

Об авторах

Петров Виталий Владимирович,
Стаж преподавания T-FLEX CAD – 4 года
Тел. +7 (8312) 36-78-40
e-mail: petrovnn@nntu.sci-nnov.ru

Лопаткин Александр Викторович, к.т.н.,
доцент кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»
Нижегородского государственного технического университета
Тел. +7 (8312) 367840
Факс +7 (8312) 73-81-78
e-mail: lopatkin@nntu.sci-nnov.ru

Адрес для переписки:
ГСП-41, ул.Минина, д.24, НГТУ,
каф.КТПП (5-ый корпус, ауд.5-322)
603600 Нижний Новгород
Россия

Среди работ авторов:

1. Петров В.В., Лопаткин А.В. T-FLEX PARAMETRIC CAD. Система двух- и трехмерного проектирования и черчения. Краткое описание. НГТУ, каф. КТПП. Н. Новгород, 1999
Часть 1. Двухмерное проектирование.. 51 с.
Часть 2. Трехмерное моделирование. . 34 с.
2. Петров В.В., Лопаткин А.В. Промышленные САПР. Курсовое проектирование. Метод. указ. для студ. спец. 200800 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2000.
3. Петров В.В., Промышленные САПР. Метод. указ. к лаб. раб. по дисциплине "Промышленные САПР" для студ. спец. 200800 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2000.
Лаб. раб. 1. Создание параметрических проекционных чертежей – 10 с.
Лаб. раб. 2. Создание сборочных чертежей – 8 с.
Лаб. раб. 3. Создание параметрических трехмерных моделей деталей – 12 с.
Лаб. раб. 4. Создание параметрических трехмерных моделей сборочных узлов – 12 с.

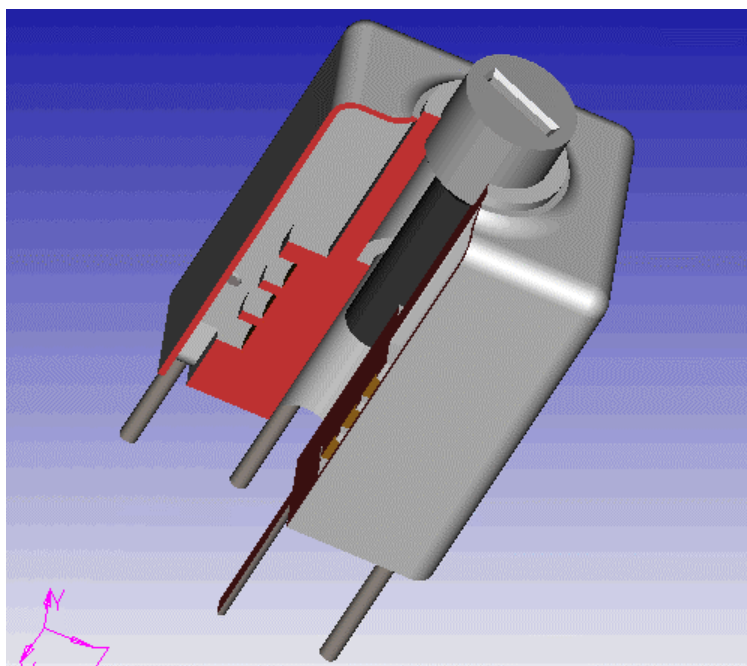
СИСТЕМА T-FLEX CAD

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ДВУХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

по дисциплине: «Компьютерная графика»

для студентов специальности 200800 «Проектирование и технология
радиоэлектронных средств»



Нижний Новгород, 2003 г.

УДК 681.3

Система T-flex CAD. Создание параметрической двухмерной модели. Лабораторная работа №2 по дисциплине: «Компьютерная графика» для студентов специальности 200800 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». — Н.Новгород, Нижегородский государственный технический университет, 2003. — 13с.

Составитель Петров В.В.

Редактор Лопаткин А.В.

Компьютерный набор и верстка – Петров В.В.

Подп. в печать 15.02.2003. Формат 60х84 1/8

Печ. л. 0,70. Тираж 30 экз. Заказ 010. Учебное издание. Корректра автора.

© Нижегородский государственный
технический университет

ЦЕЛЬ РАБОТЫ



Освоение методики создания параметрического чертежа, знакомство с общими параметрами объектов, использованием переменных, созданием копий элементов изображения.

ПРИНЦИПЫ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ЧЕРТЕЖА

В отличие от эскизного черчения, при создании параметрической модели сначала выполняется разметка чертежа «в тонких линиях». Для этого используются элементы построения: прямые, узлы, окружности и др.

При вводе элемента построения задаются геометрические взаимосвязи, например, параллельность существующему элементу, и числовые параметры (для параллельной прямой это расстояние между элементами). В дальнейшем числовые параметры можно изменять, тем самым, модифицируя модель.

Значение параметра можно задать вводом константы, или связав параметр с переменной. В последнем случае управление моделью становится более удобным, так как доступ ко всем переменным осуществляется из специального редактора. Кроме того, наличие переменных дает возможность вводить в модель различные расчеты.

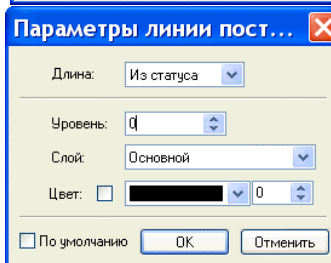
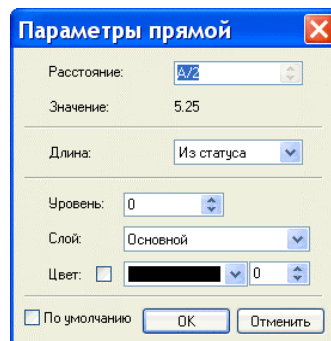
Ввод значения параметра осуществляется в окне свойств элемента (в данном случае элементом является прямая, параллельная другой прямой, и параметром, соответственно, будет **расстояние** между ними).

Вместо значения в данном окне можно указать имя переменной. Если такой переменной не существует, будет запущен диалог создания переменной.

Переменные могут быть предварительно созданы в Редакторе переменных.

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

Окно свойств такого элемента показано справа.



При создании параметрического чертежа очень важно заранее определить последовательность построения и взаимосвязи между отдельными элементами. Здесь может помочь представление о последовательности изготовления детали – выбираются технологические базы, от них задаются общие габариты и отдельные элементы детали, часть размеров задается от полученных элементов и т.д. Аналогично надо действовать и при создании модели. Грамотно проставленные на чертеже детали размеры несут в себе информацию о последовательности ее изготовления.

С целью экономии Вашего труда постарайтесь чаще использовать копирование уже созданных элементов. Для этого применяются специальные команды, создающие копии, сохраняющие связь с копируемыми элементами. Поэтому изменение исходных элементов отражается и на копии.

Так как одну и ту же задачу можно решить множеством способов, искусство заключается в построении наиболее простой и понятной модели.



Не используйте команды из меню *Чертеж/Эскиз* при построении параметрической модели. Элементы, созданные или модифицированные этими командами будут непараметрическими.

ЗАДАНИЕ

В ходе работы студентом создается параметрический чертеж детали, предложенной преподавателем. Выходным документом является чертеж со всеми необходимыми по стандартам элементами оформления (виды, разрезы, сечения, размеры, допуски, шