрезку, то система автоматически создаст линию построения - прямую, параллельную прямой, на которой лежит исходный отрезок. И созданный в итоге отрезок будет лежать на линии построения - прямой, т.е. будет в параметрической зависимости от другого отрезка.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ.

1. Какие типы элементов использует система T-FLEX CAD при создании чертежа?

2. Откройте чертёж детали из учебной базы. Назовите и покажите элементы, формирующие параметрический каркас чертежа.

3. Назовите и покажите элементы изображения чертежа.

4. Расскажите о сложных элементах изображения T-FLEX CAD.

5. Какие вспомогательные элементы T-FLEX CAD вы знаете, в чём их основное назначение?

6. Как строится непараметрический чертеж в T-FLEX CAD?

7. Расскажите последовательность создания параметрического чертежа в T-FLEX CAD?

8. Откройте демонстрационные файлы 2D\_draw, 2D\_create, 2D\_param и 2D\_examp, ознакомьтесь с последовательностью создания непараметрических и параметрических чертежей в **T-FLEX CAD?** 





#### Лабораторная работа № 3 СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРТЕЖА, ЗАДАНИЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ

- 1. Цель работы: ознакомиться с принципами создания и редактирования элементов, задания их параметров в T-FLEX CAD, приобрести начальные навыки работы с командами создания и редактирования.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.
- 4. Содержание и порядок выполнения работы.
  - 4.1. Ознакомиться с принципами создания и редактирования элементов в T-FLEX CAD.
  - 4.2. Изучить общие принципы задания параметров элементов.
  - 4.3. Изучить принципы задания параметров элементов слоя и уровня.
  - 4.4. Изучить принципы задания параметров элементов приоритета, имени и цвета.
  - 4.5. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания

5.1. Для каждого типа элемента в системе T-FLEX CAD имеется команда создания и команда редактирования.

В T-FLEX CAD существует два режима работы: обычный режим, при котором выбор элементов в командах осуществляется при помощи автоменю или клавиатуры и режим объектной привязки, при котором осуществляется динамическая подсветка выбираемых элементов, к которым возможна привязка в командах создания и редактирования.

Пиктограмма [19], которая находится на панели "Вид", управляет режимами привязки. При помощи данной пиктограммы можно включать и выключать режим объектной привязки.

Подсветка элементов в режиме объектной привязки осуществляется при подводе курсора к элементу. У курсора появляется знак, соответствующий выбранному элементу и подсказка в виде текстовой строки, которая отображает имя и номер элемента. На экране это выглядит следующим образом:



Подсвеченный таким образом элемент можно выбрать при помощи мыши. Это означает, что отпадает необходимость пользоваться автоменю или клавиатурой в большинстве случаев. Все элементы построения и изображения в командах создания и редактирования подсвечиваются при подводе курсора только тогда, когда это имеет смысл. Например, при построении сплайна, подсвечиваться при выборе будут только узлы, так как сплайн строится на основе набора узлов. Все остальные элементы подсвечиваться при подводе курсора не будут, так как при построении сплайна это не имеет смысла.

Для временного отключения объектной привязки внутри команды можно воспользоваться клавишей *<Ctrl>*. Пока клавиша нажата, привязки не действуют.

Задавая положение различных 2D элементов в командах их создания/редактирования, при включенной объектной привязке можно не только использовать уже существующие элементы (линии построения, линии изображения, узлы и т.д.), но и выбирать характерные точки, определяемые *объектными привязками*. В выбранных точках могут автоматически создаваться узлы. Это могут быть узлы на пересечении линий построения, узлы с фрагментов, узлы на размерах, надписях, допусках и текстах, узлы в центре линии изображения-окружности и т.п.

Большинством объектных привязок можно управлять и с помощью специальной инструментальной панели "Привязки". По умолчанию эта панель "скрыта" внутри панели "Вид". Для доступа к ней необходимо нажать кнопку

Лабораторные работы по САПР T-FLEX CAD 2D

💽 T-FLEX CAD – Bes	я имени 1					- 1	×
файл Правка I	Построения Чер	гёж Операция (	формление Анализ	Паранетры	Серенс Настройка	Вна Окно	?
)* 116	😂 🛃 🍕 🗸	-2-10	0 - * 🔊 🛃	⊿ A 🖾   ⊭	두 에 🕄 🗠 况	1 🔢 🔊 🖬	23- *
Основной	- 🗐 D	: 🚑 0 🔅	🔮 📰 🔽 🖫	ې 😨 🧟 💐	″⊻®‰a	3179738	
30 Модель	위× ·	🚺 без имени 1	👎 Призетствие			* X	10
🛞 Безинени 1	3	90, 1 <sup>90</sup> ,	.   <sup>100</sup>   <sup>150</sup>	. 1 <sub>50</sub> , 1 <sub>55</sub>	i I <sub>310</sub> I <sub>38</sub>	••••	12
	ē	2	10 16 20	6 23 14 14	<u>aaraa</u> .	A In Xa G	

Для вывода данной панели в "независимый" режим необходимо подвести курсор к области заголовка панели, нажать 🛡 и, не отпуская нажатой клавиши мыши, перетацить панель на нужное место. В дальнейшем панель можно оставить в плавающем режиме или привязать в любом месте окна T-FLEX CAD.

С помощью данной панели можно самостоятельно устанавливать и отключать режимы привязок, выбирая необходимую пиктограмму с помощью . Отключить или подключить все режимы привязок одновременно можно с помощью кнопки - "Включить/Выключить объектную привязку".



При создании/редактировании система автоматически находит разрешённые привязки и предлагает их пользователю (подсвечивая рядом с курсором тип привязки). Кроме того, система отслеживает совпадение двух объектных привязок, например вертикаль – горизонталь, перпендикуляр – горизонталь и т.д.



Если в данной точке найдено несколько вариантов объектной привязки, то система позволяет пользователю выбрать нужную привязку (или сочетание двух привязок). Для этого необходимо, поместив курсор в требуемую точку, некоторое время не перемещать его. Тогда курсор примет другую форму: рядом с ним появится значок с подсказка, в которой будет указано общее количество найденных системой объектных привязок. При помощи колеса мыши можно перебирать эти привязки. Нажатие выберет ту привязку, которая будет использована для создания или редактирования текущего 2D элемента.



Предложенную системой объектную привязку можно фиксировать с помощью функциональной клавиши *«Пробел»*. Например, зафиксируем горизонтальную привязку к одному из узлов отрезка. Для этого установите горизонтальную связь с этим узлом и нажмите *«Пробел»*. Тогда через



Лабораторные работы по САПР Т-FLEX CAD 2D

узел, к которому осуществляется привязка, будет проходить вспомогательная горизонтальная прямая, вдоль которой будет перемещаться курсор в виде свободного узла.

#### Использование сетки

При создании чертежа иногда удобно использовать сетку точек. В этом случае, создавая элементы чертежа, вы сможете попадать в те позиции, в которых находятся точки сетки. Выбрав правильный шаг, вы можете управлять точностью простановки ваших элементов на чертеже.



Для активной страницы можно включить сетку, используя команду "QG: Задать параметры сетки":



Если включен режим привязки к сетке, то в качестве узлов привязки элементов чертежа будут использоваться узлы сетки.

5.2. Общие принципы создания элементов. Положение каждого элемента системы на чертеже может задаваться:

**Независимо от других элементов**. Его положение будет определяться абсолютными координатами на чертеже, и не будет зависеть от положения других элементов. Положение таких элементов обычно задаётся с помощью или заданием точных значений координат привязки в окне свойств команды.

Связью с другим элементом. Его положение будет зависеть от положения элемента чертежа, к которому он «привязан». При изменении положения родительских элементов будет изменяться положение и данного элемента.

Для выбора элементов привязки в большинстве команд создания 2D элементов доступны опции выбора прямой, окружности, узла и т.д. Количество доступных опций зависит от создаваемого элемента. Ниже представлены наиболее часто употребляемые опции привязки:

and the second s	<l></l>	Выбрать прямую		
0	<c></c>	Выбрать окружность		
- <b>8</b> -	<n></n>	Выбрать узел		
0	<e></e>	Выбрать эллипе		
$\widehat{\mathcal{O}}_{i}$	<s></s>	Выбрать сплайн		

При включённом режиме объектной привязки использование данных опций, строго говоря, не является обязательным. Однако в этом случае указанные опции удобно использовать для сужения диапазона доступных для привязки элементов. Например, при активизированной опции при перемещении курсора по чертежу подсвечиваться будут только окружности.

При создании элементов и их редактировании, если была задана связь с другим элементом, то отменить привязку элемента можно с помощью опции:



В обоих вариантах задания положения 2D элемента можно использовать объектные привязки. Набор доступных привязок зависит от текущей команды.

В большинстве команд создания можно задать параметры по умолчанию для всех вновь создаваемых элементов. Для этого необходимо задавать параметры сразу после входа в команду, до начала привязки элемента и указания его положения. Задать параметры можно либо в окне свойств команды, либо в специальном диалоге параметров, вызываемом опцией:

**E** <

<P> Задать параметры

Параметры конкретного создаваемого элемента можно задать в окне свойств команды в процессе его создания. Можно также воспользоваться и опцией  $\square$ , если вызвать её уже в процессе создания элемента, после задания его положения и привязки.

В командах создания некоторых 2D элементов (размеров, шероховатостей, надписей) есть возможность скопировать значения параметров для создаваемого элемента с уже существующего элемента того же типа. Для этого используется опция:

Elso <Alt+P> Скопнровать свойства с существующего элемента

Скопированные значения параметров могут быть сохранены как параметры по умолчанию (т.е. действующие на все вновь создаваемые элементы этого типа). Из каждой команды создания или построения элементов вы можете вызвать команду редактирования с помощью опции:

	¥	<f4></f4>	Вызвать	команду редактирования	я элемента	l		
ле оконч	ания ра	боты в к	команде	редактирования	вы ве	рнётесь і	BJ	коман

После окончания работы в команде редактирования вы вернётесь в команду создания или построения элемента. Отмена выбора элемента при создании и редактировании осуществляется с помощью опции:

## Общие принципы редактирования элементов

В командах редактирования выбор элемента осуществляется с помощью курсора. Для выбора необходимо подвести курсор к элементу и нажать "или *«Enter»*. Пометка для разных выбранных элементов разная. Одни элементы выделяются цветом, другие рамкой. После выбора элемента для изменения его положения переместите курсор и нажмите". Элемент изменит свое положение (если это позволяет способ его привязки). Если при выборе элемента вы ошиблись, то вы можете отменить выбор с помощью опции



В командах редактирования вы можете выбрать сразу группу элементов. Для этого необходимо подвести курсор к одному из предполагаемых углов прямоугольника, нажать 🛡 и,

не отпуская кнопки мыши, подвести курсор к другому углу и отпустить. Если при задании прямоугольника курсор перемещался слева направо, то выбираются все элементы, целиком входящие в указанную область. Рамка выбора при этом рисуется на экране сплошной линией. При движении курсора справа налево происходит выбор объектов секущей рамкой. Это означает, что выбираются не только объекты, полностью попадающие в прямоугольник выбора, но и объекты, пересекаемые этим прямоугольником. В таком случае рамка выбора рисуется на экране штриховой линией.

Выбрать группу элементов можно и последовательным указанием выбираемых элементов с помощью *<Shift>+* Удалить элемент из списка выбранных можно с помощью *<Ctrl>* + Выбрать все существующие элементы заданного типа для редактирования позволяет опция:



Выбрать элемент из списка позволяет опция:

Ш	<r></r>	Выбрать элемент из списка
		1

Для различных типов элементов список может формироваться по-разному. Например, при редактировании фрагментов список содержит все фрагменты модели, а при редактировании узлов в списке появляются только именованные узлы. Во всех командах редактирования после выбора одного или нескольких элементов вы можете их удалить, воспользовавшись опцией:

В командах редактирования основных 2D элементов при выборе одного элемента доступна опция:

1	<0>	Создать имя для выбранного элемента
---	-----	-------------------------------------

Данная опция позволяет присвоить имя выбранному элементу. Имя является уникальным атрибутом элемента и может использоваться, например, при поиске элементов с помощью команды **"FD: Найти элемент"**, при выборе элементов из списка.

5.3. Каждый элемент системы T-FLEX CAD (элемент построения или элемент изображения) имеет свой набор параметров, который вы можете задавать и изменять. При этом параметры "Цвет", "Уровень" и "Слой" присутствуют в каждом наборе параметров.

#### Слой элементов

Слой – параметр каждого элемента чертежа, определяющий его принадлежность какойлибо группе элементов модели.

Для каждого элемента системы вы можете задать имя слоя, которому будет принадлежать этот элемент. Имя слоя – текстовая строка длиной до 20 символов. Слой элемента также можно задать с помощью системной панели. Для создания, удаления, изменения параметров слоёв предназначена команда "QL: Редактировать слои":

<u>С</u> лой Понаннай	×
🗇 Основной	*

Клавиат	ура Текстовое меню	Пиктограмма
<ql:< th=""><th>&gt; «Настройка Слон…»</th><td><sup>1</sup></td></ql:<>	> «Настройка Слон…»	<sup>1</sup>

После вызова команды появляется окно диалога "Слои". В окне данного диалога отображается список имеющихся в данном документе слоёв и их параметры. Под списком расположены поля для задания параметров слоя и кнопки для различных действий со слоями.

Кнопка [Новый] создаёт новый слой в документе. После нажатия кнопки система попросит задать имя создаваемого слоя.

Кнопка [Удалить] удаляет неиспользуемый слой (доступна только при выборе в списке слоя, помеченного знаком ?). Кнопка [Переименовать] позволяет задать для слоя, выбранного в списке слоёв, новое имя.

Кнопки [Отсортировать], [Вверх], [Вниз] используются для изменения порядка расположения слоёв в списке. Порядок слоёв учитывается во всех диалогах системы, позволяющих выбрать слой. Для изменения параметров любого слоя необходимо выбрать его в списке слоёв и снять/установить необходимые флажки под списком слоёв. Параметры слоя определяют свойства элементов, принадлежащих этому слою.

Для каждого слоя можно задать следующие параметры:

**Невидимый**. При установленном флажке все элементы, находящиеся на данном слое, не будут отображаться при перерисовке чертежа. Состояние данного флажка можно задавать с помощью переменной. Переменная должна иметь одно из двух значений: "0" – слой видимый и "1" – слой невидимый.

Замороженный. При задании этого параметра все элементы, находящиеся на данном слое, не будут доступны для выбора при создании и редактировании элементов.

Экранный. Если установить этот флажок, то все элементы, находящиеся на данном слое, будут выводиться только на экран, но не будут выводиться на принтер, плоттер или экспортироваться.

**Невидимый при вставке в сборку**. Установка данного флажка приведёт к тому, что все элементы, находящиеся на данном слое, не будут выводиться в случае использования данного чертежа в качестве фрагмента.

Лостронент 🖤 🗖	
Разнеры 🕹 📷 🗹 франченты 🗆 Даполнетельный ?	
₩диканий [] ]анторожный Саланией	Населі Холл-ть
— доранном — Невначный при вставке в сборку — Бирирай холь основно вставие в сборку	Паренненовать Отсертировать
Г рединени толеко при вставке в соорку	Беерд

Видимый только при вставке в сборку. Когда данный флажок включен, все элементы, находящиеся на данном слое, будут выводиться только при вставке данного чертежа в качестве фрагмента на сборочный чертёж.

**Цвет**. При задании этого параметра все элементы, находящиеся на данном слое, будут отображаться при перерисовке чертежа заданным цветом. Цвет выбирается из меню цветов.

**Толщина линий**. При включении этого флажка для всех линий изображения на данном слое, устанавливается одинаковая толщина.

#### Уровень элементов

Каждый элемент модели имеет уровень. Уровень элемента – целое число, которое определяет, будет ли отображаться элемент на экране при перерисов-

ке, то есть определяет видимость элемента. Значение уровня может находиться в интервале от -126 до 127. Уровень каждого элемента связан с системным интервалом видимости элементов, который задаётся в команде "SH: Задать уровни отображения":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<sh></sh>	«Настройка Уровнн…»	

После вызова команды появляется окно диалога для задания интервалов уровней элементов. Интервал уровней видимости задаётся двумя числами, лежащими в интервале от -126 до 127 для каждого из типов элементов. Видимость элемента при перерисовке определяется следующим образом: Если значение уровня элемента попадает в интервал для элементов данного типа, то элемент будет отображаться при перерисовке чертежа. Если значение уровня элементов данного типа, то элемент в интервал для элементов данного типа, то элемент в интервал для элементов данного типа, то элемент не будет отображаться при перерисовке. Уровень элемента может быть задан константой, переменной или выражением.

* poper						-
20	с	По		с	По	
Динии построения:	0	127	допуски:	D	127	÷
igana:	0	- - - - - - 	Шеродоватости:	0	÷ 127	÷
Изобранения:	0	127 ÷	<u>Н</u> адлиси:	D	÷ 127	÷
Деясты:	0	🚔 <b>1</b> 27 🚔	фатенты:	0	127	-
Штриковки	0	· 127 ·	<u>К</u> артинени	D	- 127	÷
Ваз нерья	0	127 -	2004040L1 VTD MEMORY	0	127	÷
декторы привлания	0	127 -	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,			
-30						
3D Manue:	0	글 127 글	Операция:	D	금 [127	4
30 прафили:	0	- 127 - ÷	Источники света:	D	÷ 127	-
Окстены кодорцината	0	3 127 3	<u>C</u> evenes:	D	127	1
3D Dyna	0	A 127 A	20 проведние	D	127	1
Рдбочие плоскости:	0	금 127 금	Концын:	D	글 127	
			OK		Отнени	гь

Значение пере	иенной			X
Интя	levell			
Энотение:	0	_	_	П Внешняя
Комментарий		_		
			0 <u>K</u> ,	Отненить

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

Для примера создайте чертёж, приведенный на рисунке. Задайте для диагональных линий изображения прямоугольника уровень с помощью переменной «А». Установите значение переменной «А» равное «1». В команде "SH: Задать



**уровни отображения"** задайте интервал видимости линий изображения 0...127. В редакторе переменных создайте переменную «В» с начальным значением «1». Для переменной «А» в редакторе переменных напишите следующее выражение: «В == 0?-1:1»





После этого, задайте переменной «В» сначала значение «1», а потом «0». При первом значении созданная линия изображения будет присутствовать на экране, а при втором значении – отсутствовать. Таким образом, используя переменные в качестве уровней различных элементов, вы можете получать различные модификации одного и того же чертежа.

5.4. **Приоритет элементов.** При создании сборочных чертежей, особенно машиностроительных, зачастую необходимо, чтобы один элемент перекрывал собой другие элементы. Такую функцию легко реализовать, используя параметрические контуры удаления невидимых линий и еще один специальный параметр элементов изображения – приоритет. Дело в том, что при выводе элементов изображения модели на экране или другом графическом устройстве соблюдается определенная последовательность прорисовки. Эта последовательность обычно соответствует типам элементов и порядку их создания. Однако эту последовательность можно изменить, используя приоритет.

Приоритет, также, как и уровень видимости элемента, является целым числом от -126 до 127, которое может быть задано значением переменной или выражением. При определении порядка прорисовки элементов изображения соблюдается следующее правило: элемент с меньшим приоритетом выводится раньше элемента с большим приоритетом. Таким образом, элемент с большим приоритетом «затирает» элементы, прорисованные до него. Для полноценного использования механизма удаления невидимых линий в системе предусмотрен специальный атрибут контура штриховки: «Использовать для удаления невидимых линий». При включении данного атрибута контур штриховки при её прорисовке выводится в виде сплошной заливки с цветом, соответствующим цвету фона. Таким образом, использование приоритетов и специальных штриховок позволяет создавать сборочные модели с использованием аппликации. Примером использования удаления невидимых линий может служить любая сборка деталей, полученная путем использования фрагментов. При этом фрагменты, представляющие собой изображения деталей, создаются без учета удаления невидимых линий, необходимого при сборке, а при создании сборочной модели необходимо лишь правильно расставить их приоритеты. Использование данного метода позволяет значительно ускорить процесс создания сборочных моделей и сводит к минимуму необходимость редактирования элементов при изменении параметров сборочной модели.

#### 5.5. Цвет элементов.

Каждый элемент изображения имеет цвет. В диалоге параметров элемента

присутствует строка "Цвет:". В этой строке отображается цвет, которым будет прорисовываться данный элемент модели. Вы можете изменить цвет, выбрав из списка. Цвет элемента можно также задать с помощью системной панели. Задание цвета с помощью системной панели доступно в командах создания и в командах редактирования.



Leer:

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Как задается положение элементов при их создании и редактировании?
- 2. Какая опция позволяет отменить привязку элементов?
- 3. Назовите и покажите способы выбора элементов для редактирования.
- 4. Как задаются параметры элементов в командах создания и редактирования? Продемонстрируйте.
- 5. Создайте список значений элементов чертежа при помощи контекстного меню и функциональных клавиш.
- 6. Как задаются численные и строковые параметры? Продемонстрируйте.
- 7. Какие параметры элементов всегда присутствуют при их создании? Дайте характеристику этих параметров.
- 8. Откройте чертеж из библиотеки системы. Измените параметры основного слоя.
- 9. Вызовите команду «Уровень элемента», уберите с чертежа линии построения и размеры.
- 10. В каких случаях используют переменные в качестве уровней элементов?
- 11. В чем состоит значение параметра приоритет? Продемонстрируйте. Измените цвет прорисовки выбранных элементов?

## Лабораторная работа № 4 СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО 2D ЧЕРТЕЖА

- **1. Цель работы:** сформировать умение разрабатывать параметрический 2D чертеж в T-FLEX CAD.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.
- 4. Содержание и порядок выполнения работы.
  - 4.1. Выполнить настройку параметров системы.
  - 4.2. Создать параметрический каркас чертежа.
  - 4.3. Нанести элементы, формирующие изображение чертежа линии изображения и штриховки.
  - 4.4. Оформить чертеж нанести размеры, допуски, шероховатости на чертеже, создать основную надпись, неуказанную шероховатость, технические требования.
  - 4.5. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания.

5.1. Рассмотрим создание параметрического чертежа фланца, представленного на рисунке. Чертёж будет создан в параметрическом виде, поэтому любые модификации будут ав-

томатически отображаться на всех проекциях. Сначала выполним настройку параметров системы. Доступ к настройкам осуществляется через пункт меню Настройка. Параметры, устанавливаемые в подпункте Настройка/Установки, сохраняются в реестре Windows и имеют глобальный характер, то есть будут действовать на все вновь открываемые файлы. Изменения, сделанные в остальных подпунктах меню Настройка сохраняются в текущем файле и имеют локальный характер.

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

В меню **Настройка/Статус**, закладка **Общие** установим формат чертежа (А3), ориентацию листа (Горизонтальная) и масштаб (1:1).

Выбранный масштаб влияет только на положение линий чертежа и не затрагивает размеров шрифта, стрелок, обозначений шероховатости и т.п. В окнах диалога всегда задаются истинные размеры, независимо от выбранного масштаба. Истинные значения отображаются и в строке статуса. Т.е. при черчении никакого пересчета размеров производить не требуется.





На закладке Шрифт выберем имя шрифта T-FLEX Туре А, на закладке Символы – T-FLEX Symbol Туре А. Остальные настройки могут иметь значения, полученные при установке системы.

5.2. Создание параметрического каркаса 2D чертежа начнем с создания двух перпендикулярных прямых и узла между ними. Вызовем команду **Line. Построить прямую.** 

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<l></l>	«Построения   Прямая»	

Выберите пиктограмму 📰 в верхней части автоменю. При движении курсора по полю чертежа за ним начнёт перемещаться динамическое изображение в виде двух перекрещивающихся линий. Текущие координаты точки пересечения отслеживаются в статусной строке.

Данные линии являются базовыми, относительно которых будет производиться дальнейшее построение чертежа. В дальнейшем можно будет перезадать зависимость построений. Базовые линии построения желательно располагать в точке X=0, Y=0, это необходимо при масштабировании (для удобства работы необходимо переместить

чертеж с помощью команды: Оформление/Основная надпись/Переместить). Не используйте более двух базовых линий для свободного вида и не более одной для вида создаваемого по проекционным связям. Это обеспечит вам свободное перемещение изображений.

В T-FLEX CAD команда остается активной до тех пор, пока не дадите отмену команды или не укажете другую команду. Отмена режима команды 🛄 (одно нажатие) удалит изображение перекрестья, но вы по-прежнему остаетесь в команде. После отмены режима построе-

ния двух пересекающихся прямых подведите курсор к созданной вами вертикальной линии и нажмите . Линия подсветится. Это означает, что мы собираемся построить параллельную линию относительно вертикальной линии. Это очень важный аспект системы T-FLEX - задание отношений между элементами построений. Для удобства редактирования линии построения должны строиться от тех же базовых поверхностей, от которых в дальнейшем будут проставляться размеры. Расположим новую линию слева от помеченной вертикальной линии с помощью нажатия <P> и ввода точного значения линии в меню параметров. Это будет левая грань

 				Д
 				П
				e
 	)	<		3
 				Н
 L			····································	Н

етали. Используя опцию <A> 🖾, строим равую грань детали. Аналогично выполням построения других вертикальных и горионтальных линий. Одно нажатие 🦊 отмеит режим построения параллельных линий, ю вы по-прежнему останетесь в команде создания линий. Если это не так, то повторите команду Line.

Значение параметра можно задать не только вводом константы, но и связав параметр с переменной. В последнем случае управление чертежом становится более удобным, так как доступ ко всем переменным осуществляется из специального редактора. Кроме того, наличие переменных дает возможность вводить в чертеж различные расчеты. Ввод значения параметра осуществляется в окне свойств элемента (в данном случае элементом является прямая, параллельная другой прямой, и параметром, соответственно, будет расстояние между ними). Вместо значения в данном окне

·····	K		
·····	▓▖▖ᢤᠴᢛᡃᢓᢂᡱᠴᠴᠴᠴᠴ		= = =
····· [+-[*-]*-]*	k		
$=$ $\bigcup$ $\mathbb{R} \neq \mathbb{R}$			
·····	《	+- - +- - 	
وحديد كمراب والمراب	k-1,-1%``x.L.L		
·····			
18847			
·····			
·+-/	K		



Не все элементы построения имеют числовые параметры. Так, прямая, проходящая через два узла, полностью определена геометрическими связями.

Следующий шаг - скруглить углы и по-





строить окружности фланца. Для этой цели воспользуемся командой  $\square$  *Circle: Построить окружность.* Для изображения радиуса скругления верхнего правого угла фланца построим окружность, касательную к верхней и правой линиям. Переместите курсор к верхней линии и нажмите <*L*>. При этом появится окружность, радиус которой будет динамически изменяться вместе с изменением положения курсора, но при этом она будет касательной к выбранной прямой. Это значит, что будет построена окружность, касательная к верхней линии. Как бы мы в дальнейшем не изменяли положение верхней линии, окружность будет сохранять касание. Затем переместите курсор к правой линии, и снова нажмите <*L*>. Сейчас окружность "привязана" к двум линиям построения и сохраняет касание при перемещениях курсора. Нажатие <*P*> и ввода точного значения радиуса в меню параметров зафиксирует необходимый радиус окружности. Построение остальных окружностей произведём, используя опцию <*A*>. Теперь можно приступить к созданию второго вида фланца. Поскольку прямые имеют бесконечную длину, дополнительный вид уже частично создан.

Если вы ошиблись в построениях, то можно вызвать команду *UNdo: Ommeнumь uз менение.* Функциональная клавиша *Alt>BackSpace>* или *Ctrl>Z>*. Вызывая эту команду, можно последовательно возвращаться на один шаг назад в своих действиях. Если ошиблись и вызвали команду *Undo* лишний раз, то вызовите команду *REDo: Повторить дей ствие.* Функциональная клавиша *Ctrl>BackSpace>* или*Ctrl>Y>*. При этом вы возвратите действие, которое было ошибочно отменено.

Удалить все линии построения и вернуться к началу создания чертежа можно, вызвав

команду PUrge: Удалить лишние построения. Это удалит все элементы построения, и можно будет повторить построения. Также можно удалить отдельный элемент построения, ис-

пользуя команду ЕСопstruction: Изменить построения. После вызова команды выберите

элемент и удалите его с помощью клавиши *<Delete>* на клавиатуре или пиктограммы автоматическом меню.

5.3. Перейдем к следующему этапу создания чертежа – сформируем его изображение. Сначала обведем построенную часть чертежа. Для этого создадим линии изображения в ко-

манде Graphics: Создать изображение. Заметьте, что если для вызова команды вы пользуетесь пиктограммами или текстовым меню, то при этом автоматически прекращается работа предыдущей команды, то есть сокращается одно лишнее действие (очистка статусной строки, означающая выход из команды).

Начните обводку с точки пересечения верхнего левого угла фланца и окружности. Линии изображения автоматически привязываются к ближайшему пересечению линий построения. Поэтому достаточно переместить курсор к пересечению и нажать . Курсор при нанесении линии изображения работает по принципу "резиновой нити". Требуется лишь с помощью курсора выбирать узлы или пересечения линий построения.

При пересечении в одной точке более двух линий построения не рекомендуется использовать для выбора узла клавишу *«Enter»*. Рекомендуется сначала создавать узлы в точках пересечения линий построения, а затем наносить изображение, используя клавишу *«N»*. При использовании клавиши *«Enter»* в режиме "свободного рисования" будет создаваться "свободный" узел (не связанный с линиями построения). Учтите вышесказанное для избежания ошибок при параметрическом построении чертежа.

Переместите курсор к точке касания верхней линии и окружности и нажмите . Отметим, что система T-FLEX автоматически ставит узлы в конечные точки линий изображения, если они еще не были там созданы.

Теперь мы хотим направить линию изображения вдоль окружности для построения дуги между двумя точками касания. Для этого переместите курсор к окружности и нажмите <*C*>. При этом выделится окружность. Направление дуги будет зависеть от того, в каком месте укажете мышью вблизи второй точки дуги. Поставьте курсор чуть выше и левее второй точки касания, затем нажмите левую кнопку мыши, и линия изображения будет построена в направлении часовой стрелки до второй точки касания. Для завершения команды нажмите . Обводку остальных граней фланца выполним аналогично. Для нанесения линий изображения на окружности, необходимо использовать опцию . выбрать соответствующую линию построения и нажать . После нанесения всех линий изображения чертеж должен выглядеть как на рисунке, приведенном внизу.

Если обводка не получилась, то отредактировать линии изображения можно с помощью



команды *EGraphics: Изменить изображение*. Переместите курсор к неверно построенной линии и нажмите . При этом линия изображения выделится, и вы можете удалить ее клавишей *«Delete»* или пиктограммой в автоматическом меню. Повторите эти действия для каждой неверно построенной линии. Если неверно построена целая область, то можно воспользоваться выбором линий изображения с помощью окна. Задать окно можно, указав диагональные точки окна. Для этого, нажав и не отпус-

кая ее, переместите курсор и отпустите левую клавишу мыши. После этого будут помечены линии изображения, попадающие в окно, и вы сможете удалить их.

Для повторного ввода линий изображения вызовите команду *Graphics*. Для перерисовки экрана используйте клавишу *<F***7***>*.

Как можно было заметить, до сих пор линии построения, которые мы использовали, были бесконечными. Для удобства работы их можно «обрезать» до крайних узлов. Для этого в команде **EC: Изменить построения** можно использовать опцию обрезки , при этом обрежутся все прямые. Чертёж с обрезанными линиями построения менее насыщен, хотя все необходимые элементы построения на нем присутствуют. Линии построения по умолчанию не выводятся на принтер или плоттер, независимо от их длины.

Построение изображения детали практически закончено, за исключением штриховки. Создание штриховки во многом аналогично созданию линий изображения.

Вызовите команду Hatch: Нанести штриховку.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<h></h>	«Чертеж   Штриховка»	

Контур штриховки можно создать в двух режимах – в режиме автоматического поиска контура и в режиме ручного ввода контура.

Для задания режима автоматического поиска контура выберите опцию 🖾 (<A>) и нажмите 🖱 внутри создаваемого контура (при этом вся область должна быть видна на экране). Если в результате поиска контур был найден, он будет подсвечен на экране. В этом

режиме можно получить контур штриховки, ограниченный только линиями изображения. Для успешного определения контура штриховки необходимо, чтобы линии изображения образовывали «**герметичный**» контур.

Если автоматический поиск не приводит к желаемому результату, контур штриховки вводят вручную , последовательно выбирая точки перегиба (для криволинейных границ необходимо выбрать и саму линию). При ручном вводе контура штриховки работает механизм объектной привязки.



Для задания параметров штриховки, нажмите клавишу *<P>* или выберите из автоменю

▶, получив доступ к параметрам штриховки. Установите параметры, указанные стрелками.

Для завершения нанесения штриховки после ввода контуров необходимо использовать

опцию *K* <*End*>. После этого область штриховки заполнится в соответствии с установленными параметрами штриховки.

5.4. Когда будет получено нужное изображение, можно переходить к оформлению чертежа. Сначала нанесем размеры, привязывая их к линиям построения, узлам и линиям изображения.

Выберите команду: Dimension: Создать размер из текстового меню или из панели инструментов: Стандартная.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<d></d>	«Чертеж   Размер»	5

Теперь можно выбрать любые две линии построения (или линии изображения) для простановки линейного или углового размера. Выберите две крайние прямые линии на главном виде с помощью . Вы увидите, как вместе с курсором начал перемещаться появившийся

Параметры размера

Номинал

Поправка: 0

Авто

Строки

Nocn<u>e</u>:

Уровень: 0

Приоритет: 0

По умолнанию

До: 4 отв.

16

Общие Стиль Допуск Альт. размер Шрифт

Y

🔳 Под:

🔄 <u>С</u>лой: Основной

🏩 Цвет: 🔳

Масштаб

Из статуса

~

0 🖌 🖌

Отмена

0<u>K</u>

размер. Зафиксируйте его положение нажатием . В появившемся на экране диалоговом окне можно задать различные значения параметров размера. После установки нужных значений нажмите кнопку . и увидите на

нужных значений нажмите кнопку ., и увидите на экране размер.

Диаметры и радиусы проставляются также просто. В команде *Dimension* подведите курсор к нужной окружности и нажмите <C> или  $\bigcirc$ . Окружность выберется, и за курсором будет перемещаться изображение размера.

Клавишами *<R>* и *<D>* или соответствующими пиктограммами и в автоменю можно переключаться

из режима простановки радиуса в режим простановки диаметра и обратно.

Клавишей *«М»* можно задать вид проставляемого размера. Клавиша *«Таb»* поможет вам установить выносную полку в нужном направлении.

Для простановки на чертеже обозначения допуска или базы необходимо использовать команду FOrmlimits: Создать допуск поверхности. Учтите, что выносная линия, на которой должно располагаться обозначение, должна быть нанесена как обычная линия изображения с тем типом стрелки, который вам необходим. Сам же допуск привязывается к узлу, который, как правило, является ограничивающим узлом нанесенной вами выносной линии.

Простановка обозначения начинается с выбора узла, к которому будет привязано обозначение. Это осуществляется нажатием или <N> (курсор при этом должен указывать на необходимый узел). После этого идет ввод параметров. В зависимости от выбора вида допуска (база или допуск) часть параметров, находящихся на данной закладке, будет различен.

С помощью опции (*<D>*) можно установить связь значения выбранного допуска с нужным обозначением размера. Опция (*<K>*) разрушит такую связь.

Іараметры д	опуска
Стиль Шрифт	r.
💿 Допуск	Ф Позиционный
() <u>Б</u> аза	
_ Способ зад	вния База
_Авто	Вручную <u>1</u> : <u>2</u> : <u>3</u> : <u>3</u>
<u>В</u> ыражение:	D Положение:
Размер:	
То <u>ч</u> ность:	
З <u>н</u> ачение:	
<u>У</u> ровень:	0 🔄 Слой: Основной 🔽
Приоритет:	0 关 Цвет: 🗸 0 关
🗹 Ποι	казывать окно диалога параметров при создании

Следует отметить, что выноска является отдельным элементом обозначения. Поэтому вы можете задать параметры выноски и выбрать её отдельно для редактирования или удаления.

По своему характеру простановка символов обозначения шероховатости похожа на допуски. Сначала задаётся положение и привязку шероховатости, а затем задаёте её параметры.

Для того чтобы проставить шероховатость, необходимо войти в команду ROughness: Создать шероховатость. При нанесении шероховатостей также задается привязка к элементам построения и изображения чертежа. Способ привязки реализуется клавишами <L> (привязка к линии), <N> (привязка к узлу), <O> (привязка к окружности), <D> (привязка к размеру) и <*K*> (отмена привязки к элементу, то есть привязка к абсолютным координатам). Для простановки шероховатости после выбора элемента привязки и указания позиции знака нужно нажать . При этом на экране появляется меню параметров, которые должен задать пользователь.

Завершается оформление чертежа созданием основной надписи, неуказанной шероховатости и техниче-

ских требований. Данные команды размещаются в меню Оформление. Для создания основной надписи служит команда «Создать основную надпись». После вызова данной команды, на экране появляется диалоговое окно, в котором перечислены все типы основных надписей, поставляемых с системой. Из представленного списка необходимо выбрать тип основной надписи, которую предполагается нанести на чертёж.

После этого появится окно для заполнения основной надписи. Поле, в правой части которого находится графическая кнопка , может заполняться из списка значений. Вы можете сформировать и/или изменить список значений с помощью команд контекстного меню. Заполнить штамп можно и непосредственно на чертеже. Для этого установите текстовой курсор в том поле штампа форматки, которое необходимо заполнить, и нажмите . В указанном поле появится мигающий курсор, это говорит о том, что можно вводить текст.

Спис ОК Отме При вызове команды Оформление | Технические требования на экране отображается область, в которой вы можете ввести текст технических требований. Текст технических требо-

ваний по умолчанию является параграф-текстом, поэтому в автоменю находятся опции доступные при работе с параграф-текстом. Существует возможность наносить фрагменты часто используемых текстов из словаря, а также использовать переменные и их значения.

После вызова команды Оформление | Неуказываемая шероховатость | Создать на экране появляется окно параметров шероховатости. После задания параметров обозначение шероховатости будет нанесено на чертёж. Положение символа неуказываемой шероховатости определяется специальным скрытым элементом «Шероховатость», созданным в документе форматки.

В процессе создания чертежа может возникнуть необходимость изменить какие-либо параметры оформления, например, перенести форматку в новое положение. При этом положение нанесенных технических требований и неуказываемой шероховатости останется прежним. Для того чтобы придать этим элементам положение, соответствующее новому положению форматки предназначена команда: Оформление | Обновить.







#### Окончательно оформленный чертеж показан на рисунке.



#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Как осуществляется настройка параметров системы T-FLEX CAD?
- 2. Какие основные виды связей используются при нанесении линий построения?
- 3. Как задаются параметры при нанесении линий построений и используются переменные?
- 4. Каким образом обеспечивается проекционную связь видов?
- 5. Как осуществляется привязка элементов изображений?
- 6. Назовите параметры и стили линий изображений.
- 7. Как создается штриховка? Типы, параметры, использование штриховки.
- 8. Как наносятся размеры, допуски и шероховатости? Параметры этих элементов изображения.
- 9. Создание основной надписи, неуказываемой шероховатости и технических требований. Использование словаря.
- 10. Откройте демонстрационные файлы 2D\_create, 2D\_examp, 2D\_ownparam и ознакомьтесь с последовательностью создания чертежа в T-FLEX CAD, разработайте параметрический чертеж изделия.

## Лабораторная работа № 5 СОЗДАНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОГО 2D ЧЕРТЕЖА

- **1. Цель работы:** освоить методику и приобрести практические навыки создания непараметрического чертежа в T-FLEX CAD.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа

#### 4. Содержание и порядок выполнения работы.

- 4.1. Выполнить настройку параметров системы.
- 4.2. Построить проекции чертежа в режиме «Эскиз».
- 4.3. Нанести штриховку, размеры, шероховатости на чертеже, оформить чертеж создать основную надпись, неуказанную шероховатость, технические требования.
- 4.4. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания

5.1. Построение непараметрического чертежа в T-FLEX CAD осуществляются с помощью команды "SK: Создать эскиз":



Данная команда может использоваться для создания, как эскиза (непараметрического чертежа), так и параметрического чертежа в режиме автоматической параметризации. Поскольку мы собираемся создавать именно эскиз, проверьте, чтобы на панели "Вид" была отключена пиктограмма режима автоматической параметризации:

Включить/выключить автоматическую параметризацию

При создании эскиза широко используются объектные привязки. Управление привязками осуществляется с помощью панели

"Привязки". Для доступа к этой панели нажмите пиктограмму и на панели "Вид".

Включенным в текущий момент привязкам соответствуют нажатые пиктограммы панели. Отключить установленную привязку можно, указав курсором на соответствующую ей пиктограмму, и нажав . Отключить все привязки можно, установив пиктограмму:



Включить/выключить привязки

Отключение этой пиктограммы приведет к установке всех привязок. При создании нашего примера понадобятся следующие привязки:

1	Середина линии изображения
	Горизонталь/вертикаль
1	Перпендикуляры
$\geq$	Пересечение линий изображения
1	Горизонтальная/вертикальная касательная

Установите эти пиктограммы на панели "Привязки". Объектные привязки также можно настроить в команде "**SO: Задать установки системы**", закладка "Привязки". При построении отрезков, дуг и окружностей нашего эскиза координаты точек можно задавать простым нажатием **В** в поле чертежа. Для точного задания координат узлов можно воспользоваться окном свойств.

После вызова команды в автоменю автоматически устанавливаются две следующие опции:

<u>(</u>	<j></j>	Непрерывный ввод линий
1	< <i>S</i> >	Отрезок

Первая пиктограмма позволяет вводить элементы эскиза непрерывно, то есть конец создаваемого отрезка будет являться началом следующего. Данный режим будет активен до тех пор, пока вы не выключите эту опцию, указав на неё курсором и нажав . Для быстроты ввода элементов эскиза рекомендуется данную опцию не отключать. Вторая пиктограмма устанавливает режим ввода отрезков.

Наличие у пиктограммы черного треугольника в нижнем правом углу говорит о том, что эта пиктограмма содержит несколько возможных действий. Если при выборе такой пиктограммы немного дольше, чем обычно, удерживать, то откроется меню с новыми возможностями.

Внимание: в автоменю может отображаться любая из вложенных пиктограмм. Обычно эта пиктограмма соответствует той опции, которая в данной команде вызывалась последней.

В команде "Эскиз" вложенные пиктограммы используются при группировании действий, направленных на создание определенной группы элементов, например: создание отрезков; дуг; окружностей.

5.2. Для примера используем чертёж плиты с коническим отверстием. Начнем построения с главного вида плиты. Далее, используя объектные привязки, построим две проекции: "Вид слева" и "Вид сверху". Введем команду "SK: Создать эскиз". На экране вы увидите курсор в виде небольшого квадратика. Подведите курсор к нижней правой части предполагаемого главного вида, приблизительно около центра чертежа, и нажмите . Будет создан первый узел отрезка, к которому будет привязана динамический

курсор "резиновая нить", отображающий положение создаваемого отрезка. При этом в окне свойств будут зафиксированы координаты первой точки создаваемого отрезка. При построении необходимо учитывать, что впоследствии для простановки размеров потребуется место по краям чертежа.

Переместите курсор вверх. Обратите внимание, что в окне свойств отслеживаются координаты курсора и его смещение относительно первой точки отрезка. Мы можем использовать окно свойств для точного задания положения конца отрезка. Задать в нём расположение второй точки отрезка можно несколькими способами: в декартовых координатах с указанием абсолютных координат второй точки отрезка (X, Y), в декартовых координатах с указанием смещения второй точки относительно первой (dx, dy), в полярных координатах (R, A) или сочетанием этих способов.

Создадим второй узел отрезка, указав его смещение относительно первого узла. Задайте значение параметра "dx" равным нулю, а для параметра "dy" задайте значение 100. При этом автоматически в поля параметров "X" и "Y" будут занесены абсолютные координаты второго узла отрезка и установлены флажки рядом с этими параметрами. Установка флажков запретит изменение соответствующих координат при перемещении курсора в поле чертежа. На экране будет отражено заданное расположение второго узла отрезка.

Для создания узла нажмите [Enter] или <sup>99</sup> в поле чертежа. Создастся первый отрезок. Переместите курсор влево и установите его так, чтобы осуществилась горизонтальная связь с последним созданным узлом, о чем повествует соответствующий знак около курсора и всплывающая подсказка.

Для того чтобы запомнить (зафиксировать) эту привязку нажмите на клавишу **Пробел**>. Тогда, через узел, к которому осуществляется привязка, будет проходить вспомогательная горизонтальная прямая, вдоль которой будет перемещаться курсор в виде свободного узла. Такого же эффекта можно добиться, если в окне свойств задать смещение "dx" равным нулю и включить флажок фиксации Х-координаты.

Вертикалы - Поривонталы



R 9 250

ि व

dy: 100



Установите курсор в том направлении, в котором должен располагаться создаваемый отрезок. В окне свойств введите параметры смещения для второй точки создаваемого отрезка: "dx" в нашем случае отвечает за длину детали и равен -150, "dy" равно 0. После подтверждения с помощью [Enter] или создастся новый отрезок. Вы еще находитесь в режиме создания отрезков и для дальнейших построений необходимо переместить курсор вниз до того места, где сработает привязка к горизонтали и вертикали одновременно, о чем сообщит специальный знак, появившейся около курсора, и динамическая подсказка. Нажмите , создастся новый отрезок.

Переместите курсор вправо до первого созданного узла, о чем также сообщит специальный знак и динамическая подсказка, и нажмите. Таким образом, каркас главного вида детали готов. Так как мы находимся в режиме непрерывного ввода линий, то от последнего созданного узла по-прежнему тянется резиновая нить. Прервать режим и тем самым отказаться от связи с последним введенным узлом можно, нажав .



После этого вы по-прежнему остаетесь в команде создания эскиза в режиме непрерывного ввода отрезков, но резиновая нить уже не сопутствует перемещению курсора, а динамические подсказки установленных привязок продолжают действовать.

Следующий шаг – скруглить угол плиты. Для этого установите опцию:



Данная опция является вложенной и может не отображаться в автоменю, а находиться в групповом списке. После обращения к опции окно свойств изменит свой вид. Теперь в нём можно задать требуемый радиус



скругления. Установите значение радиуса равным 31. Теперь останется выбрать два отрезка, на пересечении которых необходимо построить заданное скругление. В нашем случае это верхний и крайний правый отрезки плиты. После выбора последнего отрезка произойдёт скругление, причём лишние части отрезков автоматически обрежутся.



Теперь нанесём изображение конического отверстия на главный вид. Для этого построим две осевые линии, определив тем самым точный центр окружности. Установите опцию:



<S> Отрезок

После установки данной опции между курсором и последним созданным узлом натянется "резиновая нить". Откажитесь от связи с узлом, нажав . Для ввода осевых линий необходимо установить соответствующий тип линии. Установите штрихпунктирный тип линии в системной панели или в параметрах линии изображения, вызвав окно диалога с помощью опции:



После этого переместите курсор к левому отрезку изображения так, чтобы осуществилась вертикальная привязка к одному из узлов этого отрезка, и перемещайте курсор вдоль отрезка до его середины. Когда курсор достигнет середины отрезка, то знак около курсора изменится и появится соответствующая подсказка.

Нажмите в этом месте . В середине отрезка образуется узел, от которого будет тянуться "резиновая нить". Переместите курсор по горизонтали к правому отрезку изображения и остановите его на пересечении горизонтали и вертикали к двум узлам, как показано на рисунке.





Нажмите , создастся осевая линия и узел, из которого будет тянуться резиновая нить. Дальнейших построений из этого узла нам не требуется, поэтому нажмите. Таким же образом постройте вертикальную осевую линию, начиная с нижнего отрезка.



Теперь создадим окружности. Сначала установите основной тип линии изображения в параметрах команды, вызвав окно диалога с помощью опции *<P>*, или в системной панели.

Затем выберите опцию:



Данная опция также является вложенной и может не отображаться в автоменю, а находиться в групповом списке. После вызова данной опции переместите курсор к пересечению двух осевых линий, обе линии при этом подсветятся, а у курсора изменится знак и появится соответствующая подсказка. Нажмите в этом месте . На экране появится динамически перемещаемая окружность.

В окне свойств установите значение радиуса малой окружности конического отверстия - 25 и нажмите кнопку [Enter]. На экране зафиксируется полная окружность. Вы всё еще находитесь в режиме создания окружности. Выберите узел, образованный на пересечении двух осевых линий и постройте окружность большего радиуса - 35. Таким образом, построение главного вида детали можно считать завершенным.

Теперь построим вид слева. Для этого снова установите режим создания отрезков опцией . На экране появится динамическая нить, тянущаяся из конечного узла последнего созданного отрезка. Дальнейшие построения из этого узла нам не требуется, поэтому нажмите . Переместите курсор в правую часть чертежа и установите его

так, чтобы установилась горизонтальная связь с узлом верхней линии главного вида.

Нажмите в этом месте 🦳 и переместите курсор по горизонтали вправо. В окне свойств установите смещение второй точки по оси Х - 35, по оси Y - 0. Нажмите кнопку [Enter] или 🖳. На экране зафиксируется новый отрезок, а из последнего созданного узла будет тянуться "резиновая нить". Далее переместите курсор вниз по вертикали к последнему созданному узлу, пока на экране не появится связь с узлом нижней линии главного вида. Нажмите 💭 и переместите курсор влево до привязки к левой границе верхнего отрезка.



Нажмите 🖳 Теперь замкните созданные линии изображения, переместив курсор в первый созданный узел данного вида, и нажмите 🖳, затем 🖱.

Односторонние привязки можно запоминать, используя клавишу **«Пробел».** Далее необходимо создать на виде слева линии, принадлежащие коническому отверстию. Для этого, не выходя из команды, подведите курсор к правому отрезку вида слева, и перемещайте его вдоль этого отрезка, пока не установится связь с большей окружностью.









В этом месте нажмите , затем переместите курсор к левому отрезку этого же вида и установите его так, чтобы установилась связь с малой окружностью.

Нажмите, создается отрезок, из последнего узла которого будет тянуться "резиновая нить", так как дальнейшие построения из этого узла не требуются, нажмите



. Таким же образом постройте нижнюю линию конического отверстия. Теперь, используя уже известные вам привязки, постройте осевую линию, не забудьте при этом установить штрихпунктирный тип линии в параметрах линии изображения (опция *<P>*) или в системной панели.



Перейдем к виду сверху. Этот вид можно построить таким же образом, как и вид слева, но для более полного обзора возможностей непараметрического черчения создадим его подругому. Установите опцию:



После вызова данной опции на экране появится вспомогательная горизонтальная прямая, параллельная последнему введенному отрезку. Отрезок, определяющий положение прямой, подсвечивается. Такое положение вспомогательной прямой нас устраивает. Если это не так, то откажитесь от выбранного системой отрезка  $\square$  и выберите другой отрезок, параллельно которому будет создан новый. Не забудьте установить основной тип линии в параметрах линии изображения (опция  $\langle P \rangle$ ) или в системной панели. Переместите курсор на необходимое расстояние и установите его так, чтобы образовалась нужная связь с одним из узлов главного вида. Нажмите  $\square$  в этом месте создается узел создаваемого отрезка и зафиксируется вспомогательная прямая. Переместите курсор вдоль прямой до образования следующей вертикальной связи.



Нажмите . Таким образом, мы создали верхний отрезок вида сверху. На экране по-прежнему присутствует вспомогательная прямая, перемещаемая курсором, теперь она параллельна только что созданному отрезку, о чем говорит подсветка этого отрезка. Переместите курсор вниз и в окне свойств установите необходимое расстояние, определяющее толщину детали - 35. Тем самым вы зафиксируете положение вспомогательной прямой относительно выбранного отрезка. Переместите курсор вдоль прямой и установите его, как показано на рисунке.




5.3. Вызовите команду "Н: Создать штриховку":



Затем переместите курсор к верхней части вида слева, и установите его так чтобы он располагался в центре области, которую необходимо заштриховать. Нажмите 🖲 замкнутый контур выделится цветом. Теперь переместите курсор в нижнюю часть этого вида, и таким же образом выберите контур, который необходимо заштриховать. После этого нажмите опцию

Теперь проставим на чертеже необходимые размеры. Размеры на эскизе проставляются таким же образом, как и на параметрическом чертеже, в этом случае вместо линий построения можно выбирать линии изображения. Не будем подробно останавливаться на этой возможности, так как она была широко представлена в описании основного метода создания чертежей.

На этом создание непараметрического чертежа закончено. Дальнейшая модификация его элементов не приведет к изменению всего чертежа. Каждый вид в этом случае придется изменять отдельно. Связать элементы такого чертежа переменными невозможно. Остальное: применение уровней видимости, использование слоев, отключение элементов построения и т. д. работают в обычном режиме.







# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Назовите последовательность создания непараметрического чертежа в T-FLEX CAD?
- 2. Какие виды элементов изображения, доступны в режиме «Эскиз»?
- 3. Расскажите и покажите, как используется сетка и объектные привязки при непараметрическом создании чертежа в T-FLEX CAD?
- 4. Какие задаются параметры при создании эскиза?
- 5. Как осуществляется редактирование эскиза: фаски, обрезка линий?
- 6. Каким образом создается перемещение элементов и копирование в режиме «Эскиз»?
- 7. Перечислите пункты текстового меню "Оформление" и их опции.
- 8. Как наносятся основные надписи? Продемонстрируйте.
- 9. Расскажите и покажите, как создаются и редактируются технические требования.
- 10. Как вставляется текст из словаря? Покажите.
- 11. Как настраиваются параметры элементов оформления? Продемонстрируйте.
- 12. Разработайте непараметрический чертеж изделия.

# Лабораторная работа № 6 СОЗДАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПОСТРОЕНИЯ

- **1. Цель работы:** ознакомиться с элементами построения прямыми, окружностями, эллипсами, сплайнами и узлами, приобрести практические навыки их создания.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.

#### 4. Содержание и порядок выполнения работы.

- 4.1. Ознакомиться с принципами создания элементов построения.
- 4.2. Изучить способы построения прямых, окружностей, эллипсов, сплайнов и узлов.
- 4.3. Изучить команды редактирования элементов построения.
- 4.4. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания

5.1. В системе T-FLEX изображение чертежа наносится на предварительно созданные элементы построения. Элементы построения, формирующие каркас чертежа, представляют собой бесконечные прямые, окружности, сплайны, эллипсы, эквидистанты, связанные между собой различными геометрическими отношениями. Этими отношениями могут быть параллельность, касание, симметрия, угол наклона и т.д. По аналогии с черчением на бумаге элементы построения можно сравнить с тонкими линиями, которые затем обводятся тушью. Прежде чем нарисовать линии чертежа, необходимо с помощью линий построения задать каркас чертежа. Линии изображения чертежа затем наносятся на этот каркас. Линии изображения чертежа оказываются "привязанными" к линиям построения, и при изменении их положения будут следовать за ними. При этом сохраняются все геометрические отношения, которые были заданы для элементов построения.

Как видно на рисунке перемещение правой линии построения и увеличение радиуса окружности сопряжения никак не отразились на геометрических связях чертежа. Такой подход, когда элементы чертежа взаимосвязаны друг с другом, позволяет получить полностью организованный чертеж.



Элементами построения в T-FLEX являются линии построения - *прямые, окружности, эллипсы, сплайны*, а также *узлы*. Узлы - это точки пересечения линий построения. Элементы построения не выводятся на принтер или плоттер. Кроме того, в любой момент их можно сделать невидимыми.

Важно отметить, что прежде чем создавать элементы построения вашего чертежа, необходимо проанализировать, какие именно отношения между линиями вы хотите задать. Ведь именно от этого будут зависеть возможности вашего чертежа к параметрическим изменениям.

Параметрам чертежа, а фактически параметрам линий построения (расстояниям, диаметрам и т.д.), можно назначать переменные. Это можно осуществлять и во время создания линии построения, и во время ее последующего редактирования. Затем, задавая значения переменных, можно получать новые варианты чертежа. С помощью простых математических формул в редакторе переменных переменные можно связывать между собой.

При изменении положения какого-либо элемента построения или значения какой-либо переменной система производит пересчет чертежа и его последующую перерисовку. Пересчет производится в соответствии с теми геометрическими отношениями, которые были заложены при его создании, а также, исходя из математических связей между переменными, если они были заданы. Как правило, грамотно созданный параметрический чертеж содержит несколько ключевых (внешних) переменных, в зависимости от которых производится перерасчет остальных переменных и всего чертежа. 5.2. Под понятием "прямая" принято считать бесконечные прямые, которые относятся к элементам построения и служат в основном для создания параметрического каркаса чертежа. На экране отображаются в виде тонких штриховых линий.

Для построения прямой вызовите команду "L: Построить прямую".

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<l></l>	«Построення Прямая»	1

Некоторые из этих опций становятся доступными после того, как вы уже выберете какой- либо элемент построения. Существуют различные способы создания прямых. Некоторые прямые являются независимыми от других элементов построения (например, просто горизонтальная или вертикальная прямая). Эти прямые, как правило, являются самыми первыми линиями на чертеже. Создав вертикальную и горизонтальную линии, вы тем самым создаете базовые линии, относительно которых будут построены все остальные. Другие линии требуют при своем создании указания связанных с ними элементов. Например, прямая, касательная к двум окружностям, требует указания окружностей, а также варианта касания.

Ряд способов построения прямых требует задания какого-либо численного геометрического параметра. Например, построение прямой, параллельной другой прямой и располагающейся от неё на каком-либо расстоянии. В этом случае необходимо, помимо указания исходной прямой, задать расстояние между прямыми. Точные значения численных геометрических параметров можно задавать в прозрачном режиме в окне свойств. Также можно использовать и диалог параметров прямой (опция ), в котором, помимо геометрических, можно задать и общесистемные параметры (уровень, слой и т.п.). Если задание точного значения не требуется, можно просто указать требуемое расположение прямой нажатием в поле чертежа. В этом случае значение численного параметра берётся по положению курсора.

#### Способы построения прямых

Ниже описываются различные способы построения прямых. Каждый способ подразумевает последовательное использование определенных опций (нажатий клавиш или пиктограмм автоменю). Опция  $\langle P \rangle$  в описании построения прямой означает необходимость задания значения численного параметра. В этом случае вместо вызова диалога параметров можно воспользоваться окном свойств или просто нажатием В поле чертежа.  $\langle X \rangle$ ,  $\langle P \rangle$ . Эти опции используются для создания сразу нескольких элементов построения: горизонтальной прямой, вертикальной прямой и узла в точке их пересечения. Сначала нажмите  $\langle X \rangle$ , затем  $\langle P \rangle$ .



При использовании этих клавиш создаётся прямая, параллельная выбранной прямой и располагающаяся от нее на каком-то расстоянии. Нажмите  $\langle L \rangle$ , а затем  $\langle P \rangle$  для задания расстояния от выбранной линии. Как правило, этот тип линий наиболее часто используется при создании чертежей. Ведь большинство линий на чертеже параллельны друг другу, а расстояния между ними являются параметрами чертежа.



#### <N>, <**P**>

При использовании этих клавиш создаётся прямая под углом к горизонтали. Нажмите *<N>*, а затем *<P>*. Угол задаётся в градусах.



<*C*>, <*C*>

Это отношение задает прямую, касательную к двум окружностям. Подведите курсор к первой из них, нажмите  $\langle C \rangle$ , затем подведите ко второй и еще раз нажмите  $\langle C \rangle$ . При использовании этого варианта задания прямой в общем случае возможно создание четырех различных прямых, каждая из которых касается обеих окружностей.



Окружности в T-FLEX CAD строятся аналогично прямым - при помощи установления их геометрических связей с другими элементами построения. Такими связями могут быть положение центра окружности в узле, касание к прямой, касание к окружности, прохождение через узел, концентричность другой окружности, симметричность другой окружности. Окружности в T-FLEX CAD можно отнести к двум основным категориям:

- окружности, радиус которых можно задать числовым значением (например, окружность с центром в узле или окружность касательная к двум прямым);

- окружности, положение и радиус которых определяются построениями (например, окружность, проходящая через три узла).

#### Примеры построения окружностей

Перед тем как обсуждать все возможности команды "C: Построить окружность", приведем примеры построения окружностей наиболее распространенных типов. При построениях дополнительно будет использована команда "L: Построить прямую". Войдите в команду "L: Построить прямую". Выберите опцию <X>, которой в автоменю соответствует пиктограмма . Переместите курсор примерно в середину графического окна и нажмите. При этом будут созданы две прямые (вертикальная и горизонтальная) и узел в точке их пересечения. После этого войдите в команду "C: Построить окружность".



Переместите курсор к только что созданному узлу и нажмите. Этим вы дадите команду системе, что собираетесь построить окружность с центром в выбранном узле. Узел будет выделен цветом, к курсору привяжется динамически изменяемая окружность, а поле координат статусной строки будет отображать радиус этой окружности («R=...»). При нажатии окружность с этим радиусом будет построена.

Для задания точного значения радиуса окружности при построении проще всего воспользоваться окном свойств, работающим в прозрачном режиме. Также можно вызвать опцию автоменю для вызова полного диалога параметров окружности. В диалоге параметров, кроме радиуса окружности, можно задать также её общесистемные параметры: уровень видимости, слой, цвет.

Другим типом окружности, который часто используется при базовых геометрических построениях, является окружность, касательная к двум прямым. Для того чтобы попробовать создать окружность этого типа, в команде "C: Построить окружность", подведите курсор к вер-





тикальной прямой, которая уже имеется на вашем чертеже, и нажмите <L>. При этом прямая

Лабораторные работы по САПР T-FLEX CAD 2D

выделится цветом, а к курсору будет «привязана» динамическая окружность, касательная к выбранной прямой. Теперь подведите курсор к горизонтальной прямой и еще раз нажмите < L>. Выберется вторая прямая, а курсор-окружность будет касательной уже к

двум прямым. В поле координат статусной строки будет отображаться динамически изменяющийся радиус окружности. Заметьте, что вы можете переместить курсор в любой из четырех квадрантов, образованных выбранными прямыми, а динамическая окружность будет всегда следовать за курсором.

Теперь вы можете задать радиус окружности, либо просто нажав . либо используя окно свойств или диалог параметров окружности (*<P>*). После того, как мы создали окружность, являющуюся касательной к двум прямым, это отношение будет всегда сохраняться. К примеру, выйдите из команды "**C: Построить окружность**". В режиме ожидания команды подведите курсор к созданной окружности и нажмите . Система войдёт в команду редактирования ("**EC: Изменить построения**"). Окружность будет выделена цветом, и можно без труда изменить её радиус, перемещая курсор. Касание к прямым при этом будет сохраняться. Попробуйте провести эту операцию несколько раз, перемещая окружность в другие квадранты.

В любой момент при перемещении выбранной окружности в команде "EC: Изменить построения" можно изменить значение численного параметра (радиуса). Это можно сделать прямо в прозрачном режиме в окне свойств или в диалоге параметров (опция

Вместо цифрового значение можно использовать имя переменной или выражение. Например, вместо значения радиуса можно ввести имя переменной «R». После нажатия **[OK]** система запросит значение вновь создаваемой переменной «R». Можно принять значение, предложенное системой или же изменить его по своему усмотрению.

# Способы построения окружностей

Установите опцию:



<*Enter*>, <*P*>

Использование этой комбинации создаёт окружность с центром в выбранном узле и радиусом, который задается либо указанием курсора и нажатием  $\square$ , либо установкой конкретного значения в окне свойств или диалоге параметров (опция  $\langle P \rangle$ ). Для создания окружности этого типа укажите курсором необходимый узел и нажмите  $\square$ . После этого узел выделится и появится динамически перемещаемое изображение окружности с центром в выбранном узле. Зафиксировать положение окружности можно либо приблизительно с помощью  $\square$ , либо точно, указав значение радиуса в окне свойств или диалоге параметров.



# <*Enter*>, <*C*>

Использование этой комбинации создаёт окружность с центром в узле и касательную к другой окружности. Подведите курсор к существующему узлу, или используйте опцию *«Про-бел»* для создания узла в ближайшей точке пересечения линий построения. Нажмите Э Это позволит динамически перемещать курсор-окружность, центр которой лежит в выбранном узле. Подведите курсор к окружности, которая должна быть касательной к создаваемой. Нажми-



те < C >. Создастся требуемая окружность. Возможно два различных варианта, в зависимости от того, на какую часть окружности указывал курсор в момент использования опции < C >.



#### *<Enter>*, *<L>*

Использование этой комбинации создаёт окружность с центром в узле и касательную к линии построения - прямой. Подведите курсор к существующему узлу или используйте опцию *«Пробел»* для создания узла в ближайшей точке пересечения. Нажмите . Появится динамический курсор-окружность с центром в выбранном узле. Подведите курсор к прямой, которая должна быть касательной к создаваемой. Нажмите *L*. Создастся требуемая окружность.



Для построения эллипсов используется команда "EL: Построить эллипс". Вызвать команду можно одним из следующих способов:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<el></el>	«Построення Эллипс»	$\mathcal{O}$

T-FLEX поддерживает наиболее распространенные режимы построения эллипсов, это: - режим построения эллипса с центром в узле

- режим построения эллипса проходящего через узел

Данным режимам соответствуют следующие опции

۲	<t></t>	Выбрать узел в качестве центра эллипса
$\odot$	<t></t>	Выбрать узел, через который проходит эллипс

После вызова команды автоматически устанавливается один из режимов, чему соответствует нажатая пиктограмма в автоменю.

T-FLEX CAD позволяет строить узлы различных типов, в зависимости от отношений с другими элементами модели. Чаще других используется узел, построенный на пересечении или точке касания двух линий построения. Такой узел на экране выглядит как небольшое перекрестье.



Другие типы узлов помечаются на экране другим способом.

Существуют следующие основные типы узлов:

1. Узел на пересечении линий построения. Такой узел наиболее часто используется при создании параметрических моделей. Его положение определяется положением двух линий построения, на пересечении которых он построен, а также вариантом пересечения в том случае, если количество точек пересечения больше 1.

2. Свободный узел задается абсолютными координатами X и Y в системе координат модели. Значения координат свободного узла могут быть заданы при помощи переменных. Такие узлы имеют ограниченное применение при создании параметрических моделей, однако, широко используются при разработке эскизов, различных схем и технических рисунков. Применение свободных узлов удобно в тех случаях, когда нет необходимости в точном позиционировании точек изображения.

3. Узел с фрагмента задается положением другого узла, находящегося на фрагменте сборочного чертежа. Данный тип узла является необходимым при создании параметрических сборочных моделей. Он используется в тех случаях, когда необходимо связать какой-либо из элементов сборочной модели с точкой фрагмента этой же модели. Для того чтобы требуемая точка стала узлом, необходимо этот узел построить. Сделать это можно различными способами:

• С помощью команды "N: Построить узел", которая специально предназначена для построения узлов.

• С помощью опции *«Пробел»* в командах "L: Построить прямую" и "C: Построить окружность". Вы можете в этих командах подвести курсор точке пересечения линий построения и нажать *«Пробел»*.

• В команде "G: Создать изображение" при создании линии изображения.

• В команде "Н: Создать штриховку" при создании контура штриховки.

• В команде "FR: Создать фрагмент". Когда вы добавляете чертеж как фрагмент в текущий чертеж, вы можете автоматически построить на чертеже узлы с фрагмента.

Существует два основных способа построения узлов на пересечении линий построения в команде "N: Построить узел":

1. Вы подводите курсор к точке пересечения двух линий и нажимаете. В этой точке строится узел.

2. Вы последовательно выбираете две линии построения и в точке их пересечения строится узел. В случае существования двух или большего количества точек пересечения, выбирается ближайшая к курсору точка в момент выбора последней линии построения. Для выбора линий построения можно использовать опции

линии построения. Для выбора линии построения можно использовать опции — и — и — и С помощью линий построения – сплайнов вы можете задавать различные кривые линии. В

отличие от линий построения – сплайнов вы можете задавать различные кривые линии. В отличие от линий построения – прямых, сплайны имеют конечную длину. В целом же принципы работы со сплайнами не отличаются от других линий построения: на пересечении или в точке касания может быть создан узел, по сплайну может быть создана линия изображения или сегмент контура штриховки. Для выбора сплайнов в различных командах используется опция  $\langle S \rangle$  (эта же клавиша используется для выбора других кривых – функций, эквидистант, путей). В системе T-FLEX используются сплайны типа NURBS. Сплайны строятся на основе набора узлов, который задает определяющие точки сплайна. Поэтому изменение положение узлов будет менять форму кривой, если она построена на этих узлах. Сплайны бывают двух основных типов: непосредственно проходящие через задающие узлы и использующие узлы в качестве вершин управляющей ломаной. Кроме того, сплайны могут быть замкнутыми.



При создании сплайнов можно использовать уже существующие узлы, либо автоматически создавать новые (свободные и на пересечении линий построения). Команда построения сплайнов - "SP: Построить сплайн".

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
< <i>S</i> P>	«Построення Сплайн»	$e^{\tilde{O}}$

В процессе построения сплайна по управляющей ломаной можно с помощью опции *<P>* задавать веса отдельных точек. Для задания сплайна с условиями касания на концах используйте следующую последовательность действий:

Воспользуйтесь опцией 🛄 для задания направления касания вначале.

Задайте необходимую последовательность узлов (минимум два).

С помощью опции 🖾 задайте условие касания на конце.

Для построения симметричных сплайнов задействуйте опцию для выбора оси симметрии, а затем выберите необходимый сплайн.



5.3. Команда "EC: Изменить построения", которая позволяет редактировать линии построения, является одной из наиболее часто используемых команд. Именно в ней вы можете в диалоге переместить необходимые построения для получения чертежа с новыми параметрами. Команда позволяет редактировать все элементы построения.

Вызов команды:

Клавнатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ec></ec>	«Правка Построення Линня построення»	*

Если вы хотите изменить положение какого-либо элемента построения, достаточно лишь выбрать его с помощью , переместить курсор в нужное место и снова нажать . Для задания точного значения положения можно использовать окно свойств или диалог параметров (опция ). Если элемент был связан с переменной, система выдаст предупреждение. Для того чтобы система не выдавала предупреждения, необходимо вызвать опцию о выбора элементов. На экране появится диалоговое окно, в котором необходимо установить флажок "Изменять значения переменных без подтверждения".

Сообщение 🛛
Ремонны редактирования линий постризения 🛛 Г. Вомонты сманения перемонных без портверждания Г. Диналогия сонблиросойт модалой
Ок. Опченьть

# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Назовите принципы создания линий построения?
- 2. Расскажите о способах создании линий построения. Продемонстрируйте.
- 3. Перечислите параметры линий построения. Постройте прямые, окружности, эллипсы, сплайны с заданием численных параметров и переменных.
- 4. Расскажите о типах узлов и способах их создания.
- 5. Создайте узлы в команде Node различными способами.
- 6. Для чего необходимы узлы с фрагментов, как они создаются.
- 7. Как редактируются параметры выбранных элементов построений? Продемонстрируйте.
- 8. Как можно изменить отношения между линиями построения? Продемонстрируйте. Нанесите элементы построения окружности для разрабатываемых чертежей.

# Лабораторная работа № 7 НАНЕСЕНИЕ ЛИНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ, КОПИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

- 1. Цель работы: ознакомиться с командами создания линий изображения, с командами копирования изображений, приобрести практические навыки работы с ними.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.

#### 4. Содержание и порядок выполнения работы.

- 4.1. Изучить типы и правила построения линий изображения.
- 4.2. Ознакомиться с созданием линий изображения в команде Graphics.
- 4.3. Ознакомиться с созданием линий изображения в команде Sketch.
- 4.4. Ознакомиться с командами редактирования линий изображения.
- 4.5. Изучить команды копирования изображения.
- 4.6. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

## 5. Методические указания

5.1. Линии изображения - это основные графические элементы, формирующие собственно изображение. По аналогии с работой за чертежной доской: линии изображения - это линии, обведенные тушью. Линии изображения создаются на основе линий построения и узлов.

Существуют следующие виды линий изображения:

Отрезок прямой между двумя узлами. Начало и конец линии изображения определяются положением этих узлов.

**Полная линия построения**. Такая линия изображения задаётся только линией построения. В качестве задающей линии построения может служить линия построения любого типа, за исключением прямой (так как она бесконечна).

Участок линии построения, ограниченный двумя узлами. Такая линия изображения задаётся линией построения, определяющей ее форму и двумя узлами, определяющими ее границы. При создании линий изображения можно использовать собственные типы линий.

Линии изображения могут быть созданы в команде "G: Создать изображение". Вызов команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<g></g>	«Чертёж Изображение»	Ľ

Опция опозволяет выбирать один из двух режимов создания элементов построения - узлов. Либо основной режим («связанное» рисование), при котором создаваемый узел является точкой пересечения линий построения, либо режим «свободного» рисования, когда узел не связан с другими конструктивными элементами, и его положение определяется абсолютными координатами чертежа. При этом на одном и том же чертеже могут присутствовать как «свободные», так и «связанные» узлы. При создании линии изображения узлы могут создаваться автоматически, поэтому всегда важно знать, какой режим рисования установлен. Пиктограмма в автоматическом меню и кнопки на инструментальной панели «Режимы» не только позволяют переключать режим, но и сигнализирует о том, какой режим установлен в данный момент. Если в автоменю представлена пиктограмма , то включен режим «связанного» рисования, если пиктограмма В иде крестика, значит, включен режим «связанного» рисования, если в виде квадрата - режим «свободного» рисования, если в виде квадрата - режим «свободного» рисования.



# Параметры линии изображения

Опция вызывает появление на экране окна диалога параметров линии изображения.

Паранетры якник коображения	Паранетры янын изображения 🗙
Crenzomene Danasemanese Crenzo Jerr CONTINUOUS Macurad angelese: Ma cranyce in Tongelese aleese Ma cranyce in Paseep: Ma cranyce in Macurad angelese Ma cranyce in Paseep: Ma cranyce in Macurad angelese Macurad angele	Станартные Дополнительное У Эстановить С дискная сления Вороеновление Ширино С персичение О проченные Онотехния О персичение О персичение О персичение О персичение О персичение О персичение О персичение О персичение Началос Нет У Сонас: Нет У Сонас: Нет У Не более Не более
По учаливно О <u>К</u> ОтибНа	По учаливно О <u>К</u> Отиена

#### Закладка «Стандартные» Стиль линии:

Тип. Задаёт тип линии изображения. Тип линии выбирается из списка. Список содержит как стандартные (поставляемые с системой), так и пользовательские типы линий Стандартные типы линий изображения заданы в файле TCAD.LIN. Их описание совместимо с описанием типов линий для системы AutoCAD. Файлы

шаблонов пользовательских типов линий хранятся в директории .../Program/LinePatterns.

Масштаб штрихов. Задаёт масштаб штрихов для прерывистых типов линий относительно размера штрихов, описанных в файле описания типов линий (TCAD.LIN). На отображение сплошных линий не оказывает никакого влияния. Если масштаб не задан («Из статуca»), то значение масштаба будет подставляться из параметра «Масштаб штрихов» закладки «Разное» команды "ST: Задать параметры документа".

Толщина. Задаёт толщину линии изображения. Если толщина не задана («Из статуса»), то значение толщины будет подставляться для сплошной основной линии (CONTINUOUS) из параметра «Толщина линий|Основных», а для всех остальных - из параметра «Толщина линий|Тонких» закладки «Разное» команды "ST: Задать параметры документа".

При выборе типа линии "Волнистая" дополнительно становится доступна кнопка [Волнистая линия...]. Данная кнопка позволяет задать параметры волнистой линии: количество периодов или длину периода линии, а также высота волны линии. Высота волны задаётся в процентах от длины периода.

Параметры начала и конца линии:

Тип начала и тип конца (тип символа/стрелки). Каждая линия изображения может начинаться и заканчиваться специальным символом. Тип символа выбирается из списка.

Размер начала и размер конца (начального и конечного символов). Размеры начального и конечного символов не зависят друг от друга. Размер

может быть установлен любым, по желанию пользователя. Если размер символа не установлен, то символ рисуется пропорционально размеру шрифта, установленному для чертежа на закладке «Шрифт» команды "ST: Задать параметры документа".

Цвет. Цвет линий изображения.

Уровень. Значение уровня видимости линии изображения.

Приоритет. Значение приоритета линий изображения.

Слой. Имя слоя линий изображения.

Некоторые параметры линий изображения можно задавать с помощью системной панели. На системной панели специально для задания параметров линий изображения имеются кнопка для задания типа линии изображения и кнопки для задания начала и окончания линии изображения.

	8	Ľ
WAVES		i
CENTER		
ENTER2		
CENTER>2		
DASHDOT		ii





Закладка «Дополнительные»

Закладка "Дополнительные" позволяет устанавливать следующие параметры: Способ отображения линии:

Сплошная линия. Линии, для которых задано отличное от нуля значение параметра "Ширина", будут отображаться в виде залитого контура.

**Двойная линия**. Линии, для которых задано отличное от нуля значение параметра "Ширина", будут отображаться контуром без заливки.

**Выравнивание**. Задаёт расположение линии изображения относительно узлов привязки: "Центр",

# "Левое", "Правое".

Ширина. Задаёт ширину линии изображения: постоянную или переменную.

В случае постоянной ширины линии параметр "Значение" задаёт ширину линии. При установке переменной ширины необходимо задать значение ширины в начале линии и в её конце.Параметры "Начало" и "Конец" задают форму начала и конца линии: "Нет", "Круг", "Прямоугольник".

Сочленения. Данный параметр устанавливает форму изгибов линии изображения, созданной по 2D пути: "Круглые", "Острые", "Ограниченные". Величина скруглений и ограничений зависит от заданной ширины линии. При установке значения "Круглые" места соединений отрезков линии скругляются радиусом, равным половине ширины линии. При установке значения "Ограниченные" угол, образующийся на стыке отрезков линии, обрезается перпендикулярно его биссектрисе. Расстояние от узла привязки до линии обрезки задаётся параметром "Не более" относительно полуширины линии.



Основные правила построения линий изображения

При создании линий изображения рекомендуется соблюдать несколько правил:

Если вы хотите избежать ошибок при построении параметрического чертежа, то используйте для нанесения линий изображения опцию  $\langle N \rangle$ . Не рекомендуется использовать опцию  $\langle Enter \rangle$ , если в одной точке пересекаются более двух линий построения. Если имеется выбранный узел, то линия изображения всегда начинается в этом узле. Если при выбранном узле попытаться выбрать линию построения, то выбранный узел должен принадлежать выбираемой линии. Если при выбранной линии построения и выбранном узле выбирается еще одна линия построения, то создаётся линия изображения, начинающаяся в выбранном узле и заканчивающаяся в точке пересечения выбранных линий. Если линии построения имеют более одной точки пересечения более одной точки пересечения более одной точки пересечения (например, прямая и окружность), то выбирается точка, к которой в момент нажатия клавиши находился ближе графический курсор. Если при выборе линии построения ничего не происходит, значит, в данной ситуации линии не имеют точек пересечения и линию изображения.

#### Использование сетки в режиме «свободного» рисования

Если установлен режим привязки к сетке, то при вводе конечных точек линии изображения, они будут располагаться в ближайших узлах сетки. Вы можете задать параметры сетки при помощи команды «Настройка|Сетка...». Сетка может иметь различный шаг по вертикальной и горизонтальной осям, с различным смещением относительно начала координат по обеим осям. При создании линии изображения в статусной строке отображаются координаты ближайшего, относительно текущего положения курсора мыши, узла сетки. Если включен режим «свободного» рисования и не установлен режим привязки к сетке, то линия изображения может быть создана в произвольном месте рабочей области чертежа. Она не требует привязки к каким-либо линиям построения. 5.4. Редактирование линий изображения осуществляется с помощью команды "EG: Изменить изображение". Вызов команды:

Клавнатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<eg></eg>	«Правка Чертёж Изображенне»	2

После вызова команды становятся доступны следующие опции:

*	<*>	Выбрать все линии изображения
Ш	<r></r>	Выбрать элемент из списка
×	<esc></esc>	Завершить работу с командой

После вызова команды можно выбрать линию изображения, указав на нее курсором и нажав  $\textcircled$ . Можно выбрать сразу несколько линий изображения с помощью окна. Помеченными становятся только линии изображения, полностью попадающие в границы окна. Можно выбрать сразу все линии изображения, нажав <\*>. Добавить нужную линию изображения к уже выбранным можно нажав <*Shift>* +  $\textcircled$ . Исключить линии изображения из списка помеченных можно с помощью <*Ctrl>*+  $\textcircled$ .

После выбора одной или нескольких линий изображения вам доступны следующие опции:

PH	<p></p>	Изменить параметры линии изображения
¥	<1>	Выбрать следующую линию изображения
£°	<del></del>	Удалить линии изображения
×	<esc></esc>	Отменить выбор

Если выбрана только одна линия изображения, то доступна также следующая опция:

ų.	<0>	Задать имя для линии изображения

При выборе линии изображения – дуги окружности в автоменю доступен ещё ряд опций:

3	<tab></tab>	Изменить направление дуги
5	<a></a>	Привязать дугу или окружность к узлу
×	<b></b>	Отменить привязку к узлу

Если выбранная линия изображения построена на основе линии построения, то в 2D окне появятся отношения для родительской линии построения. Эти отношения *временные*, т.е. создаются системой автоматически при входе в режим редактирования линии изображения и автоматически удаляются при выходе из него. С помощью Отношений можно изменять геометрические параметры родительской



линии построения в прозрачном режиме. Кроме того, если выбранная линия изображения построена на основе линии построения, то второе после выбора линии нажатие <sup>9</sup> (при указании курсором на линию) вызовет команду редактирования исходной линии построения.

Для изменения параметров выбранных линий изображения используется опция 🕮. В

качестве исходных параметров берутся параметры последней выбранной линии изображения. Если пользователю необходимо изменить параметры нескольких линий изображения в соответствии с параметрами какой-либо другой линии, то последней нужно выбрать именно эту линию. Это позволит автоматически получить нужный набор параметров. Если выбрано больше одной линии изображения, то перед изменением параметров появляется диалоговое окно, в котором можно указать параметры, которые будут изменены для выбранных линий изображения. После этого появляется окно задания параметров линии изображения. При этом если в

Изменять параметры	×
Тип жини нообранения Г Дип Г Толдина Г Масалаб даржов	Понетить дое Описниты понетку
₩ Ночало ₩ Рузиир ₩ Конец ₩ Разиир	년 Цровень 다 Слой 다 Преоритот 다 Црот
🖂 Дополнительные	
0)	Отменить

предыдущем диалоге указать, что менять необходимо только тип линии, то будет изменяться только этот параметр, редактирование других параметров не даст никаких результатов.

Если вы хотите изменить тип выбранной линии изображения, то удобно использовать системную панель. Выберите линию изображения. Переместите курсор к полю выбора типа линии на системной панели и нажмите . На экране появится меню с типами линий. Выберите новый тип линии с помощью . В результате вид выбранной линии изображения изменится.

5.5. Команды копирования и создания массивов помещены в меню "Чертёж"

XM> - «Чертёж/Копия/Копирование»

</l>
 <XT> - «Чертёж/Копия/Поворот»

<XA> - «Чертёж/Копия/Масштабирование»

XS> - «Чертёж/Копия/Симметрия»

При выполнении любой команды копирования можно использовать различные режимы копирования. Выбор режима во всех случаях осуществляется с помощью опции автоменю, содержащей выпадающий список:

<F> - Создать ассоциативную копию

Создаётся копия, элементы которой сохраняют связь с исходными родительскими элементами. При изменении исходных элементов автоматически будут меняться элементы копии.

<G> - Разрушить копию с сохранением связей

Созданная операция копирования автоматически разрушается. Созданные с её помощью элементы становятся независимыми от исходных родительских элементов. Однако между получившимися объектами сохраняются связи, аналогичные тем, что были между исходными элементами. Связи с переменными сохраняются, если это не приведёт к изменению значения переменной. В противном случае переменная заменяется на константу.

Image: Colored test of the second second

**I**∓•I

Созданная копия автоматически разрушается до отдельных несвязанных объектов. Получившиеся объекты не зависят от исходных. Скопированные элементы построения, независимо от способа создания их родительских элементов, становятся свободными объектами. Все переменные, используемые в качестве параметров исходных элементов, в новых элементах заменяются константами.

Для создания копии необходимо:

- выбрать узел, задающий исходную точку;
- выбрать узел, задающий целевую точку.

После создания первой копии, задавая следующие целевые точки, вы можете продолжить создавать копии выбранных линий изображения. Следует отметить, создавать копии допускается на любой странице чертежа.

Опция (<X>) задает режим, при котором сразу после создания копии разрушается ее связь с оригиналом. Т.е. изменения исходных линий изображения не будут влиять на линии изображения, полученные в результате перемещения. Изменить\удалить полученные элементы изображения можно при помощи команды редактирования EGraphics.

Опция (<N>) задает режим, при котором возможно выбирать только уже существующие узлы. Иначе, при нажатии и на пересечении линий построения, в котором нет узла, он будет создан.

Команда "XL" - Линейный массив. Вызов команды: Пиктограмма Ш Клавиатура <X><L> Текстовое меню "Чертёж|Массив|Линейный массив"

Для создания линейного массива необходимо задать две точки: начальную (исходную) и конечную (целевую). В качестве точек можно использовать 2D узлы: существующие (опция ) или создаваемые автоматически при помощи опции . Указанные точки задают направ-

ляющий вектор массива и, в зависимости от способа задания массива, его шаг, длину или количество копий. Копии будут располагаться вдоль направляющего вектора массива. Для окончания создания массива достаточно указать положение конечной точки. Начальная точка массива определяется автоматически, если установлен режим автоматического определения исходной точки на основе одной из характерных точек охватывающего прямоугольника.





Команда "XR" - Круговой массив.

Вызов команды: Пиктограмма

Клавиатура

<X><R>

°....

Текстовое меню "Чертёж /Массив/Круговой массив"

Для создания кругового массива необходимо после выбора объектов копирования задать точку центра массива. В качестве

центра можно с помощью опции указать 2D узел. Опция позволяет создавать узел в указанной точке с автоматической привязкой к нему (для ассоциативного массива). После выбора копируемых объектов, до указания центра массива, на экране отображаются динамически перемещаемые элементы массива.



Количество элементов и охватываемый ими угол определяются значениями по умолчанию. Изменить параметры массива можно в окне свойств.

# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Назовите типы линий изображения, команды, правила их создания.

2. Как создаются линии изображения - отрезки, дуги в команде Graphics. Продемонстрируйте.

3. Расскажите и покажите, как создаются линии изображения в режимах "связанного" и "свободного" рисования.

4. Перечислите параметры линий изображения. Измените тип выбранной линии изображения и её окончание, используя системную панель.

5. Назовите основное отличие команды Sketch от команды Graphics?

6. Как создаются линии изображения - отрезки, дуги, окружности, многоугольники, оси и фаски в команде Sketch? Продемонстрируйте.

7. Как редактируются линии изображения? Продемонстрируйте.

8. Команды XCopy, XM, XS, XL, XR, их назначения и отличия.

9. Как копируются и перемещаются элементы через буфер обмена? Продемонстрируйте.

10. Откройте демонстрационные файлы 2D\_create, 2D\_ownparam, 2D\_draw, 2D\_scetch, 2D\_copy, 2D\_buff1 и ознакомьтесь с последовательностью создания линий изображения и их копирования, выполните упражнения 7-01, 7-02, 7-03, 7-04, 7-05, 7-06, 7-07 и 7-08.

11. Нанесите линии изображения для разрабатываемых чертежей.

## Лабораторная работа № 8 НАНЕСЕНИЕ ШТРИХОВКИ И ЗАЛИВКИ

1. Цель работы: ознакомиться с командами нанесения и изменения штриховок и заливок, приобрести практические навыки работы с ними.

2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.

3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.

#### 4. Содержание и порядок выполнения работы.

4.1. Изучить команду нанесения штриховок и заливок Hatch.

4.2. Ознакомиться с заданием параметров штриховок и заливок.

4.3. Изучить команду редактирования штриховок и заливок EHatch.

4.4. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

# 5. Методические указания

5.1. Для нанесения штриховок или заливок необходимо использовать команду "Н: Создать штриховку". Штриховки, помимо своего прямого назначения, используются в

некоторых других целях: в качестве контуров удаления невидимых линий, в качестве профилей, а также в качестве исходных данных для создания трехмерных моделей (в T-FLEX CAD 3D). Область штриховки или заливки может состоять из одного или нескольких контуров. На левом рисунке изображена штриховка, состоящая из одного контура, на правом – из трех контуров.





Так как линии контуров «привязаны» к элементам построения, изменение их положения влечет за собой адекватное изменение границ контуров штриховки. Устанавливая соответствующие параметры штриховки, можно добиться необходимого способа заполнения контура, от стандартных и специальных технических до различных художественных типов. Заливка заполняет область профиля установленным цветом. При необходимости создания штриховок, не предусмотренных стандартными возможностями T-FLEX CAD, возможно задание собственных типов штриховок.

#### Нанесение штриховок

Войдите в команду "Н: Создать штриховку". Вызов команды:

9	11	1 0	,,
1	Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	<h>&gt;</h>	«Чертеж Штрнховка»	

S.	<ctrl><f></f></ctrl>	Выбор режима свободного/связанного рисования	
E	<p></p>	Задать параметры штриховки	
	\$	Параметры автоматического поиска контура	
2	<a></a>	Режим автоматического понска контура	
5	<a></a>	Режим ручного ввода контура	
- 🚜 -	<n></n>	Выбрать узел (в режиме ручного ввода контура)	
1	<l></l>	Выбрать прямую (в режиме ручного ввода контура)	
$\bigcirc$	<c></c>	Создать контур-полную окружность (в режиме ручного ввода контура)	
0	<e></e>	Создать контур-полный эллипс (в режиме ручного ввода контура)	
л,	< <i>S</i> >	Создать контур-полный сплайн (в режиме ручного ввода контура)	
*	<f4></f4>	Вызвать команду редактирования штриховок	
×	<esc></esc>	Закончить выполнение команды	

Для вас доступны следующие опции:

5.2. Для того чтобы задать параметры штриховки, необходимо вызвать опцию *<P>*. При этом на экране появится диалоговое окно "Параметры штриховки". Часть параметров штриховки можно задать в системной панели.

Необходимо отметить, что при задании параметров до начала ввода контура штриховки установленные значения будут действительны для всех последующих штриховок. Для установки параметров какой-либо одной штриховки надо задать параметры в процессе создания штриховки.

## Закладка «Заполнение»

# Общие параметры для всех способов заполнения

**Метод заполнения**. Этот пункт задаёт способ заполнения контура. Параметры для каждого из способов будут описаны ниже.

**Невидимые линии**. В случае установки данного параметра контур будет использоваться для удаления невидимых линий. Любые элементы, имеющие более низкий приоритет, будут скрыты штриховкой. Это относится также и к сборочным чертежам.

**Профиль.** В случае установки параметра штриховка будет использоваться как профиль для генерации профиль-файла в команде "**PR: Записать профиль**". Это необходимо при выводе геометрической информации о контуре детали для последующей обработки.

Уровень. Целое число в пределах от -126 до 127, которое определяет, будет ли отображаться штриховка на экране при перерисовке.

**Приоритет**. Целое число в пределах от -126 до 127, показывающее порядок прорисовки элементов изображения (чем больше число, тем "главнее" элемент).

Слой. Задает имя текущего слоя.

Цвет. Имеется возможность для штриховки выбрать цвет из таблицы или по номеру (0 256).

#### Параметры штриховки

Штриховка может заполняться сплошными линиями под произвольным углом в одном или двух направлениях.

Угол. Угол наклона линий штриховки в градусах относительно оси Х.

Шаг. Расстояние между линиями штриховки.

Вторая штриховка. В случае установки данного параметра штриховка выполняется в двух направлениях.

Толщина линии. Определяет толщину линии, используемой для штриховки.

**Круговая**. При включении этого параметра штриховка заполняет контур концентрическими окружностями с указанными параметрами (шаг, цвет, толщина линии и т.д.). В случае если точка привязки штриховки не выбрана, то положение центра выбирается системой самостоятельно. Когда точка привязки штриховки задана, центр будет находиться в этой точке.

#### Параметры заливки



Тип заливки задаётся параметром "Переход цвета". Из выпадающего списка можно выбрать следующие варианты:

**Нет**. Заливка выполняется сплошным цветом. Такая штриховка не имеет дополнительных параметров, кроме общих для всех способов заполнения.

Параметры штрико	DIC/	х
Заполниние Обека	14.8	
Метод заполнени Ф Штриев	ия еко С. Далиено С. По дбразца. С. <u>Н</u> асидионая	
Hesaugor	Oppose arpseconce         Etopose arpseconce           Sroxt         45         Sroxt         Srox	
Продыть	Spenner 0 2 Crack Devence v	
	Othersa	



Перенод цеета -	Her	
	Her	
	Пинейный	- N-
	Круговой	16

Линейный. Заливка с линейным переходом цвета. Шкала, появляющаяся в диалоге параметров, отображает цветность штриховки. По умолчанию устанавливается чёрно-белая шкала переходов цвета (от белого к чёрному через оттенки серого).



Цветность шкалы можно изменять, задавая произвольные цвета в любом количестве.



#### Режим автоматического поиска контура штриховки

Для активизации режима нажмите на пиктограмму 🔊 в автоменю или на клавиатуре <A>. В этом режиме можно получить контур штриховки, ограниченный только линиями изображения. Для нахождения контура штриховки необходимо поместить курсор в точку, лежащую внутри предполагаемого контура штриховки и нажать 🖲. Найденный контур будет подсвечен. Если автоматический поиск контура штриховки длится дольше 3-х секунд, на экран выводится окно с кнопкой «Отмена».

На результат автоматического поиска влияют параметры, установленные для данного режима. Параметры автоматического поиска задаются в диалоге, вызываемом с помощью оп-

ции Ш. Прежде всего, в окне данного диалога указываются типы линий изображения, учитываемые при автоматическом поиске контура штриховки. Допустимое значение разрывов между линиями изображения определяется параметром "Точность поиска". Если линии изображения расположены на расстоянии, меньшем или равном заданному данным параметром, то система будет считать, что они имеют точку пересечения и может включить их в контур штриховки. Параметр "Искать:" позволяет задать более точные требования к результату поиска контура штриховки. Если данный параметр имеет значение "Наружный контур", то си-

Автонатический поиск во	нтуров 🗵
<u>Вокоты</u> Внутранные конт	ryper 💌
<ul> <li>Датонатический понак о</li> <li>Долько на видиной части</li> <li>Хчитывать линии франк</li> </ul>	стравов (дырок) имертежа ентар
Осанировать линии изобраз	08-010:
Основные Понкие Штрикавие Осевые Осевые Осевые	* + +)+
Дочность поноса:	106 💻 🖹
OK	Отнянить

стема осуществляет поиск наибольшего замкнутого контура. Внутренние контуры при этом не учитываются. При установке значения "Внутренние контуры" система возвращает наименьший контур, содержащий точку положения курсора при поиске. Обработка внутренних контуров в этом случае зависит от состояния дополнительного флажка "Автоматический поиск островов (дырок)". Если данный флажок установлен, то найденные внутренние контура включаются в результирующий контур штриховки (выявленные островки штриховкой не заполняются). Когда флажок снят, внутренние контуры игнорируются. При работе с очень насыщенными чертежами поиск контура штриховки может занять достаточно большое время. Его можно уменьшить, установив флажок "Только на видимой части чертежа".

#### Режим ручного ввода контура штриховки

При ручном вводе контура штриховки работает механизм объектной привязки. Если курсор приблизить к элементу чертежа, его значок принимает соответствующий вид, а элемент подсвечивается. Объектную привязку можно отключить, если нажать на соответствующую пиктограмму на панели "Вид". Если вы хотите в качестве контура использовать какие-то уже созданные построения, то обратите внимание на то, чтобы вы находились не в режиме свободного рисования, а в режиме привязки к построениям, то есть в автоменю должна быть установлена пиктограмма. Первым действием для ручного ввода контура штриховки является выбор начальной точки. Можно выбрать существующий 2D узел, можно его создать, указав на пересечение линий построения. Затем необходимо последовательно задать контур.

5.3. Для изменения штриховок или заливок можно использовать команду "EH: Изменить штриховку":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<eh></eh>	«Правка Чертеж Штрнховка»	<b>2</b>

Выбор штриховки или заливки для изменения осуществляется нажатием . Также можно выбрать элемент из списка, если для него было создано имя. После выбора штриховки или заливки возможны следующие действия:

#### Изменение параметров штриховки или заливки

Осуществляется опцией  $\langle P \rangle$  и изменением параметров штриховки или заливки. Можно сменить тип штриховки, например, штриховку по образцу сменить на заливку. При этом контур заполнится в соответствии с теми установками, которые были заданы для создания новых заливок. Как и при создании штриховки, часть параметров доступна в системной панели после выбора штриховки.

## Удаление всей области штриховки или заливки

Для этого необходимо нажать клавишу *<Del>* (пиктограмма 🖆 в автоменю).

В случае использования выбранной штриховки при построении 3D модели, просто удалить ее не удастся. Придется удалить всю цепочку элементов модели, созданных на основе выбранной штриховки, что не всегда удобно. В таких случаях можно отредактировать контур выбранной штриховки.

#### Редактирование отдельного сегмента контура

Для изменения сегмента контура необходимо выполнить следующий набор действий:

- в режиме редактирования контура выбрать необходимый сегмент контура;

- выбрать элемент построения, определяющий новый сегмент контура: прямая, окружность, эллипс или сплайн (выбор элемента осуществляется соответствующей опцией). Узлы, ограничивающие сегмент контура, должны быть связаны с выбранным элементом построения;

# - подтвердить изменения с помощью пиктограммы Шили клавиши *«End»*.

## Привязка сегмента контура - дуги к дополнительному узлу

Если редактируемый участок контура является дугой, то в автоменю становится доступна опция для привязки к дополнительному узлу . Этот узел будет определять вариант прохождения контура штриховки по дуге окружности, построенной на основе линии построения. При изменении чертежа контур штриховки будет привязываться к той дуге, которая находится наиболее близко к узлу привязки.

# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Назначение команды Hatch в системе T-FLEX CAD.
- 2. Что обозначает невидимая штриховка?

3. Как осуществляется ручной и автоматический ввод контура штриховки? Продемонстрируйте.

- 4. Какие параметры штриховок и заливок вы знаете?
- 5. Как редактируются штриховки и заливки? Продемонстрируйте.
- 6. Какие опции доступны пользователю в командах редактирования штриховок и заливок?
- 7. Выполните упражнения 8-01 и 8-02.
- 8. Нанесите штриховки на разрабатываемые чертежи.

## Лабораторная работа № 9 НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

- **1. Цель работы:** ознакомиться с командами нанесения и редактирования размеров, приобрести практические навыки работы с ними.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.

## 4. Содержание и порядок выполнения работы.

- 4.1. Ознакомиться с типами размеров, способами их нанесения.
- 4.2. Ознакомиться с заданием параметров размеров.
- 4.3. Изучить команду редактирования размеров.
- 4.4. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания

5.1. В системе T-FLEX CAD размеры привязаны к прямым линиям построения или изображения и узлам, за исключением радиальных и диаметральных, положение которых определяется положением окружности, на которой они проставлены.

После вызова команды создания размера можно нажать  $\bigcirc$  рядом с любой линией построения или изображения. Линия выделится. Либо можно указать курсором на прямую и нажать <L>. Также можно выбрать узел (клавиша <N>) или окружность (клавиша <C>). В зависимости от того, что выбирается на этом шаге, появляются различные возможности дальнейших действий.

## Размеры между двумя прямыми или между прямой и узлом

Если первым элементом была выбрана линия, то теперь необходимо задать второй элемент привязки размера. При построении линейного размера этим элементом может быть либо другая прямая, параллельная первой, либо узел. Если нужно построить угловой размер, выбирается линия, расположенная под углом к первой прямой.

При построении размера между двумя прямыми, система самостоятельно находит ближайшие узлы, которые расположены на этих прямых, и привязывает к ним начало выносных линий. При этом, однако, всегда имеется возможность переназначить узлы, к которым привязывается размер. Очевидно, что для выбора второго элемента привязки можно использовать обычную для T-FLEX технологию. Можно нажать I или <*L*>, указав на линию построения. Можно выбрать узел с помощью опции <*N*>, тогда создастся размер между линией и узлом.

После того, как выбран второй элемент привязки, независимо от того, каким образом это было сделано, на экране рядом с курсором появится изображение размера, которое можно перемещать при помощи мыши. Начало и конец размерной линии будут помечены

цифрами: "1" – начало размерной линии, "2" – конец размерной линии. Появившиеся в автоменю новые опции отражают возможные дальнейшие действия. Причем это относится как к линейному, так и к угловому размеру (в случае, если две выбранные линии пересекаются).

После того, как были выбраны две линии, между которыми необходимо проставить размер, можно сразу нажать  $\bigcirc$ , указав курсором нужное положение размера. Предварительно можно задать параметры данного размера, вызвав опцию  $\blacksquare$ , а также указать расположение размерных линий. В этом смысле важными являются опции *«Пробел»* и *«Т»*. Ниже представлены несколько примеров размеров, которые можно проставить между двумя линиями или линией и узлом.



2



Опция опозволяет назначить узлы привязки для размерных линий (по умолчанию система выбирает ближайший от места расположения размера узел на выбранной линии). Допустим, нижняя размерная линия на первом рисунке привязана по умолчанию. Зададим другой узел привязки с помощью опции <N>. Изменённое изображение размера показано на рисунке справа.



При включенном состоянии опции размерное число будет располагаться по центру между выносными линиями. При отключенном режиме центрирования размерное число располагается в месте указания курсора. Опция позволяет быстро менять символ, стоящий перед размерным числом ("R", "Ø", "M","□","o"), без вызова диалога параметров размера. При построении размера с выноской опция (<Z>) позволит изменить вид и ориентацию выносной полки размера.

Нажатие (<Z>) приводит к смене четверти, на которой строится размер. Курсор при этом должен быть установлен в ту четверть, где нужно построить размер.



#### Размеры между двумя узлами

Во многом простановка размеров между двумя узлами аналогична простановке размера между двумя линиями. Исключение составляет лишь то, что могут быть различные варианты расположения выносных линий.



Для выбора узлов используется опция:



Если два узла, между которыми будет проставляться размер, соединены линией изображения, то используется опция 🔊. После вызова опции укажите необходимый отрезок и для создания размера автоматически выберутся узлы на его концах.



В автоменю за смену вариантов размеров между двумя узлами отвечает опция <М>:

$\langle \nabla \rangle$	<m></m>	Изменить способ прорисовки размера
--------------------------	---------	------------------------------------

#### Создание размера дуги окружности

Для создания размера дуги окружности используется опция 🖾. После выбора опции в автоменю доступны следующие пиктограммы:

*	<n></n>	Выбрать узел
Х	<esc></esc>	Отменить выбор

Создание размера для полной дуги начинается с выбора соответствующей линии изображения.

Если же необходимо создать размер для части дуги или окружности, ограниченной двумя узлами, требуется поочерёдно:

1. Выбрать начальный узел измеряемой дуги.

- 2. Выбрать конечный узел измеряемой дуги.
- 3. Выбрать дугу или окружность, проходящие через эти узлы.

$\bigcirc$	<c></c>	Выбрать окружность

После выбора дуги одним из этих способов в автоменю появятся опции:

PE	<₽>	Установить параметры размера
E	<alt+p></alt+p>	Скопировать свойства с существующего элемента
÷ <del>7</del>	<z></z>	Изменить направление полки
$[e^{\sum_{i=1}^{n}}]$	<Пробел>	Задать положение размера в абсолютных координатах
<u>i≓</u> i	<j></j>	Включить режим центрирования размера
,Ž.,	<t></t>	Привязать размер к узлу
-35-	<k></k>	Разрушить привязку
<b>A</b> /	<h></h>	Параллельные/радиальные выносные линии
×	<esc></esc>	Отменить выбор

#### Создание цепочек размеров

Опция Ш позволяет создавать цепочки размеров между группой параллельных линий, а также дополнять уже существующие цепочки размеров. После выбора опции в автоменю становятся доступны следующие пиктограммы:

	<d></d>	Выбрать размер в цепи
1	<l></l>	Выбрать прямую
- 34 -	<n></n>	Выбрать узел
×	<esc></esc>	Отменнть выбор

Опция служит для простановки размеров от одной базы. Процесс создания данного типа размеров в основном аналогичен предыдущему случаю (с заданием цепочки размеров от общей базы), за исключением ряда дополнительных особенностей.

У ординатного размера, в отличие от обычного, рисуются только выносные линии, а размерные отсутствуют.



#### Создание размеров на окружности

Для размеров на окружности существует лишь один элемент привязки – сама окружность, на которой проставляется размер. После вызова команда "D: Создать размер", нужно указать курсором на необходимую окружность и нажать или  $\langle C \rangle$ . Окружность выделится, а рядом с курсором появится перемещаемое изображение радиального или диаметрального размера.

5.2. Параметры размера задаются в окне свойств команды до завершения создания (или редактирования) размера. Параметры размеры в окне свойств разбиты на несколько разделов в соответствии с типом параметра. В зависимости от типа создаваемого размера (угловой, линейный, радиальный, строительный, по дуге) наборы параметров в разделах могут изменяться.

#### Раздел «Значение»

**Номинал**. Параметры данной группы определяют, как будет задаваться номинальное значение размера. Из выпадающего списка можно выбрать следующие варианты:

Нет. Размерное число не проставляется на размере.

Авто. Размерное число рассчитывается автоматически на основе элементов чертежа, по которым он построен. Это позволяет размеру автоматически изменять свое значение при каком-либо изменении чертежа. Поле справа для ручного ввода размерного числа недоступно.

**Вручную**. Значение размерного числа указывается вручную пользователем. Число задаётся в поле ввода справа от выпадающего списка. При каком-либо изменении чертежа значение такого размера будет оставаться неизменным. Данный вариант используется, когда необходимо проставить на чертеже размерное число, не соответствующее расчетному значению размера.

**Вручную с поправками**. Значение размерного числа задаётся вручную пользователем, как в предыдущем варианте. Однако на чертеже размерное число данного размера будет отображаться с учётом заданного масштаба и поправки (см. ниже).

Группа "**Масштаб**" позволяет задать значение **масштабного коэффициента**. Масштабный коэффициент даёт возможность управления значением размера. Например, какая-то часть чертежа выполнена в другом масштабе. Поскольку единицы измерения на всём пространстве чертеже одни и те же, для размеров этой части чертежа необходимо установить масштабный коэффициент. Тогда размерное число на размере будет отображаться с учётом заданного масштаба (т.е. умноженное на заданный масштабный коэффициент). Значение масштаба не учитывается, если для параметра "Номинал" установлено значение "Вручную".Из выпадающего списка можно выбрать необходимый вариант:

Из статуса. На значение размера будут влиять установки, заданные на закладке «Размеры» в диалоге команды "Настройка|Статус...".Нет. Размер не имеет масштабного коэффи-

циента. Дюймы/мм, Мм/Дюймы. Стандартные масштабные коэффициенты, введённые для удобства пользователя. При выборе одного из этих пунктов автоматически задаётся необходимый масштабный коэффициент для перехода на другие единицы измерения.

**Пользователя**. Данный вариант устанавливается, когда необходимо задать произвольный масштабный коэффициент. Значение коэффициента вводится в поле ввода справа от выпадающего списка. Например, в примере, показанном на рисунке справа, задан масштабный коэффициент "5" для обоих размеров (у верхнего размера задана поправка "100").

#### Раздел «Строки»

В данном разделе окна свойств собраны параметры, позволяющие задать текст, который необходимо проставить до, после или под размерным числом.

Ширина 135 мм Текст пяд размором

Можно задавать эти строки вручную, можно использовать подстановку численных или текстовых переменных.

Для того чтобы вставить в одну из строк размера переменную, необходимо указать в соответствующей строке её имя, заключенное в фигурные скобки. Например, если необходимо, чтобы в тексте размера появилось значение переменной «А» данного чертежа, необходимо в соответствующей строке записать {А}.









Ширина 🔳 Послек 🕅

#### Раздел «Допуск»

В этом разделе окна свойств задаются поля допусков и предельные отклонения. Первый параметр "Вид" данного раздела определяет, какие параметры будут выводиться вместе с номиналом размера:

Номинал. Показывается только значение размера.

Номинал+Отклонения. Рядом со значением размера проставляются значения предельных отклонений.

**Номинал+Поле допуска**. Рядом со значением размера будет выведено поле допуска.

**Все параметры**. При выборе этого способа будут выводиться и поле допуска, и предельные отклонения.

#### Раздел «Стиль»

🛞 Допуск
Стив.
Beak: 🕞 💌 Ten: 🔤 💌
Онещение страка 🛛 🚊
Онешение линий: 🚊
E Panka
Стрелки снаружи
Очистса фона
Под. разнерными пиниями
Под, выпосными линияни
🛞 Стрелки
😂 Единицы
🛞 Альт, разнер
O Deserve

Знак. Для линейного размера данный параметр задаёт специальный символ, который должен отображаться перед значением размера. Это необходимо, если нужно проставить, например, радиальный, диаметральный или резьбовой размер. Для размера дуги окружности этот параметр недоступен.

**Тип**. Параметр необходимо использовать в том случае, если нужно получить линейный размер без выносных линий (часто используется при задании размеров от осевой линии). Также данный параметр можно использовать для простановки односторонних размеров (используются для размеров на разрезах или для разме-

ров на крупногабаритных деталях).

Смещение строк. Параметр задаёт расстояние, на которое размерное число и строка под размером будут отстоять от размерной линии или от полки (по умолчанию = 0).

Смещение строк. Параметр задаёт расстояние, на которое размерное число и строка под размером будут отстоять от размерной линии или от полки (по умолчанию = 0).

Рамка. При установке данного флажка размерное число будет обведено прямоугольной рамкой.

Стрелки снаружи. При установке данного флажка стрелки размера всегда рисуются снаружи относительно выносных линий. При отключенном флажке (по умолчанию) расположение стрелок определяется автоматически в зависимости от расстояния между линиями, между которыми расположен размер. В случае, если стрелки не умещаются внутри, они автоматически выносятся наружу.

Группа "**Очистка фона**" позволяет включить режим удаления изображения под элементами размера:

Под размерными линиями. Удаление изображения под размерными линиями и стрелками размеров (на расстоянии, равном толщине основной линии).

**Под выносными линиями**. Удаление изображения под выносными линиями (на расстоянии, равном толщине основной линии). Для радиальных размеров данный параметр управляет также очисткой фона за крестиком (обозначающим центр окружности).

5.3. Редактирование размеров осуществляется в команде "ЕD: Изменить размер":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ed></ed>	«Правка Чертеж Размер»	₹₹

После вызова команды становятся доступны следующие опции:

	<enter></enter>	Выбрать размер
*	<*>	Выбрать все элементы
×	<esc></esc>	Закончить выполнение команды





로 의 디 다



Если выбрать для редактирования один размер, указав на него курсором и нажав<sup>,</sup>, то выбранный размер подсветится, в окне свойств отобразятся параметры данного размера.

У выбранного размера можно изменить положение, привязку к различным элементам чертежа или параметры, которые были заданы во время простановки. Для этого необходимо в автоменю выбрать соответствующую опцию.

Опция В позволяет быстро менять символ, стоящий перед размерным числом ("R", "Ø", "М","□","о"), без вызова диалога параметров размера. Опция Служит для изменения элементов (линии, узлы) привязки редактируемого размера.

Привязка размера, созданного с помощью опции , может быть изменена выбором двух узлов. Иногда бывает необходимо изменить начальную точку какой-либо выносной линии. Для этого, после выбора размера, необходимо: указать на тот







узел, из которого должна начинаться выносная линия и использовать опцию 🛄. Если выбрал-

ся не тот размер, то выбор можно изменить при помощи опции 🗟. Опция 🔊, (или 🔊

Для редактирования параметров нескольких выбранных размеров используется опция:



Сначала на экране появится диалог выбора изменяемых параметров. После этого на экране появится стандартное окно диалога параметров размера, где можно установить новые значения. Для задания цвета, слоя, уровня и приоритета также можно воспользоваться систем-

ной панелью. Скопировать параметры с другого существующего размера позволит опция 🖾.

Третий способ выбора размера для редактирования доступен, когда система находится в режиме ожидания команды. Нужно подвести курсор к размеру, который необходимо изменить и нажать. В результате будет запущена команда редактирования выбранного размера. Также можно, выбрав размер, нажать . В появившемся контекстном меню доступны команды редактирования, удаления и изменения свойств выбранного размера.

# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ.

- 1. Назовите типы размеров и способы их привязки?
- 2. Как наносятся линейные и угловые размеры? Продемонстрируйте.
- 3. Расскажите и покажите, как проставляются размеры в режиме выносной полки.
- 4. Как наносятся размеры на окружности? Покажите.
- 5. Какие параметры размеров вы знаете?
- 6. С помощью каких закладок можно изменять параметры размеров?
- 7. Как устанавливается в строку нанесения размера специальный символ?
- 8. Как редактируются параметры выбранных размеров? Продемонстрируйте.
- 9. Откройте демонстрационные файлы 2D\_eskd, 2D\_dimensions и ознакомьтесь с последовательностью нанесения размеров в T-FLEX CAD, выполните упражнения 9-01, 9-02, 9-03 и 9-04. Нанесите размеры для разрабатываемых чертежей.

# Лабораторная работа № 10 НАНЕСЕНИЕ ДОПУСКОВ ФОРМ И ШЕРОХОВАТОСТИ

- 1. Цель работы: ознакомиться с командами нанесения и редактирования надписей, допусков форм, шероховатости, приобрести практические навыки работы с ними.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.

3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.

#### 4. Содержание и порядок выполнения работы.

4.1. Ознакомиться с командой простановки допусков форм, заданием их параметров.

4.2. Изучить команды простановки и редактирования шероховатости.

4.3. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания.

5.1. Для простановки на чертеже обозначения допуска формы и расположения поверхностей (далее – обозначение допуска) или базы необходимо использовать команду **"FO: Создать** допуск поверхности".

Обозначение допуска или база могут изображаться как с выносной линией, так и без нее.



Размер элемента обозначения допуска связан с размером шрифта, который задан либо в параметрах конкретного элемента, либо в команде "ST: Задать параметры документа" на закладке "Шрифт".

Войдите в команду "FO: Создать допуск поверхности":

]	Клавнатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	<f0></f0>	"Чертеж Допуск"	A

# Создание допуска.

После вызова команды "FO: Создать допуск поверхности" курсор принимает форму прямоугольника. Нажатием можно сразу привязать допуск в абсолютных координатах в месте положения курсора. Объектную привязку можно использовать для привязки обозначения допуска к таким элементам как линия построения (прямая), линия изображения (отрезок), 2D узел, линии изображения, принадлежащие 2D проекциям или 2D фрагментам, к точкам сочленения линий изображения, принадлежащих 2D проекциям или 2D фрагментам (при выборе точки создаётся 2D узел). Также можно считывать значение размера для автоматического расчёта допуска. При приближении курсора ближайший к нему элемент подсвечивается.

При привязке к узлу положение обозначения допуска фиксируется после выбора узла с помощью мыши или опции <*N*>.



При привязке к линии построения, после выбора прямой появляется динамический курсор, перемещаемый по выбранной линии. Подведя курсор к нужному



При привязке к линии изображения, после её выбора с помощью мыши или опции <L>, также появляется динамический курсор, перемещаемый по выбранной линии. Подведя курсор к нужному месту, следует нажать для фиксации положения обозначения допуска. При этом обозначение допуска может находиться за пределами линии изображения – на её продолжении.



Для того, чтобы связать допуск с размером для автоматического расчёта значения допуска, необходимо нажать пиктограмму 🖾 в автоменю или клавишу *<D>* и выбрать нужный раз-

мер. Само обозначение допуска при этом может располагаться в произвольном месте. Привязать обозначение к другому допуску можно, если нажать пиктограмму в автоменю и выбрать обозначение допуска. Новый допуск будет расположен снизу от выбранного. Если тип допуска совпадает с предыдущим, то поле обозначения типа двух допусков объединяется.

## Создание выноски или допуска с выноской

Для создания выноски или допуска с выноской необходимо воспользоваться пиктограммой в автоменю или нажать клавишу <2>. При этом курсор принимает соответствующий вид и становится доступным следующий набор опций в автоменю:

<b>FE</b>	<p></p>	Установить параметры
1	<l></l>	Выбрать прямую
	<t></t>	Выбрать обозначение допуска
121	<d></d>	Установить связь с размером
×	<f4></f4>	Выполнить команду для изменения допусков с выноской
×	<esc></esc>	Закончить выполнение команды

Допуск с выноской можно привязать к линии построения или линии изображения, а также к размеру. Для этого необходимо выбрать соответствующий элемент – либо мышкой с помощью объектной привязки, либо с помощью клавиатуры. После выбора линии появляется динамический курсор. Для фиксации положения допуска нужно нажать . При привязке к линии выноска строится перпендикулярно к выбранной линии.

1 1 6 6



Для перемещения допуска с выноской необходимо выделить Шлинию выноски и в кон-

текстном меню выбрать команду «Изменить». После этого появится динамический курсор, и можно поменять положение допуска, зафиксировав новое положение . Если выбрать пункт контекстного меню «Свойства», то появится диалоговое окно настроек параметров выноски. Здесь можно установить тип, толщину и размер стрелки, а также общие для всех элементов системы параметры: уровень, слой, приоритет, цвет.

Для построения дополнительной выносной линии нужно воспользоваться пиктограммой в автоменю после предварительного вызова команды «Создать выноску или допуск с выноской» (пиктограмма). После нажатия на пиктограмму необходимо выбрать обозначение допуска, от которого нужно построить выносную линию. Можно построить ломаную выносную линию с углами 90°. Конец выносной линии должен быть привязан к линии изображения или линии построения. При этом последний участок выносной линии строится перпендикулярно к той линии, к которой он привязывается.

#### Создание выноски или базы с выноской

Для создания выноски или базы с выноской необходимо воспользоваться пиктограммой в автоменю или нажать клавишу <3>. Принцип создания и редактирования этих элементов аналогичен созданию и редактированию допуска с выноской. Выноска для базы имеет другое окончание.

μ	
<b>_</b>	 





Каждый раз после фиксации положения допуска или базы появляется диалоговое окно «Параметры допуска», в котором необходимо задать нужные настройки. Параметры различаются в зависимости от того, что вам необходимо создать: обозначение базы или обозначение допуска. Для обозначения допуска выводится окно диалога "Параметры допуска".

Сначала выбирается необходимый вид допуска:

Затем вводятся значения его параметров:

выражение. Соответствует одному из перечисленных ниже варианто
--

	- не указывается;
R	<ul> <li>если круговое или цилиндрическое поле допуска указывается раднусом;</li> </ul>
D	<ul> <li>указывается его днаметром;</li> </ul>
Сфера R.	<ul> <li>если сферическое поле допуска указывается раднусом;</li> </ul>
Сфера D	<ul> <li>если сферическое поле допуска указывается диаметром;</li> </ul>
т	<ul> <li>если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности, а также позиционные допуски (для случая, когда поле позиционного допуска ограничено двумя параллельными прямыми или плоскостями) указываются в диаметральном выражении;</li> </ul>
T/2	<ul> <li>для тех же видов допусков, если они указываются в радиусном выражении.</li> </ul>

Прянолинейноста

Плоскостность Круглость

Шилиндричность

Профиль предольного сел Параллельность

Перпендикулярность

000

Способ задания. Определяет то, как будет получено значение допуска. Либо вы его вводите вручную, либо он рассчитывается автоматически в зависимости от значения размера и точности.

**Размер.** Значение размера, от которого зависит величина допуска. Если при простановке допуска вы связали его с размером, то в поле параметра автоматически занесется номинальное значение размера. Значение размера влияет на величину допуска при автоматическом расчёте. Для установления зависимости значения параметра "**Размер**" от обозначения размера перед выбором элемента привязки необходимо с помощью опции *«D»* выбрать необходимый размер. В этом случае, при изменении величины размера, значение допуска пересчитывается автоматически.

**Точность.** Может принимать значения целого числа от 3 до 16 включительно. Задание этого параметра имеет смысл лишь при автоматическом расчёте значения допуска.

Значение. Является величиной допуска, которая либо ведена вручную, либо была рассчитана автоматически. Для ручного выбора этого параметра создан список значений.

База 1, База 2 и База 3. Это имена баз, которые могут быть размещены в обозначении допуска. Они представляют из себя текстовые строки. Как и в других параметрах, являющихся текстовыми строками, в качестве имен баз можно использовать переменные.

Задание. Может принимать значения "Нет" и "Да". Если параметр имеет значение "Да", то после значения допуска будет проставлено значение размера.

**Текст после.** В параметре "**Текст после**" вы можете ввести любую текстовую строку, которая должна прорисоваться после значения допуска. Например,

можно указать признаки зависимости, выступания и т.д. Для этого используйте комбинацию клавиш  $\langle All+F9\rangle$ . При необходимости используйте в этой строке переменные, заключая их в фигурные скобки.

**Поворот.** Может принимать значения "**Нет**" и "**Да**". Во втором случае обозначение допуска будет повернуто на 90 градусов.



Ŧ

-

- H

TATE | Douby |

Прановнейност

urepen L: 🔳 2: 🔳 2:

٠

6 4mm

Наклон

Сааснасть Симунтричность

Позиционный

Пересечение осей Рад-альное билие

Торшевое бнение

6

÷

0.01/10

Положение. Определяет положение рамки относительно узла привязки. Существует восемь различных вариантов положения, которые выбираются из меню.

Уровень, Приоритет, Цвет и Слой имеют такой же смысл, как и для других элементов чертежа.

Параметры шрифта. На закладке "Шрифт" можно поменять установки шрифта, который будет использован при прорисовке знака. Учтите, что от этих установок изменится и размер самого обозначения.

Установить по умолчанию. Установка этого параметра означает, что вновь создаваемые обозначения допусков будут иметь текущие установки.

Если вы выберите значение "База", то тогда вам необходимо будет задать другой, более короткий, список параметров: База, Положение и общесистемные параметры Уровень, Приоритет, Цвет, Слой. После задания параметров допуска или базы обозначение прорисовывается на чертеже.

Клавнатура

<R0>

<Alt+N>

После задания параметров допуска или базы обозначение прорисовывается на чертеже.

**Показывать окно диалога параметров при создании**. При установленном параметре окно диалога параметров при создании допуска или базы будет выводиться на экран автоматически. Данный параметр присутствует в окне диалога только при вызове его из команды создания допусков.

5.2. По своему характеру простановка символов обозначения шероховатости похожа на надписи и допуски. Сначала вы задаете положение и привязку шероховатости, а затем задаете ее параметры. Размер элемента обозначения связан с размером шрифта, который задан либо в параметрах конкретного элемента, либо в команде "ST: Задать параметры документа" на закладке "Шрифт".

Для того чтобы проставить шероховатость, необходимо войти в команду "RO: Создать шероховатость":

"ЧертежШероховатость"

Нажатием <sup>®</sup>можно сразу привязать шероховатость в абсолютных координатах в месте положения курсора. Точное значение координат можно задать в окне свойств команды. Способ привязки создаваемой шероховатости определяются состоянием опции . Данная опция содержит выпадающий список со следующими вариантами:

Шероховатость без выносной полки

	1	<alt+l></alt+l>	Шероховатость с выносной полкой	
	ζ	<alt+t></alt+t>	Привязка к точке знака	
ивязки обоз	вначени	ия шерох	коватости к линии построения и.	ли изображ
пути или	функці	ии) мож	но использовать опцию <l> (&lt;</l>	<i>E</i> >, < <i>S</i> >). I
				-

Для привязки обозначения шероховатости к линии построения или изображения (эллипсу, сплайну, пути или функции) можно использовать опцию  $\langle L \rangle$  ( $\langle E \rangle$ ,  $\langle S \rangle$ ). Графический курсор должен указывать на нужную линию. На линии построения должен быть хотя бы один узел. При этом создаваемая шероховатость привязывается к линии и к ближайшему узлу на линии построения. От узла к обозначению шероховатости по умолчанию создаётся выносная линия (от создания выносной линии можно отказаться в окне свойств команды).

При включенной объектной привязке для выбора элемента привязки достаточно подвести курсор к нужному элементу (он подсветится, а курсор поменяет вид в соответствии с видом выбранного элемента) и нажать . Опции выбора элементов привязки при этом можно использовать в сложных случаях для упрощения выбора элемента. После выбора элемента линии построения или изображения (эллипса, сплайна, пути или функции) к нему будет привязано динамически привязанное обозначение шероховатости. Для завершения создания нужно указать курсором требуемое место расположения обозначения шероховатости (расстояние от уз-

# Book



ла, к которому привязана создаваемая шероховатость) и нажать. Точное положение шероховатости на линии построения или изображения можно задать в окне свойств команды.

Для привязки шероховатости к окружности используется клавиша <*C*>.



Размер выбирается с помощью клавиши <D>.



Обозначение шероховатости можно также привязывать к линиям изображения. При приближении курсора к линии изображения срабатывает объектная привязка – элемент подсвечивается. Если обозначение шероховатости построено за пределами линии изображения, то по умолчанию строится выносная линия до знака шероховатости на продолжении линии изображения (построение выносной линии можно отключить в параметрах шероховатости).

В команде "ERO: Изменить шероховатость" (опция <F4> в команде "RO: Создать шероховатость") можно изменить привязку, место расположения обозначения и значение параметров шероховатости:



Обозначение шероховатости можно выбрать, указав на него курсором и нажав, или воспользоваться множественным выбором. Как и для других элементов чертежа, множественный выбор осуществляется опцией . Использование в сочетании с нажатой клавишей *Shift>* добавляет элемент к списку выбранных, а с клавишей *Ctrl>* - удаляет из списка выбранных.

Опция *<P>* позволяет изменить параметры для нескольких выбранных обозначений шероховатости. Изменение параметров в случае выбора одного элемента аналогично заданию параметров шероховатости. Если же вы выбрали несколько шероховатостей для редактирования, то необходимо сначала определить, какие параметры следует изменять, в окне диалога "Изменять параметры". По умолчанию редактированию подлежат все параметры выбранных элементов. После указания параметров для редактирования и нажатия **[OK]**, вам становится доступным стандартное окно задания параметров шероховатости.

Канкнить парачитры	B
Паранетры 17 Басствей пережитрі 17 Щаговей пережитр 17 Опноситальная спорная дляна	Понетить доя Отнонеть полектку
-Стинь. Г Зака: В запажаение нерознастей Г (рока знако Р (рок	IF Spearers IF Spear IF Decision IF Gener IF Gener IF Chura spinging
	0E Onemrs

# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Расскажите и покажите, как наносятся базы и допуски форм в T-FLEX CAD.
- 2. Какие способы нанесения обозначений допусков форм вы знаете?
- 3. Как редактируются обозначения допусков форм? Продемонстрируйте.
- 4. Как наносятся шероховатости в T-FLEX CAD? Покажите.
- 5. С помощью, каких закладок можно изменять параметры шероховатостей?
- 6. Какие опции доступны пользователю в командах редактирования шероховатостей?
- 7. Откройте демонстрационный файл 2D\_eskd и ознакомьтесь с последовательностью нанесения допусков форм и шероховатости в T-FLEX CAD, выполните упражнения 10-01,10-02 и 10-03.
- 8. Нанесите допуски форм и шероховатости на разрабатываемые чертежи.

# Лабораторная работа № 11 НАНЕСЕНИЕ НАДПИСЕЙ И ТЕКСТОВ

- **1. Цель работы:** ознакомиться с командами нанесения и редактирования надписей и текстов, приобрести практические навыки работы с ними.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.

#### 4. Содержание и порядок выполнения работы.

- 4.1. Ознакомиться с командами нанесения и редактирования надписей, заданием их параметров.
- 4.2. Изучить команды нанесения и редактирования текстов.
- 4.3. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт

## 5. Методические указания

5.1. Надпись служит для оформления множества различных элементов чертежа - задание пунктов спецификации, указание мест клеймения, маркировки и т.д. Надпись состоит из двух частей: линии выноски (стрелки) и полки. Для нанесения надписи необходимо задать положение обеих частей, то есть надпись имеет две точки привязки. В зависимости от установленных параметров вы можете получать различные элементы оформления.



Создание надписей осуществляется в команде "IN: Создать надпись":

Клавнатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<in></in>	"Чертеж Надпись"	74

Для создания надписи необходимо последовательно задать положение двух точек. Первая определяет положение линии-стрелки надписи, вторая - положение выносной полки. Положение второй точки может быть задано относительно первой точки привязки надписи (относительно стрелки) либо в абсолютных координатах. Для выбора режима используется опция . При включенной опции положение полки задаётся относительно стрелки надписи, при отключенной опции — в абсолютных координатах.

При создании надписи к курсору привязано динамическое изображение, полностью передающее вид будущей надписи. После задания точек привязки надписи на экране появится диалог параметров, задав которые, вы получите необходимое изображение надписи.

Обе точки надписи можно привязать к узлу, линии построения или изображения. Опции о о о или о помогут выбрать для привязки соответствующий элемент. При этом следует учитывать, что привязка второй точки к линии построения или узлу возможна только при отключенной опции . Для отмены выбранного режима привязки нужно нажать *Esc* или. Для того, чтобы привязать точку надписи к линии построения, необходимо сначала выбрать требуемую линию (с помощью или соответствующей опции). Линия выделится, и появится динамический курсор, перемещающийся вдоль неё. После этого с помощью необходимо мо указать положение точки привязки надписи на линии.



При привязке со смещением (отключенная опция ) первое нажатие задаёт узел, к которому будет привязана надпись. Узел выделится и с курсором будет связана линия – резиновая нить. Следующее нажатие задаёт смещение надписи относительно выбранного узла. Используя опцию  $\langle A \rangle$ , можно задать конкретные величины смещений по X и по Y.



Диалог в окне свойств команды содержит все основные параметры надписи. Для удобства работы диалог разделён на несколько разделов.

#### Раздел «Координаты»

Первый раздел "Координаты" содержит поля для точного задания координат точек привязки надписи. Текущие координаты динамически отслеживаются при перемещении курсора в окне чертежа. В зависимости от способа привязки надписи в данном разделе могут отображаться различные виды координат. Например, при свободной привязке обоих точек в окне свойств показываются абсолютные координаты обоих точек привязки. При свободной привязке с привязкой полки к стрелке для второй точки будут задаваться смещения dx и dy относительно первой точки, и т.п.

## Раздел «Основная полка»

Раздел "Основная полка" позволяет задать все параметры полки надписи. К таким параметрам относятся:

Текст. Текст на полке надписи.

Текст под. Текст под полкой надписи.

**Размер**. Устанавливает длину полки надписи в единицах измерения. Если значение «**Из статуса**», то оно автоматически устанавливается по длине строки текста.

Толщина. Задаёт толщину линий полки. В случае, когда значение параметра установлено «Из статуса», оно рассчитывается, исходя из заданного параметра «Толщина других линий» в команде "ST: Задать параметры документа" (закладка «Прорисовка»).

Тип. Определяет тип выносной полки (см. рисунок справа).

Стандарт. Позволяет задать стандарт изображения надписи. Для надписей существует два стандарта - ANSI и ЕСКД. Если этот параметр выставить в значение "Из статуса", то надписи будут соответствовать стандарту, указанному в команде "ST: Задать параметры документа" ("Размеры|Стандарт надписей").

**Очистка фона под полками**. При включении данного параметра удаляется изображение чертежа под полкой (полками) надписи.

Увеличивать на 1. Данный параметр доступен только в момент создания надписи. Он нужен для быстрого задания позиций спецификации. На полке вместо текста должно располагаться число – номер позиции спецификации. При создании следующей надписи предыдущее число автоматически увеличивается на единицу.

# Раздел «Стрелка»

Раздел "Стрелка" содержит параметры стрелки надписи:

Текст. Текст на стрелке надписи.

Текст под. Текст под стрелкой надписи.

Тип. Задаёт тип стрелки в начале выносной линии. Тип стрелки выбирается из списка, в основном совпадающего со списком стрелок, используемым в командах создания размеров и линий изображения. Список для надписей дополнен двумя специальными типами стрелок: □<sup>-</sup> и □<sup>-</sup>. Для этих

типов стрелок вместо параметра "Размер" отображаются два параметра – "Длина" и "Высота". Меняя значения этих параметров, можно получить надписи с окончанием в виде прямоугольника или овала любых размеров и пропорций.



ゆべのの

EUKA

1M3



Размер. Задаёт размер стрелки в начале выносной линии. Если установлено значение "Из статуса", то оно рассчитывается, исходя из заданного параметра «Размер стрелок (окончаний) в команде "ST: Задать параметры документа" (закладка «Прорисовка»).

Толщина. Задаёт толщину линий стрелки. В случае, когда значение параметра установлено «Из статуса», оно рассчитывается, исходя из заданного параметра «Толщина других линий» в команде "ST: Задать параметры документа" (закладка «Прорисовка»).

**Знак**. Определяет тип значка (см. рисунок справа), который расположится посередине выносной линии. Как правило, он используется для обозначения различных технических требований.



Очищать фон. При включении данного параметра удаляется изображение чертежа под стрелкой надписи (на расстоянии, равном толщине основной линии).

Редактирование надписей реализует команда "ЕІ: Изменить надпись":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ei></ei>	"Правка Чертеж Надпись"	2

Можно выбрать одну из существующих надписей, указав на неё курсором и нажав, или воспользоваться множественным выбором. Как и для других элементов чертежа, множественный выбор осуществляется опцией . Использование в сочетании с нажатой клавишей *Shift>* добавляет элемент к списку выбранных, а с клавишей *Ctrl>* - удаляет из списка выбранных.

Общие принципы работы команды "EI: Изменить надпись" аналогичны другим командам редактирования. Необходимо лишь учитывать, что у надписи - две точки привязки. Положение и привязка каждой точки редактируется отдельно.

С помощью <sup>Ш</sup>выберите надпись. Теперь вы можете изменить положение каждой из двух точек надписи. Для этого необходимо подвести курсор к нужной точке и снова нажать <sup>Ш</sup>. При этом в автоменю появятся дополнительные опции:

串	<t></t>	Фиксация к узлу
15	<k></k>	Разрушить привязку
	<f></f>	Привязка к стрелке (доступна только при выборе второй точки привязки надписи)
1	<l></l>	Установить связь с прямой <sup>*</sup>
	<n></n>	Задать привязку к узлу*
$\bigcirc$	<c></c>	Установить связь с окружностью*
$\mathcal{O}$	<e></e>	Установить связь с эллипсом*
, O	<s></s>	Установить связь с сплайном
+	<tab></tab>	Изменить направление полки

Опция Позволяет изменить параметры нескольких надписей. Обращение к опции  $\langle P \rangle$  вызовет окно диалога "Изменять параметры". В окне диалога необходимо задать те параметры, которые вы хотите отредактировать. По умолчанию редактированию подлежат все параметры выбранных элементов. Если параметр не должен меняться, необходимо снять соответствующий флажок. После указания параметров для редактирования и нажатия **[OK]**, вам становится доступным стандартное окно задания параметров надписи. Для редактирования доступны те параметры, которые были отмечены.

Опция III позволяет установить связь надписи со строкой (позицией) таблицы спецификации. При вызове опции появляется окно "Полки надписи".



ролконадниси Вкл			
	Детали		
1 001	Kapayo	1	10.0
2 002	Планка	1	
3 003	Πρωνδαπ	1	
	Спондартные изделия		
1	5ndm 2002_0562 COCT		ОК. Опменить
			NUM CAP SCRL

В правом окне отображается текст на полке редактируемой записи, а в левом спецификация документа. Для задания связи надписи со спецификацией выберите одну из строк таблицы спецификации. Если необходимо, чтобы надпись отображала позицию выбранной строки и изменялась при изменении позиций в таблице спецификации, то потребуется создать новую полку надпи-



си (<*Ins*>). В правом окне появится ещё одна строка, на которой отображается номер позициивыбранной записи спецификации в двойных фигурных скобках. Опция <*Del*> позволяет удалить полку надписи (при наличии нескольких полок), а опции <*Alt+Up*>, <*Alt+Down*> - изменить последовательность расположения полок надписи.

5.2. Для создания текста используется команда "ТЕ: Создать текст":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<te></te>	«Чертёж Текст»	A

Создаваемые тексты можно привязывать либо в абсолютных координатах (опция), либо к существующим узлам (опция) с тем, чтобы их положение менялось с изменением положения заданных узлов. Для строчного текста возможно также при привязке к узлу задать смещение текста от узла по горизонтали или вертикали.

Кроме того, для строчного текста в автоменю будут доступны дополнительные опции установления связи текста с линиями построения (прямым и и окружностям ). Они позволяют задавать угол поворота и форму текста в соответствии с положением и видом линий построения. Привязка текста любого типа также может осуществляться к точкам сочленения линий изображения, принадлежащих 2D фрагментам или 2D проекциям (при выборе такой точки создаётся 2D узел). До начала создания текста можно установить параметры по умолчанию для всех вновь создаваемых текстов с помощью опции . После вызова данной опции появляется окно параметров текста.

Для создания строчного текста необходимо после вызова команды "**TE: Создать текст**" выбрать в автоменю опцию A. До создания текста можно установить необходимые параметры текста (опция D). Эти параметры в дальнейшем по умолчанию будут применяться ко всем типам вновь создаваемого текста. После вызова опции A на экране появится графический курсор в виде прямоугольника с перекрестьем. Высота прямоугольника соответствует размеру шрифта текста.

Для редактирования текста войдите в команду "ЕТ: Изменить текст".

Клавиатура	Текстовое меньо	Пиктограмма
<et></et>	«Правка Чертёж Текст»	A

После вызова команды в автоменю становятся доступны следующие опции:

*	<*>	Выбрать все элементы
	<r></r>	Выбрать элемент из списка (только для элементов, которым были присвоены имена)
×	<esc></esc>	Выйти из команды

Параметры текста	×
Стиль Шридт Содержание	
Координаты         Выратен           ×         133.13         Выратен           Y:         91.12         Воратен           Угод паворога:         0         Воранен           Сининатринова отобранение         Сининатринова         Сининатринова	sans
биенять паранетры	×
Стиль црията	
аспое <u>н</u> их пеадетий 🗐	LIGHEIPED DOC
🖻 Вазнер 🛛 Врал наклана	Отменить пометку
🗹 Идпервая строк 🔽 Даливка шрирта	
🗹 Расцирение 🔛 Вчистка <u>ф</u> она	
Г Срињ	
Стисьтексте	И Цровень
🖓 Угод поворота	Euroj
🗹 Толшина синий	🗵 Приоритет
Б вераснисание	🗵 Цеет
	ОК Отменить

Смена значений параметров текста осуществляется по опции *<P>*. На экране появится диалоговое окно параметров. В нем помимо параметров текста и его содержимого можно задать в абсолютных координатах положение текста или его относительное смещение от узла привязки, если текст привязан к узлу. При обращении к опции при нескольких выбранных элементах необходимо будет сначала указать изменяемые параметры в окне диалога "Изменять параметры". По умолчанию редактированию подлежат все параметры выбранных элементов. После указания параметров для редактирования появляется стандартное окно диалога параметров текста.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Из каких частей состоит надпись?
- 2. К чему могут быть привязаны надписи в системе T-FLEX CAD?
- 3. Как осуществляется привязка надписей в T-FLEX CAD?
- 4. С помощью какой опции можно изменить ориентацию выносной полки?
- 5. Какие параметры надписи вы знаете?
- 6. Какие текстовые элементы могут создаваться в системе T-FLEX CAD?
- 7. В чём отличие многострочного текста от параграф-текста?
- 8. Как можно переместить или повернуть текст относительно точки привязки?
- 9. Какие опции форматирования доступны в T-FLEX CAD?
- 10. Как осуществляется привязка текста в T-FLEX CAD?
- 11. Каким образом могут быть вставлены в текст надстрочные, подстрочные и специальные символы?
- 12. Какие атрибуты таблицы появляются в окне диалога при создании новой таблицы?
- 13. Как можно ввести перетекающий из окна в окно текст?
- 14. Что понимается в T-FLEX CAD под формой %%N?
- 15. Какие опции доступны пользователю в команде редактирования текста?
- 16. Откройте демонстрационные файлы 2D\_eskd, 2D\_text, 2D\_text1 и ознакомьтесь с последовательностью создания надписей и текста в T-Flex CAD, выполните упражнения 11-01, 11-02, 11-03 и 11-04.
- 17. Нанесите надписи и тексты на разрабатываемые чертежи.

#### Лабораторная работа № 12 СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕК ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ И БАЗ ДАННЫХ

- **1. Цель работы:** ознакомиться с методикой создания библиотек параметрических элементов и использованием переменных, баз данных, приобрести практические навыки работы с ними.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.

#### 4. Содержание и порядок выполнения работы.

- 4.1. Ознакомится с методикой создания библиотек параметрических элементов.
- 4.2. Ознакомиться с переменными и способами их создания.
- 4.3. Изучить методику создания и использование баз данных в T-FLEX CAD.
- 4.4. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

## 5. Методические указания.

## 5.1. Создание параметрического элемента библиотеки

Процесс создания параметрического элемента библиотеки можно разделить на несколько шагов:

- 1. Создание баз данных (если необходимо).
- 2. Создание переменных, в том числе на основе баз данных.
- 3. Построение параметрического чертежа и/или 3D модели.
- 4. Создание диалога.
- 5. Добавление элемента в библиотеку.

Некоторые из этих пунктов могут отсутствовать. Например, может отсутствовать выбор значений из базы данных или 3D модель.

Рассмотрим каждый шаг на примере. Пусть это будет болт по ГОСТ 7795-70. Файл примера, описанного в данной главе, можно найти в библиотеке Примеры для документации в папке Двухмерное проектирование\Создание библиотек



параметрических элементов\Болт ГОСТ 7795-70. Параметры этого болта в зависимости от введённых диаметра и длины должны выбираться из базы данных. Болт имеет несколько исполнений, в соответствии с которыми должны меняться чертёж (три вида: спереди, слева и сверху) и 3D модель. Болт будет использоваться в качестве фрагментов в других чертежах.

5.2. Переменные T-FLEX CAD – вспомогательные элементы системы, позволяющие задавать различные виды негеометрических взаимосвязей между элементами чертежа. Например, переменные можно указывать в качестве параметров линий построения. В этом случае значение параметра линии построения будет определяться значением переменной. Если значение переменной меняется, то автоматически будет меняться и значение связанного с ним параметра линии построения (например, радиус окружности или положение прямой). С помощью переменных можно задавать цвет и видимость элементов чертежа, параметры штриховок, содержимое текстов, различные параметры и т.п. Переменные можно использовать и при создании 3D модели. Задавая взаимосвязи между значениями переменных, определяющих параметры элементов построения и изображения чертежа, можно добиться автоматического изменения всего чертежа при изменении значения одной или нескольких базовых переменных.

# Создание переменных

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

- с помощью редактора переменных;

 при задании и редактировании параметров линий построения, а также других элементов чертежа или 3D модели;

- в текстовом редакторе;

- при задании текстовых строк в параметрах некоторых элементов;

– при задании значений практически всех вещественных параметров элементов (уровней, приоритетов и т.д.).

Основным инструментом для работы с переменными является *редактор переменных*, он позволяет создавать переменные и задавать выражения, определяющие значения переменных.

#### Вызов редактора переменных

Редактор переменных вызывается с помощью команды V: Редактировать переменные. Вызов команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<v></v>	« <u>П</u> араметры  <u>П</u> еременные»	

При вызове команды в чертеже, у которого нет переменных, на экране появляется пустое окно редактора переменных. Редактор переменных имеет собственный набор команд. Для их вызова используется текстовое пиктографическое меню команд редактора. Вызов команд можно выполнять с помощью клавиатуры. Когда нет переменных, единственной доступной командой является команда «Создать новую переменную»

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ctrl><n></n></ctrl>	«Пе <u>р</u> еменная  <u>Н</u> овая»	WAR

После вызова данной команды на экране появится диалоговое окно, в котором надо задать имя новой переменной. Если имя будет неправильное, то на экране появится сообщение: Ошибка в имени переменной. После правильного задания имени, в редакторе переменных появляется первая строка. Затем надо задать выражение, определяющее значение переменной. Например, вещественную константу. Чтобы появился результат в колонке Ќ Значение, надо выполнить какое-либо действие. Например, нажать клавишу **«Down»**. Если выражение было задано правильно, то в колонке **"Значение"** должен появиться результат.

#### Внешняя переменная

Внешние переменные служат для организации параметрической связи между сборочным чертежом и чертежами-фрагментами. При нанесении фрагмента требуется задать значения внешних переменных фрагмента. Внешние переменные также являются основным звеном связи системы T-FLEX CAD с другими системами и прикладными программами.

Выражением внешней переменной может быть только константа. При создании новых переменных в качестве параметров тех или иных графических элементов системы вы можете пометить эти переменные как внешние. Кроме того, пометить переменную как внешнюю или снять пометку можно в редакторе переменных. Для этого необходимо указать мышью в среднюю графу служебной колонки (если она была белого цвета). При этом если переменная задана не константой, то она не будет помечена как внешняя (в служебной колонке квадрат серого цвета). Обычно от внешних переменных зависят всё остальные переменные. Зависимость определяется формулами, которые вы вводите в колонке «Выражение». При изменении значений внешних переменных изменяется чертёж. Снять/установить пометку переменной как внешней в редакторе переменных можно также при помощи команды «Пометить/Снять пометку с текущей переменной»:

Клавнатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ctrl><d></d></ctrl>	«Пе <u>р</u> еменная По <u>м</u> етить/ Отменить пометку»	<b>▲</b>

Для внешней переменной можно задать имя переменной сборки с помощью команды «Назначить имя переменной сборки»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
Нет	«Пе <u>р</u> еменная Имя переменной сборкн…»	Нет
При нанесении данного документа в качестве фрагмента это имя будет автоматически подставляться для переменной в диалоге задания значений внешних переменных фрагмента. Если в сборочном чертеже переменной с таким именем не существует, то по умолчанию подставляется значение, заданное в документе фрагмента.

#### Типы элементов управления

Система T-FLEX CAD позволяет использовать при создании диалогов следующие типы элементов управления: Элементы управления Статический текст, Рамка, Группа не связаны с переменными и используются для более понятного оформления диалога, создания пояснительных надписей.

Статический текст - текстовая строка, размещённая в указанной области окна диалога.

**Рамка** – прямоугольная рамка или прямоугольная область заданного цвета. По умолчанию это чёрная рамка или прямоугольник цвета фона окна диалога.

Группа – рамка с текстом, расположенным на уровне верхней границы.

Два последних элемента используются для визуального объединения/выделения элементов управления в диалоге. С этой же целью можно использовать различные элементы изображения. Другая часть элементов ... Редактор, Кнопка, Комбинированный список, Переключатель (Да/Нет), Переключатель, Просмотр – связана с переменными, а также страницами модели и предназначена для выполнения над ними определенных действий.

**Редактор** – прямоугольное поле для редактирования значения связанной с ним переменной. Используется в случае отсутствия у переменной списка значений.



Кнопка. Для кнопки назначается последовательность действий, выполняемых после нажатия на неё.

Комбинированный список ... прямоугольное поле с кнопкой выпадающего списка справа. Применяется для изменения значения переменной, имеющей список значений. Возможность прямого ввода значения переменной определяется параметрами элемента.

**Переключатель (Да/Нет)** – позволяет устанавливать одно из двух значений для выбранной переменной в зависимости от состояния переключателя.

**Переключатель** – позволяет изменить значение выбранной переменной с текущего на заданное в параметрах переключателя. Его удобно использовать, если для переменной существует несколько фиксированных вариантов её значения.

Элементы изображения, картинки можно использовать как дополнительные элементы оформления диалога наряду со стандартными элементами управления Рамка, Группа, Статический текст. С их помощью, например, можно создать на странице диалога упрощённую версию параметрического чертежа. Тогда при внесении изменений в параметры модели во время работы с диалогом, пользователь по изображению чертежа сможет оценить сделанные изменения.

#### Создание диалога

На этом шаге создается форма диалога, которая используется во время вставки данного чертежа как фрагмента. При вставке чертежа (модели), перед пользователем будет появляться окно, содержащее в себе стандартные элементы Windows (поля для ввода, выпадающие списки и т. д.), с помощью которых можно легко и быстро задать параметры вставляемого фрагмента. Создать такой диалог - достаточно просто. Сначала нужно создать новую страницу, на которой будут располагаться элементы управления. Для этого зайдите в команду **Чер-**

теж|Элемент управления и нажмите в автоменю опцию «Создать страницу для элементов управления».

Часть элементов управления («статический текст», «группа») никак не связана с переменными. При создании таких элементов вы указываете место, где они располагаются, а потом вводите их название. Такие элементы могут служить для более понятного оформления диалога, пояснительных надписей.

Параметры болта 🛛				
Болт с подголовком класса точности В по ГОСТ 7795-70				
Параметры болга				
Диаметр: 36 💌 Длина: 140 💌				
Исполнение: 1 - болт простой				
Вариант исполнения головки: 1				
Использовать ближайшую длину				
🗌 Не рисовать оси				
ОК Отмена				

Болт с подголовком класса точности В по ГОСТ 7795-70
Параметры болта
Диаметр: 36 💌 Длина: 140 💌
Исполнение: 1 - болт простой 💌
Вариант исполнения головки: 1 💌
🗌 Использовать ближайшую длину
🔲 Не рисовать оси \cdots с с с с с с с с с с с с с с с с

PRE

Другая часть элементов связана с переменными. При их создании, кроме указания места их расположения, вы должны указать ту переменную, с которой связан элемент. Для непосредственного ввода параметров можно использовать элементы «редактор» и «комбинированных список». «Комбинированный список» используется, если у переменной есть список значений. В нашем примере все вводимые нами переменные имеют списки значений, поэтому для них использовался «комбинированный список». Иногда бывает, что переменная может иметь только два заранее определенных значения. Тогда для них удобно использовать элемент «Переключатель Да/Нет». При создании этого элемента вы задаёте значение переменной, в случае если элемент управления выключен и если он включен.

Далее измените размер страницы (это удобно сделать с помощью команды «Настройка|Размер страницы») так, чтобы ее размер равнялся размеру диалога. После этого войдите в режим редактирования элементов управления и задайте порядок элементов управления. Порядок элементов управления влияет на прорисовку элементов в окне и на порядок переключения между элементами при использовании клавиши **«Таb»**. Лучше всегда устанавливать на первые места статический текст, а затем элементы управления, связанные с переменными, в той последовательности, в которой необходимо переключение между ними.

5.3. База данных - это способ упорядоченного хранения данных. База данных представляет собой набор строк (записей). Каждая строка (запись) состоит из отдельных колонок (полей). Каждое поле идентифицируется своим именем.

	FOCT 12215-66						
Обогнатение втулки по ГОСТ 12215-66	d (откложение по А)	Н	D (откложение по По)	D1 (отклонение по X3)	1	r=c	Масса, хг по ГОСТ 12215-66
7030-0172	4	6	8	8	1,2	0,2	0,002
7030-0173	6	8	10	10	1,5	0,6	0,003
7030-0174	8	10	12	12	1,5	0,6	0,005
7030-0175	10	12	16	16	1,5	0,6	0,012

В T-FLEX существует два способа хранения данных. Первый - 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. Второй способ - 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. Базы данных, хранящиеся вместе с чертежом, будем называть внутренними базами данных (далее в тексте базами данных или БД), все остальные внешними базами данных.

#### Создание внутренней базы данных

Процесс создания базы данных поясним на примере втулки. Создайте параметрический чертёж втулки с количеством переменных, равным количеству полей в приведенной выше таблице. Теперь необходимо создать базу данных и осуществить отбор из неё нужных значений. Внутренняя база данных имеет табличную организацию. Строки таблицы мы будем называть записями, а колонки - полями. Каждая запись имеет свой номер. Первая запись имеет номер один, вторая - два, и так далее. Поле задаётся своим именем. Имя поля не должно состоять более чем из 10-ти символов. В качестве имени поля можно использовать любую последовательность из букв, цифр и знака подчеркивание (\_). Первым символом должна быть буква. Внутри одной базы данных все имена полей должны быть уникальны.

Поля могут быть одного из следующих типов:

Целые. В таком поле вы можете вводить только целые числа.

Вещественные. В таком поле вы можете вводить только вещественные числа.

**Текстовые.** В таком поле вы можете вводить любую текстовую информацию. Очевидно, что поле «Обозначение втулки» содержит информацию текстового типа, поле «d» - целого, а поле «Macca» - вещественного.

Внутренние базы данных создаются по команде "ID: Редактировать базу данных":

Клавиатура	Техстовое менно	Пиктограмма
<id></id>	«Параметры База данных»	=

После вызова команды на экране появляется окно редактора баз данных. Если в текущем чертеже нет других БД, то доступными являются только две команды: создать новую базу данных и открыть внешнюю базу. Выбираем команду **"Новая база данных"**. С помощью этой команды можно создать новую внутреннюю базу данных или базу данных по ссылке. Появляется диалоговое окно «Свойства базы данных». В этом окне задаётся имя новой базы данных, а также комментарий к ней. Каждая БД имеет свою уни-

Свойства базки д	анных	×
<u>U</u> era:	BASE	
Кониснтария?:	Втулки (ГОСТ 122-1966)	
🗆 🗛 ссылже		
Nos gažna:	i i	2
Ини таблицы:	<u>v</u>	
	OK OTHER	пь

кальное имя. Имя БД - строка символов (не более 10-ти). После того, как введены имя базы и комментарий к ней, можно перейти к созданию полей. Окно диалога задания параметров первого поля появляется сразу после закрытия предыдущего окна. Диалог «Свойства поля базы

данных» позволяет задавать имя поля, тип поля, длину, а также комментарий.

**Имя поля**. Задаёт имя, по которому будет осуществляться доступ к значениям базы данных. Внутри одной базы данных все имена полей должны быть уникальны. Система контролирует правильность вводимых имён и не допускает ввода совпадающих имён полей. Эти проверки осуществляются в момент выхода из редактора с сохранением.



Комментарий. Текстовое пояснение к полю, длиной до 80-ти символов.

**Тип поля**. Определяет формат представления информации для данного поля. Один из трёх возможных вариантов (целое, вещественное или текстовое).

**Общая длина поля**. Определяет количество символов при вводе и редактировании значения поля. Если вы, например, укажете для целого поля длину 2, то вы сможете ввести только число от 1 до 99.

После запятой. У полей вещественного типа может присутствовать еще и дробная часть. Размер дробной части определяется данным параметром.

После ввода всех параметров и подтверждения создаётся новое поле. Следующее поле можно создать, использую команду «Колонка Вставить». Вставку полей можно осуществлять

как перед текущим полем, так и за ним. Для вставки новой колонки в требуемой позиции надо выбрать пункт меню "Колонка Вставить". Выполнив все необходимые операции по вставке новых полей, получим таблицу по следующей форме:

Теперь можно заполнить ячейки содержимым. Для этого нужно войти в режим редактирования. Текущая ячейка выделяется инвертированным прямоугольником (цвет фона становится цветом текста и наоборот). Если вы собираетесь редактировать текущую ячейку, то можно еще раз кликнуть в неё левой кнопкой мыши или просто начать редактирование с помощью клавиатуры. Система сама перейдет в режим редактирования, об этом будет сигнализировать мигающий графический курсор. Если требуется редактировать не текущую ячейку, то можно либо переместиться в неё кликом мыши и повторить вышеперечисленные действия, либо с помощью двойного клика сразу войти в режим редактирования. При перемещении к

другой ячейке мигающий курсор пропадает и вновь появляется прямоугольник. Заполнив первую строку в соответствии с данными ГОСТа, нажимаем клавишу *«Enter»* - будет создана новая пустая строка и так повторяем эти действия до конца таблицы. Так как, для некоторых полей данные совпадают, то эффективнее не перепечатывать данные каждый раз заново, а выполнить операцию копирования строк, а затем отредактировать содержимое. В результате вашей работы должен получиться следующий результат:

	Родактор баз	данны	: - [BASE]	]				_ 🗆 🗙
] :	Файл Правка Строка Колонка Вид 2							
h	m 📽 🛍 🖬	🗖 👌	L ZI -	e e e	6	ada alia	ն մ	A 🐎 .
	OED3H_BTO	DD	Н	D	D1	L	R	MASSA
1	7030-0172	4	6	8	8	1.2	0.2	0.002
2	7030-0173	6	8	10	10	1.5	0.6	0.003
3	70300174	8	10	12	12	1.5	0.6	0.005
4	7030-0175	10	12	16	16	1.5	0.6	0.012
5	7030-0176	12	14	1B	1B	1.5	0.6	0.016
6	7030-0177	16	14	22	22	1.5	0.6	0.021
7	7030-0178	16	1B	22	22	15	0.6	0.025
6	общание:							ок отнина
						CTPI 7	Floar I	5 //

— Редактор баз даннык - [BASE]

OED3H\_BTJ DD

Сообщение

🖮 🛩 🖬 🔜 📈 삶 차 좀 좀 두 두 습 습 습 습 습 습 🗛 🔊

OK DTHEN

Любая доступная команда может быть вызвана одним из следующих способов: либо с помощью текстового меню, либо с помощью пиктографического, либо нажатием соответствующей комбинации кнопок на клавиатуре. Все возможные команды можно увидеть в текстовом меню. В разделе «Файл» находятся команды работы собственно с базой данных: создание новой, загрузка существующей, сохранение, удаление, а также команда выхода из редактора.

#### Создание и редактирование внешней базы данных

Внешняя БД отличается от внутренней БД тем, что она сохраняется в отдельном файле на диске, а не в чертеже, и для неё в системе создана специальная функция отбора данных. Система позволяет работать с внешними базами формата dBase. Внешние базы можно создавать, используя встроенный редактор баз данных или любые другие доступные средства.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Перечислите этапы создания параметрического элемента библиотеки?
- 2. С какими элементами устанавливается связь при создании переменных?
- 3. Какие типы переменных вы знаете?
- 4. Как создаются переменные в T-FLEX CAD? Покажите.
- 5. Какие колонки включает редактор переменных?
- 6. Как редактируются переменные? Продемонстрируйте.
- 7. Для чего создаются базы данных?
- 8. Какие в T-FLEX CAD существует способы хранения данных?
- 9. Каким образом внутри чертежа создается база данных? Продемонстрируйте.
- 10. Как используются элементы управления в T-FLEX CAD? Покажите.
- 11. С помощью каких типов элементов можно создать диалоги в T-FLEX CAD?
- 12. Как добавляется параметрический элемент в библиотеку?
- 13. Создайте параметрический элемент библиотеки с использованием переменных, базы данных и окна диалога для заданного стандартного изделия.

## Лабораторная работа № 13 РАЗРАБОТКА СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА В T-FLEX CAD

- **1. Цель работы:** ознакомиться с методикой создания фрагментов и нанесения их в сборочные чертежи, приобрести практические навыки работы с ними.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.
- 4. Содержание и порядок выполнения работы.
  - 4.1. Ознакомится с методами создания сборочных чертежей в T-FLEX CAD.
  - 4.2. Изучить методику создания сборочных чертежей в T-FLEX CAD «снизу верх».
  - 4.3. Изучить методику создания сборочных чертежей в T-FLEX CAD «сверху вниз».
  - 4.4. Изучить команду редактирования фрагментов.
  - 4.5. Выполнить работу с обучающей и контролирующей программами, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания

5.1. Прежде чем приступить к началу создания сборочного чертежа, желательно продумать его структуру. При этом нужно постараться определить требования к его параметрическим возможностям: что конкретно впоследствии необходимо будет менять, какие части составят чертёж, какая предполагается иерархия фрагментов. От результатов этого предварительного анализа будет зависеть, какому из методов создания сборочной модели и фрагментов отдать предпочтение. Отличие методов проектирования сборочных чертежей состоит в способе создания файла фрагмента:

• Проектирование "Снизу-вверх". При использовании этого метода сначала в отдельных документах T-FLEX CAD обычным способом создаются чертежи деталей, входящих в сборку. Создание сборочного чертежа в этом случае заключается в последовательном нанесении на него необходимых фрагментов. При этом нужно решать задачи привязки изображения детали к сборочному чертежу.

• Проектирование "Сверху-вниз" Смысл этого метода в том, что основа чертежа детали берется из сборочного чертежа, т.е. создание фрагментов происходит в контексте сборки. В этом случае проектирование начинается с создания сборочного чертежа. Уже созданные части сборочного чертежа, в том числе линии изображения и узлы фрагментов, могут использоваться для создания новых фрагментов. Этот подход упрощает создание ассоциативных связей между фрагменты для дальнейшей доработки и/или использования в других сборочных чертежах. Описанные методы можно комбинировать. Например, фрагмент, созданный и нанесённый на сборку методом "Снизу-вверх", впоследствии можно отредактировать уже в контексте сборки. А фрагмент, созданный в контексте сборки, может быть впоследствии использован при создании других сборок методом "Снизу-вверх".

## Способы привязки изображения фрагмента к сборочному чертежу.

Для размещения изображения фрагмента в нужном месте на сборочном чертеже в системе T-FLEX CAD существует несколько различных способов, использующих разные инструменты в зависимости от решаемой задачи:

1. Нанесение фрагмента при помощи вектора привязки. Вектор привязки представляет собой специальный элемент построения, который выполняет функцию двухмерной системы координат. При нанесении фрагмента на сборочный чертеж пользователь задаёт положение вектора привязки и вместе с этим переносится связанное с вектором привязки изображение фрагмента. Вектор привязки создаётся заранее в документе фрагмента.



2. Нанесение фрагмента по точкам привязки. Точка привязки представляет собой пересечение горизонтальной и вертикальной линий построения, координаты которых заданы парой переменных со специальными именами x1...x9 и y1...y9. Соответственно, точек привязки может быть в количестве от 1 до 9. Весь параметрический чертеж фрагмента строится на основе базовых линий построения, определяющих точки привязки. При нанесении такого фрагмента пользователь указывает новое положение точек привязки, и параметрический чертеж фрагмента перестраивается в зависимости от нового положения базовых линий построения. Данный способ применяется, когда изображение фрагмента (линейные размеры, форма, топология и т.д.) должно изменяться в зависимости от места размещения на сборочном чертеже при изменении положения базовых точек привязки.



3. Ассоциативная / Неассоциативная привязка к элементам сборочного чертежа. При проектировании методом «Сверху-вниз», при создании фрагмента в контексте сборочного чертежа пользователь может осуществлять ассоциативную или неассоциативную привязку элементов фрагмента к элементам сборочного чертежа.



4. Без привязки (перенесение «как есть», в абсолютных координатах). При отсутствии векторов и точек привязки при работе методом «Снизу-вверх», а также при отключении всех привязок при работе методом «Сверху-вниз» система переносит изображение фрагмента на страницу сборочного чертежа без изменений. Каждая линия или узел фрагмента получают те же координаты на сборочном чертеже, которые они имели в документе фрагмента.

5. Использование специальных функций переменных. В некоторых случаях при нанесении фрагментов в абсолютных координатах можно использовать функции переменных T-FLEX CAD. Например, это используется для нанесения форматок. В параметрическом чертеже

форматки используются специальные функции, считывающие координаты границ страницы сборочного документа. Затем координаты передаются через переменные соответствующим линиям построения. Таким образом, форматка автоматически принимает нужный размер, в соответствии с заданными размерами страницы сборочного чертежа.



5.2. При использовании метода "Снизу-вверх" процесс проектирования сборочной модели начинается с создания отдельных элементов сборки – фрагментов. Чертёж фрагмента изначально создаётся как отдельный документ T-FLEX CAD. При его создании необходимо следовать определённым правилам, позволяющим в дальнейшем "привязывать" фрагмент к элементам сборочного чертежа. Для правильного позиционирования чертежей-фрагментов в сборке в T-FLEX CAD применяется механизм привязки с помощью специальных элементов – точек или векторов привязки. Эти элементы должны быть заранее созданы в чертеже фрагмента, до его нанесения на сборочный чертёж. При нанесении фрагмента необходимо указать расположение элементов привязки на сборочном чертеже, что определит расположение, ориентацию, размер фрагмента. Изображение фрагмента будет строиться относительно заданных точек или вектора привязки. Если же на чертеже фрагмента элементы привязки не были созданы, такой фрагмент будет привязан относительно системы координат страницы сборочного чертежа в соответствии с его исходными страничными координатами. Изменить положение такого фрагмента будет возможно только при его редактировании. Для создания ассоциативных связей между фрагментами в сборочном чертеже необходимо привязывать фрагменты к узлам сборочного чертежа (в том числе к узлам с других фрагментов).

## Способы привязки фрагментов

При проектировании сборок методом «Сверху вниз» в системе T-FLEX CAD преимущественно используется два способа позиционирования фрагмента на чертеже:

1. Задание вектора привязки. При этом способе необходимо сначала построить чертёж, а затем задать необходимое количество векторов привязки. Каждый вектор привязки определяет начало и положительное направление оси X для одной локальной системы координат чертежа. На чертеже фрагменте может быть определено неограниченное количество векторов привязки. Вектор привязки определяет положение и ориентацию фрагмента на сборочном чертеже, а также управляет видимостью элементов.

2. Задание точек привязки с помощью переменных. При этом способе чертёж изначально строится по определённым правилам. Базовым вертикальным и горизонтальным линиям в качестве параметров задаются зарезервированные имена переменных. В дальнейшем система определяет точку пересечения таких линий как точку привязки фрагмента. Точек привязки может быть несколько. Все дальнейшие построения фрагмента ведутся относительно базовых прямых, задающих точки привязки. Точки привязки могут определять положение, ориентацию, а также размер фрагмента на сборочном чертеже. Основная разница в использовании векторов привязки и точек привязки заключается в последовательности формирования чертежа-фрагмента. При использовании векторов привязки сначала создать чертёж, а затем определить векторы привязки. При использовании точек привязки сначала необходимо создать точки привязки, а затем формировать чертёж детали с опорой на точки привязки.

Существуют различия и в способе формирования изображения фрагмента на сборочном чертеже при использовании векторов и точек привязки. Фрагменты с вектором привязки создаются следующим образом: сначала формируется изображение фрагмента с учётом видимости слоёв. Затем сформированное изображение смещается в заданную точку и поворачивается на заданный угол, не меняясь. Фрагменты с точками привязки создаются по другой схеме: при задании точек привязки пересчитываются все зависящие от них элементы построения фрагмента, а затем формируется изображение фрагмента.

Разница в способе формирования изображения фрагмента на сборочном чертеже приводит к возникновению различий, которые можно проиллюстрировать следующим примером. Создадим одинаковые фрагменты с разными способами привязки. Вставим эти фрагменты на другой чертёж под одинаковым углом. На фрагменте с вектором привязки изменился угол штриховки, один из размеров оказался развернут не по стандарту (при этом не работает функция автоматической ориентации текста размера), изменился угол поворота текста. На фрагменте с точками привязки угол штри-



ховки не изменился, размер «10» перевернулся для соблюдения стандарта, угол поворота текста не изменился. Указанные различия следует воспринимать не как недостатки, а как особенности, использование которых может быть оправдано в различных случаях проектирования.

#### Вектор привязки. Коннектор

Вектор привязки и коннектор – вспомогательные элементы модели, которые используются при привязке фрагментов. Они являются элементами построения, отображаются на экране постоянно и могут быть погашены вместе с другими элементами построения командой «Погасить/показать элементы построения». Для них работает контекстное меню, из которого

можно вызвать команды удаления, редактирования и изменения свойств. Для того чтобы использовать готовый чертёж в качестве фрагмента нужно создать вектор привязки. Для того чтобы создать условия для быстрого «подключения» других фрагментов нужно создать коннектор. Коннектор не обязательно создавать в чертеже фрагмента. Его можно создать и в сборочном чертеже. Векторы привязки и коннекторы имеют различное предназначение, но создаются в одной команде "FV: Построить вектор привязки":

Клава	атура	Текстовое меню	Пиктограмма
<8	V>	«Построения Вектор привязки»	

## Свойства вектора привязки

Существует два типа вектора привязки: вектор привязки, задаваемый двумя точками, и вектор привязки, задаваемый одной точкой. Привязка по одной точке используется для быстрой привязки деталей, изображение которых безразлично к углу поворота, либо не требующих поворота. При создании вектора привязки в его параметрах можно указать слои чертежа, которые будут отображаться в сборке. Таким образом можно, например, вставлять в сборку различные виды одной и той же детали. Если в документе существует 3D модель, то можно установить связь вектора привязки с конкретной рабочей плоскостью. Это позволяет использовать 2D фрагменты в трехмерных сборках для определения положения трёхмерного фрагмента в пространстве относительно конечного положения вектора привязки и выбранной рабочей плоскости. Такой метод создания сборочной модели называется «Планировка». Более подробную информацию о нем можно прочесть в книге по трёхмерному моделированию, главе «Создание сборочных 3D моделей». Данная связь позволяет вставить 3D фрагментт автоматически при нанесении 2D фрагмента. Для этого должен быть установки системы", закладка [Фрагменты].

## Фрагмент с одной точкой привязки с возможностью поворота

Создайте точку привязки. Постройте линию построения, проходящую через узел, определяющий точку привязки, под углом к горизонтальной прямой. Угол наклона линии задайте переменной, например, "**al**". При создании переменной пометьте её как внешнюю и задайте значение, отличное от 0 (при значении "0" прямая совпадёт на чертеже с горизонтальной прямой, что затруднит дальнейшие построения). Переменная "**al**" будет являться внешней переменной чертежа. При вставке данного чертежа в качестве фрагмента системой будет запрашиваться значение переменной "**al**". Линия построения, проходящая через узел под углом к горизонтальной прямой, задаёт ось X новой локальной системы координат этого чертежа. Для создания оси Y необходимо построить линию построения, проходящую через узел и перпендикулярную линии построения, построенной под углом к горизонтальной линии. Линия, построенная под углом, и линия, перпендикулярная ей, определяют новую локальную систему координат чертежа. Все последующие построения необходимо вести относительно этих линий. В

результате получится параметрический фрагмент с одной точкой привязки и переменной "al", которая будет определять угол наклона системы координат фрагмента относительно системы координат сборочного чертежа. Для удобства построений относительно новой системы координат рекомендуется выполнить следующие действия. Установите для вертикальной и горизонтальной прямых, проходящих через точку привязки, значение уровня, равное "-1". Прямые исчезнут с экрана, так как для линий построения в команде "SH: Задать уровни отображения" установлен интервал уровней видимости от 0 до 127, а эти линии имеют уровень -1 и не попадают в интервал. После этого вызовите команду "ST: Задать параметры документа", перейдите на закладку «Экран» и установите в параметре «Выбор элементов» значение «Только видимые». Тем самым для чертежа устанавливается режим, при котором не будут выбираться элементы системы, невидимые на чертеже.





#### Фрагмент с двумя точками привязки с возможностью поворота

Указанный фрагмент может быть создан двумя разными способами: первый способ - когда вторая точка привязки задаёт поворот фрагмента и изменяет размер фрагмента, второй способ - когда вторая точка привязки будет задавать только поворот фрагмента, а размер его изменяться не будет.

#### Работа с коннектором

При привязке фрагмента (например, гайки) к коннектору другого фрагмента (например, к болту) значения переменных могут быть получены автоматически. Для успешной автоматической связи переменных с коннектором должны выполняться некоторые условия:

1. В коннекторе должны быть заданы именованные значения. Эти именованные значения будут в последствии являться связующим звеном между переменными фрагмента, имеющего коннектор, (болт) и переменными другого фрагмента (гайка), который будет привязываться к данному коннектору в сборке.

2. Для соответствующей переменной фрагмента должен быть задан задать список имен значений или хотя бы одно имя значения для связи с коннектором. Задать имя значения для переменной нужно заранее в файле фрагмента в редакторе переменных путем изменения свойств переменной. Имя значения коннектора, заданное для переменной, должно совпасть с именем значения, заданным в коннекторе. Только в этом случае возможна автоматическая связь.

3. При нанесении фрагмента нужно выбрать коннектор. Переменные нового фрагмента автоматически принимают значения сразу после выбора коннектора. Изображение фрагмента принимает вид в соответствии со значениями переменных. Связь переменных фрагмента со значениями коннектора можно определить вручную. Для этого нужно в команде создания или редактирования фрагмента обратиться к списку переменных фрагмента. Если используется диалог пользователя для управления переменными, нужно переключиться на список перемен-

ных. Ручная установка связи переменной со значением коннектора нужна в случае, если фрагмент привязывается к коннектору, но для его переменной не предусмотрено имя значения коннектора или оно не совпадает с именем в коннекторе. В таком случае клик в поле «Связь с коннектором» выведет список значений коннектора и при выборе одного из значений установится связь. Поле будет помечено специальным символом.

5.3. При использовании метода проектирования "Сверху-вниз" отдельные деталифрагменты создаются непосредственно при работе со сборочным чертежом в его рабочем окне. Существует два подхода к созданию фрагмента при проектировании сборок методом «Сверху вниз» - выделение фрагмента и работа в контексте сборки. В первом случае фрагмент можно создать, выгрузив в отдельный файл нужные элементы сборочного чертежа. Во втором случае можно начертить новый чертёж детали с возможностью привязки к существующим элементам сборочного чертежа. Создаваемые таким образом фрагменты могут быть привязаны к элементам самой сборки и/или других уже созданных фрагментов, что позволяет исключить или значительно сократить работу с внешними переменными и облегчает работу со сборкой. При этом некоторые значения исходных параметров изделия можно получать непосредственно из контекста сборки. При таком подходе в ряде случаев значительно облегчается задание привязок элементов друг к другу и обеспечивается параметрическая связь между ними. Если размеры или положение одной из деталей изменяются, то все связанные с ней эле-





Доберить... Удалить

Свойства...

Копировать

Оттехни

2

IOK.

менты модели будут также автоматически скорректированы. Работа в контексте сборки в определенных случаях позволяет упростить процесс проектирования сборочного узла и разработки полного комплекта документации на него, включая деталировочные чертежи всех входящих в него фрагментов-деталей. При изменении любого документа сборки, будь то сам сборочный чертёж или один из его фрагментов, вносятся изменения (автоматически или по запросу пользователя) во все документы сборки. В результате, изменение одной детали приводит к созданию полного комплекта новой документации на сборку, включая сам сборочный чертёж и деталировочные чертежи всех входящих в него фрагментов-деталей.

Метод проектирования «сверху вниз» нельзя считать пригодным абсолютно для всех случаев проектирования сборок. У него существует ряд недостатков, которые несколько ограничивают его применение:

• более сложная схема организации по сравнению с методом «от детали к сборке»;

• меньшая устойчивость к топологическим изменениям. Например, использованные при создании фрагмента с ассоциативной привязкой линии сборки нельзя впоследствии удалять, иначе это приведет к потере ассоциативной привязки фрагмента;

• такой подход менее удобен при последующем использовании фрагмента в других сборках, так как без обращения к исходной сборке может быть несколько затруднено внесение изменений в чертёж фрагмента;

• при выделении фрагмента и невозможности «вырвать» элемент из сборочного чертежа

создаются дополнительные копии необходимых элементов для сохранения параметрических связей чертежа сборки;

• несколько большие требования по ресурсам компьютера.

Пиктограммы, предназначенные для работы методом «Сверху вниз», находятся:

- в текстовом меню "Файл|Фрагмент|...";
- в автоменю в команде "FR: Создать фрагмент":

84 <b>1</b>	<c></c>	Создать новый фрагмент в контексте сборки
1	<g></g>	Выделить фрагмент

## Работа с фрагментами в контексте сборки

При выборе опции первым действием будет указание имени создаваемого фрагмента при помощи стандартного диалога "Сохранить как". После этого в окне чертежа будут погашены все элементы построения сборки, а элементы изображения будут нарисованы более бледным цветом. В этом режиме все вновь создаваемые элементы построения и изображения будут принадлежать новому фрагменту. В процессе нанесения элементов чертежа можно использовать один из следующих режимов привязки к элементам сборки:

• Ассоциативная привязка (пиктограмма Должна находиться в нажатом состоянии). В данном случае элементы фрагмента могут быть привязаны к линиям изображения и узлам сборки. Узлами сборки также считаются точки сочленения линий изображения и точки привязки элементов оформления. При этом обеспечивается двусторонняя связь между сборкой и файлом фрагмента. При изменении сборочного чертежа по запросу пользователя обновляется файл фрагмента. При изменении в файле фрагмента обновляется сборочный документ. При перемещении мыши в этом режиме узлы сборочного чертежа подсвечиваются с подсказкой "Узел сборки", а элементы изображения – "Изображение сборки".

• Неассоциативная привязка (флажок должен находиться в нажатом состоянии). В этом режиме также доступна привязка к элементам сборочного чертежа. Однако в этом случае учитываются только текущие координаты указанных точек, и последующее изменение линий сборки не приведёт к изменению изображения фрагмента.

• Без привязки (оба режима, указанные выше, должны быть выключены). Этот режим ничем не отличается от обычной работы по созданию чертежа. Наличие на экране изображения сборочного чертежа никак не отражается на работе с элементами фрагмента.

Пиктограммы режимов привязки находятся в контекстном меню, а также в текстовом меню "Настройка|Привязка|...".

# Выделение фрагмента из сборочного чертежа

Опция Поредназначена для создания нового фрагмента при помощи переноса или копирования в отдельный файл уже существующих элементов сборочного чертежа. После вызова в автоменю появляются следующие опции

	>	<end></end>	Завершить выбор элементов			
	<b>"</b> +	<12>	Режим добавления элементов			
	=	⊲শ⊳	Режим удаления элементов			
	m 27	<s></s>	Установки селектора			
		<f></f>	Задать вектор привязки			
	WAR	<v></v>	Выбрать переменные для копирования во фрагмент			
		<d></d>	Удалять или скрывать выбранные элементы после создания фрагмента			
	×	<esc></esc>	Выйти из команды			
-						

Создание вектора привязки (опция ) не является необходимым действием, но, если нужно обеспечить возможность изменения привязки создаваемого фрагмента или повторное нанесение его в другие точки, то выполнение этого действия необходимо. Создание вектора привязки выполняется одним из способов, которые были описаны выше в предыдущей главе. Опция вызывает окно диалога для выбора переменных, существующих в сборочном чертеже, которые необходимо скопировать во фрагмент. Список в левом окне содержит все константные переменные. Переменные, заданные выражением, нельзя

Геременные	Переменные
вкущита документи:	документа фрагозита:
SVAL_Exat SVAL_Polz SVALPolz SVArepusen2 SVArepusen3 SVArepusen4 SVArepusen4 SVArepusen4 SVArepusen4 Exat Svarepusen4 HD LD Nomer_Shem I	

скопировать во фрагмент. С помощью графических кнопок [>], [<] можно переносить имена необходимых переменных из левого списка в правый и обратно (кнопки [>>], [<] позволяют переносить целиком весь список). В документе фрагмента все переменные, взятые из сборочного чертежа, автоматически становятся "внешними".

Завершение создания фрагмента производится с помощью пиктограмм:

>	<end></end>	Сохранение фрагмента
×	<esc></esc>	Выйти из команды без сохранения фрагмента

5.4. Редактирование фрагмента может осуществляться с целью изменения его параметров (ссылки на файл, настройки отображения, способ включение в спецификацию и т.д.), привязки, переменных. В ряде случаев для внесения изменений достаточно обратиться к диалогу параметров элемента. Иногда удобно использовать команду редактирования фрагментов "EFR: Изменить фрагмент":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<efr></efr>	«Правка Чертёж Фрагмент»	詞

Для выбора фрагмента по имени используется опция:

S> Выбрать фрагмент из списка по имени	
--	--

Данная опция может помочь, если фрагмент, имя которого известно, трудно найти на чертеже. Также функция может быть очень полезна для редактирования пути ссылок одновременно у нескольких похожих фрагментов.

На экране появляется диалоговое окно, в котором нужно выбрать требуемый фрагмент. Фрагменты расположены в списке в порядке их нанесения в сборочный чертёж. Флажок "Сортировка по имени" позволяет изменить порядок фрагментов в списке. Кнопка [Изме-

**нить]** позволяет изменить имя файла, путь ссылки или и то и другое для выбранного элемента (или группы элементов) списка. Фрагменты, которые по каким-либо причинам потеряли связь с внешним файлом, помечаются знаком вопроса. При установке параметра "Изменить имя" можно изменить только имя файла фрагмента, путь не изменится. При установке параметра "Изменить путь" меняется путь фрагмента, имя файла не изменится. При установке параметра "Изменить имя и путь" изменяются имя и путь для файла фрагмента. В некоторых случаях система умеет самостоятельно записывать путь ссылки относительно файла сборки. В зависимости от взаимного расположения файла фрагмента и файла сборки относительный путь ссылки может выглядеть по-разному. В следующей таблице приведены примеры записи относительных путей для ссылок фрагмента:



Нахождение сборки	Нахождение фрагмента	Путь ссылки на фрагмент
C:\C6opka.grb	C:\Чертежн\Деталн\Деталь3.grb	Чертежи\Детали\Деталь3.grb
С:\Чертежн\Сборка_1\Сборка.grb	С:\Деталь2.grb	\\Деталь2.grb
С:\Чертежн\Сборка_1\Сборка.grb	С:\Чертежн\Сборка_1\Деталь1.grb	Деталь1.grb
Любое	Библиотека «Болты», файл «Болт_1.grb»	<Болты>Болт_l.grb

Вызов опции Шприводит к считыванию изменений из файла фрагмента.

#### Изменение привязки фрагмента

Если фрагмент имеет несколько точек привязки, и требуется изменить положение всех точек привязки (точек вектора привязки), используется опция . После этого необходимо, как и при нанесении фрагмента, последовательно задать положение каждой точки привязки. Если требуется изменить одну точку привязки (точку вектора привязки), это можно сделать сразу после выбора фрагмента.

#### При привязке фрагмента по точкам привязки

Для изменения точки привязки необходимо подвести к ней курсор и нажать . Фрагмент начнет динамически изменяться вместе с курсором, пока не будет задано новое положение точки, используя . В автоменю в этот момент активны опции:

1	<0>	Динамический просмотр изображения
4	<1>	Выбрать следующую точку привязки фрагмента
×	<esc></esc>	Отменить выбор точки привязки

#### Редактирование переменных нескольких фрагментов

В системе имеется возможность одновременного изменения одноименных переменных сразу для нескольких фрагментов. Для изменения переменных фрагментов нужно выполнить следующие действия:

• выбрать фрагменты на чертеже;

• вызвать контекстное меню нажатием правой кнопкой мыши и выбрать команду «Переменные»;

• произвести изменения в появившемся диалоге.

При вызове команды контекстного меню «Переменные» появляется диалог со списком переменных выбранных фрагментов. Этот список может содержать все переменные всех фрагментов, либо только общие переменные (т.е. переменные с совпадающими именами). Управление осуществляется переключателем «показывать переменные» в нижней части диалога.

Угол штриханом	-6
Шаг штрикавии	2
Скрывать невидиные пинии	0
Покрытия	"Циневные с эрон
Не риссеать оси	a
He nokasaleara paspes	a
Дианатр	□ 48
	Скрывать некадиные лични Пекрытия Не рикозать ски Не пиказывать разрез Джанатр

#### Использование буфера обмена для переменных фрагментов

При выборе одного фрагмента в контекстном меню присутствуют команды для копирования значений переменных от одного фрагмента к другому. Команда «Копировать переменные в буфер» копирует значения и выражения для переменных во внутренний буфер обмена. Команда «Вставить переменные из буфера» заменяет значения одноимённых переменных выбранного фрагмента на значения, находящиеся в буфере.



Опции «Обновить файл фрагмента» и «Обновить файлы всех фрагментов» (пиктограмма ) позволяют обновить данные документа фрагмента, полученные со сборки при работе методом «Сверху – вниз» или в контексте сборке. Для одного фрагмента можно использовать опцию из автоменю команды "EFR: Изменить фрагмент" или команду "Обновить файл", доступную в контекстном меню. Для обновления всех фрагментов в соответствии с текущими изменениями сборочного чертежа используется опция «Обновить файлы всех фрагментов» в текстовом меню Файл|Фрагмент|Обновить файлы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Назовите методы создания сборочных чертежей в T-FLEX CAD?
- 2. Каким образом используются переменные при создании сборочных чертежей?
- 3. Как можно управлять видимостью элементов чертежа фрагмента?
- 4. Как удаляются невидимые линии на сборочном чертеже?
- 5. Расскажите и покажите, как осуществляется привязка к элементам фрагментов в T-FLEX CAD?
- 6. В чем сущность методики создания сборочных чертежей в T-FLEX CAD «снизувверх»?
- 7. Как осуществляется создания сборочных чертежей в T-FLEx CAD методом «сверху вниз»?
- 8. Как редактируются фрагменты? Продемонстрируйте.
- 9. Создайте сборочный чертеж с помощью библиотеки параметрических элементов.

## Лабораторная работа № 14 РАЗРАБОТКА СПЕЦИФИКАЦИЙ В T-FLEX CAD

- **1. Цель работы:** ознакомиться с методикой создания спецификаций, приобрести практические навыки разработки спецификаций в T-FLEX CAD.
- 2. Оборудование: ПК, мультимедийный проектор.
- 3. Программное обеспечение: T-FLEX CAD, обучающая и контролирующая программа.
- 4. Содержание и порядок выполнения работы.
  - 4.1. Изучить методику подготовки данных для спецификаций.
  - 4.2. Ознакомится с последовательностью создания спецификаций в T-FLEx CAD.
  - 4.3. Выполнить работу с обучающей программой, оформить отчёт.

#### 5. Методические указания.

5.1. Для автоматического заполнения таблицы спецификации необходимо, чтобы:

- в документах фрагментов были заданы данные для спецификации
- в свойствах фрагментов для параметра "Включать в спецификацию" был установлен один из вариантов включения данных фрагмента в спецификацию сборочного чертежа (без вложенных элементов, с вложенными элементами, только вложенные элементы, со спецификацией, только спецификацию);
- в сборочном документе должна быть создана спецификация

При выполнении этих требований каждой записи таблицы спецификации будет соответствовать фрагмент сборочного чертежа. Порядковый номер записи таблицы спецификации можно затем связать с номером позиции сборочного чертежа

Набор пиктограмм, соответствующих командам создания спецификации, доступен на главной панели (набор "Спецификация"). Эти же команды доступны в текстовом меню "Сервис|Спецификация". Если в текущем документе спецификаций нет, большая часть пиктограмм будет недоступна.

Просмотреть список присутствующих в документе спецификаций можно с помощью команды "**BM: Спецификации**":



После вызова данной команды на экране появляется окно диалога со списком всех спецификаций, присутствующих в документе. С его помощью можно создать новую спецификацию, удалить существующую (выбрав из списка) или просмотреть её свойства. Здесь же можно переименовать файл спецификации, созданной в отдельном документе. При выборе подобной спецификации становится доступной кнопка [Сохранить как...], позволяющая изменить её имя и папку.

C	пецификации			×
	MHR .	Сборка	Спецификация	
	Спацификации 1	Текуший докунент	Слецификация 0x500	10001
	🗹 Спецификация 2	Текущий документ	Спецификация 0x500	20002
	Спацификации 3	Текуший докунент	Слецификации 0x500	50000
	Спецификация †	Текуций докунент	Спецификация 1	
	<u>С</u> редать <u>Удалить</u>	Содранить как В	едактиравать	Geofferteg
				Закрыты

Для создания спецификации используется команда "**BC: Создать спецификацию**". Вызов команды можно осуществить одним из следующих способов:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<bc></bc>	«Сервис Спецификация Новая»	87. 

После вызова команды на экране появится окно диалога "Создать спецификацию". Используя данный диалог, можно создать таблицу спецификации либо в новом документе, либо на новой странице текущего документа, либо на текущей странице чертежа. Данная команда также позволяет создать новый прототип на основе одного из существующих. Для удаления спецификации из текущего документа используется команда "**BX**: **Удалить спецификацию**":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<bx></bx>	«Серв <u>н</u> с С <u>п</u> ецификация  Удалить…»	£##

При наличии в текущем документе нескольких спецификаций появляется окно для выбора удаляемой спецификации.

#### Команда "BI: Включение в спецификацию":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<bi></bi>	«Серв <u>н</u> с С <u>п</u> ецификация  Элементы…»	體

Обновить таблицу спецификации и позиции при изменении сборочного чертежа позволит команда "BRA: Обновить спецификации и позиции"

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<bra></bra>	«Серв <u>н</u> с С <u>п</u> ецификация  Обновить всё»	

## Команда "ВG: Редактировать разделы спецификации":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<bt></bt>	«Серв <u>н</u> с С <u>п</u> ецификация  Разделы…»	100 J

Данная команда позволяет вносить изменения в файл базы данных, содержащий информацию о разделах спецификации (по умолчанию это файл "Разделы спецификации.mdb"). Задать/изменить имя и путь базы данных по разделам можно в команде "SO: Установки/Спецификация".

Любая спецификация состоит из следующих элементов:

• Шаблон спецификации – текстовая таблица с определенным числом и видом колонок.

Свойства таблицы определяют форматирование колонок спецификации. Таблица создаётся на основе элемента типа "Текст" ("Параграф-текст" или "Многострочный текст"). Параметры текста определяют поведение спецификации при её заполнении: направление "роста" спецификации, возможность продолжения на новой странице. Например, прототип, шаблон которого создан на основе элемента "Многострочный текст", не позволит создавать многостраничные спецификации.

• Фрагмент с изображением форматки или только заголовка спецификации (в зависимости от типа спецификации). Отношения между шаблоном и фрагментом форматки или заголовка спецификации зависят от вида спецификации. Если спецификация размещается на странице чертежа, то используется фрагмент с изображением только заголовка таблицы с названиями столбцов. Такой фрагмент указывается в свойствах спецификации в качестве верхнего или нижнего колонтитула таблицы. Поскольку высота таблицы в этом случае может быть произвольной и будет зависеть от количества записей спецификации, линии разлиновки таблицы задаются в свойствах шаблона как границы таблицы. Кроме того, для спецификации, размещаемой на странице чертежа, не предусмотрен автоматический переход на новую страницу. Когда же спецификация размещается на отдельном листе или в отдельном документе, размер и вид таблицы определены заранее и не зависят от реального количества записей в спецификации. В этом случае на страницу спецификации наносится фрагмент, содержащий полное изображение форматки спецификации, включая заголовок, основную надпись и линии разлиновки таблицы. В шаблоне в этом случае границы таблицы не задаются. При этом необходимо, чтобы расстояние между горизонтальными линиями разлиновки во фрагменте и высота ячеек шаблона совпадали. В этом случае шаблон (текстовая таблица) наносится "поверх" фрагмента и привязывается к его узлам.



5.2. Для создания спецификации используется команда "ВС: Создать спецификацию":

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<bc></bc>	«Сервис Спецификация Новая»	

После вызова команды, на экране появится окно диалога "Создать спецификацию". Используя параметры данного диалога, можно создать таблицу спецификации либо в новом документе, либо на новой странице текущего документа, либо на текущей странице чертежа.

Сюздать спецификацию	×
Надрание спецификации:	Проснотрі
Created excepter 1	
Расположение:	
С рновои документе	
На на вовой странице	
На существующей странице	
🗵 jeronar andolaan seriana	
Вототич	
<Пустоя прототил» Спецификация форма 1 ГОСТ 2,106-96 для текущ	ей страницы.grb
Спецификация форма 1 ГОСТ 2.105-95.grb	
Cheurderkauwerdenwa 16 DOCT 2, 113-75, grb	
Спецификация форма 2 ГОСТ 2.106-96.grb	
Grauped-scapes dopies 2 FOCT 2.113-75.grb	
Creudurauna dopna 3 FOCT 2, 113-75, grb	
Спецификация форма 5 ГОСТ 2.113-75.grb	
Опецификация форма 7 ГОСТ 21, 101-97 для теку Опецификация форма 7 ГОСТ 21, 101-97 grb	шай странниы grb
Сдадать назый прототип	ОК Отняна

При создании спецификации можно выбрать прототип спецификации, описывающий структуру колонок и разделов создаваемой таблицы. Список прототипов представлен в поле параметра "Прототип". При создании индивидуальных таблиц спецификаций и новых прото-

типов спецификаций используется "<Пустой прототип>". Для создания спецификации на существующей странице чертежа предназначен "Прототип для текущей страницы (.grb).". Остальные прототипы используются для создания спецификаций на отдельной странице или в отдельном документе. Все прототипы спецификаций соответствуют стандарту ЕСКД и созданы на основе параграф-текста. Окно "Просмотр" служит для просмотра изображения выбранного прототипа.

Добавить запись в раздея	×
Вазделы:	
Bes pasaese	▲ UK
🖻 📄 Елецификации	Отменить
🗄 🔁 Документация	
- 🔁 Конплексы	
— 🛅 Сборочные единицы	
🔄 🔁 Детали	
🗄 🔁 Стандартные наделия	
Ранедские прочие наделия	Kogusegno
😟 🛅 Материалы	- Sarweek
📄 🗄 🛅 Комплекты	in the second second
Ведоности спецификации	

## Создание спецификации на новой странице чертежа или в новом документе

Вызовите команду "ВС: Создать спецификацию". В появившемся окне диалога установите параметр "На новой странице" и выберите прототип (например, "Прототип спецификации (форма 1) ГОСТ 2.106-96.grb"). Нажмите [OK]. В результате в документе появится новая страница, на которой будет отображена создаваемая спецификация в режиме редактирования (последующая страница спецификации также создаётся автоматически). При создании спецификации в новом документе открывается окно документа создаваемой спецификации. В нём также будет отображена спецификация в режиме редактирования. Если в процессе создания сборочного чертежа для вставляемых фрагментов были установлены данные для специфика-

ции, а также в параметрах этих фрагментов был установлен соответствующий параметр, позволяющий включить данный фрагмент в спецификацию, то данные этих фрагментов будут автоматически занесены в создаваемую спецификацию. То же выполняется для записей, заданных в команде "BD: Установить данные для спецификации", при установке параметра "Включать в спецификации текущего документа". В противном случае в документе будет создана пустая спецификация, и связь с фрагментами придется уста-



навливать отдельно. В первый момент создаваемая спецификация будет находиться в режиме редактирования спецификации и выглядеть в соответствии с рисунком. Вид и правила форматирования таблицы спецификации будут взяты из использованного при её создании прототипа. В случае, когда данные для спецификации не были заданы или не установлена связь с фрагментами, на экране отобразится пустая спецификация. При этом появится диалог "Добавить запись в раздел". Данное окно появляется всегда при редактировании пустой спецификации. Используя диалог, вы можете добавить нужное количество записей в один из разделов. Если указанный раздел в спецификации не существует, он будет создан автоматически. Отказаться от создания вы можете, нажав кнопку [Отменить].

#### Создание спецификации на существующей странице чертежа

Вызовите команду "BC: Создать спецификацию". В появившемся окне диалога установите параметр "На существующей странице" и выберите прототип "Прототип спецификации для текущей страницы". Если вы хотите, чтобы прототип спецификации установился на чертеже автоматически, то установите дополнительный параметр "Автоматическая привязка" (рекомендуется). Обычно такие спецификации создаются на чертеже, на который уже нанесена форматка. При выборе автоматической привязки система в процессе создании спецификации будет искать узлы привязки автоматически. На фрагменте стандартной форматки такие узлы созданы по умолчанию, за ними зарезервированы имена "bom1" и "bom2". В этом случае спецификация будет располагаться над штампом стандартной форматки. Если на форматке таких узлов нет, то система будет их искать на других элементах чертежа. Такие узлы вы можете создать самостоятельно, главное, чтобы они располагались по диагонали и позволяли полностью вместить прототип спецификации по ширине. Для прототипа спецификации, созданного на основе многострочного текста, достаточно одного узла "bom1". При не нахождении узлов система выведет соответствующее сообщение и перейдёт в режим ручного ввода

точки привязки. В случае привязки спецификации вручную на экране появится динамически перемещаемый прямоугольник, определяющий границы спецификации. Установите прямоугольник в необходимую позицию и нажмите . При этом следует учесть, что таблица данной спецификации имеет нижнее выравнивание и при добавлении записей будет расти снизу-вверх.



#### Заполнение штампа спецификации

Заполнить штамп спецификации можно двумя способами:

1. Так как форматка таблицы спецификации является фрагментом, то заполнить штамп можно в переменных этого фрагмента. Для этого вызовите команду "EFR: Изменить фрагмент". Затем с помощью курсора выберите фрагмент таблицы спецификации. На экране появится окно диалога, соответствующее штампу той страницы спецификации, которую вы выбрали. Данное окно диалога можно вызвать ещё одним способом. Когда система находится в режиме ожидания команды, выберите фрагмент таблицы спецификации <sup>Ш</sup> и в появившемся меню выберите пункт "Переменные".



2. Заполнить штамп можно ещё одним способом, не вызывая переменных фрагмента, непосредственно на чертеже. Для этого установите текстовой курсор в том поле штампа спецификации, которое необходимо заполнить, и нажмите . В указанном поле появится мигающий курсор, это говорит о том, что можно вводить текст. Справа от выбранного поля появится кнопка со стрелкой, позволяющая выбрать значение из списка. Первоначально список пуст (кроме полей колонки "Дата"). Если есть необходимость заполнить список и в дальнейшем выбирать значения из списка, то в выбранном поле введите необходимый текст и в контекстном меню, вызванном по . выберите пункт "Добавить значение в список".

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Как подготавливаются данные для спецификации?
- 2. Каким образом создаются новые записи данных для спецификации?
- 3. Как создаются спецификации в команде «ВС: Создать спецификацию»? Продемонстрируйте.
- 4. Как редактируются разделы спецификации? Продемонстрируйте.
- 5. Расскажите и покажите, как осуществляется простановка позиций на сборочном чертеже?
- 6. Как создается и редактируется прототип спецификации?
- 7. Создайте спецификацию для разработанного сборочного чертежа?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие по выполнению студентами лабораторных работ при изучении курса «Компьютерная графика» позволяет сформировать умение разрабатывать параметрические чертежи изделий в системе автоматизированного проектирования T-FLEX CAD.

Главной задачей проведения лабораторных работ является формирование у студентов готовности к самообразованию через применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Особое внимание в пособие уделяется созданию проблемных ситуаций, привитию студентам навыков самостоятельной работы, умению выполнять профессиональную работу с графическим пакетом программ. Задание, выполняемое студентами, по проектированию на компьютере изделий машиностроения, максимально приближено к реальному производству.

Цель методической разработки – показать, как на занятиях студенты вооружаются глубокими, осознанными знаниями через собственную деятельность, формируют прочные мотивы учения, самообучаются, самовоспитываются путем использования ИКТ. Применение данных технологий придает обучению технологичность, снижает объём рутинной работы преподавателя и увеличивает эффективность его труда.

Использование учебно-методическое пособия позволяет расширить возможности для самостоятельной творческой деятельности студентов, привить им навыки самоконтроля, самостоятельного исправления ошибок; научить решать профессиональные задачи; более широко, наглядно и доступно представить учебный материал; повысить эффективность учебного процесса.

## Приложение А – Электронные упражнения





































Модуль	m	1
1UC/10 3UD60	Ζ	25 30°
мещение исходного контипа	v	+0.5
אווווואם אועט טט נטפטאפט אוווואט	^m P/2	1571
бланачение	172	1,571

#### Задание: создайте таблицу по Образцу



## Приложение Б – Демонстрационные видеофайлы





## ЛИТЕРАТУРА

- 1. T-FLEX CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. М.: Топ Системы, 2016.
- Бродский А.М. Инженерная графика (металлообработка): учебник //А.М. Бродский.,
  Э. М. Фазлулин, В.А. Халдинов 10-е изд., М.: Академия, 2013.
- 3. Муравьев С.Н. Инженерная графика: учебник для студ. учрежд. СПО / С.Н. Муравьев, Ф.И. Пуйческу, Н.А. Чванова. 6-е изд., стер. М.: Академия, 2016.
- Инженерная графика: электронный образовательный ресурс. -М.: Академия, 2014.
- 5. Левин В.И. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебник для студентов учреждений СПО / В.И. Левин. 6-е изд., стер. М.: Академия, 2016.
- 6. Михеева Е.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования. / Е.В. Михеева – 12-е изд. – М.: Академия, 2013.
- 7. [Электронный ресурс] Режим доступа. URL: <u>http://tflex.ru/</u> (Дата обращения 20.12.2016).
- 8. Электронный ресурс] Режим доступа. URL: <u>http://tflex-nord.ru/</u> (Дата обращения 20.12.2016).
- 9. [Электронный ресурс] Режим доступа. URL: <u>http://mirstan.ru/</u> (Дата обращения 20.12.2016).
- 10. [Электронный ресурс] Режим доступа. URL: <u>http://mexanik.ru/</u> (Дата обращения 20.12.2016).

# содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ОСНОВЫ РАБОТЫ В T-FLEX CAD	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В T-FLEX CAD	4 13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРТЕЖА, ЗАДАНИЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО 2D ЧЕРТЕЖА	25
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 СОЗДАНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОГО 2D ЧЕРТЕЖА	32
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 СОЗДАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПОСТРОЕНИЯ	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 НАНЕСЕНИЕ ЛИНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ, КОПИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	45
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 НАНЕСЕНИЕ ШТРИХОВКИ И ЗАЛИВКИ	51
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ	55
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10 НАНЕСЕНИЕ ДОПУСКОВ ФОРМ И ШЕРОХОВАТОСТИ	61
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11 НАНЕСЕНИЕ НАДПИСЕЙ И ТЕКСТОВ	66
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12 СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕК ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ И БАЗ ДАННЫХ	71
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13 РАЗРАБОТКА СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА В T-FLEX CAD	77
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14 РАЗРАБОТКА СПЕЦИФИКАЦИЙ В T-FLEX CAD	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ЭЛЕКТРОННЫЕ УПРАЖНЕНИЯ	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ВИДЕОФАЙЛЫ 1	.02
ЛИТЕРАТУРА 1	.04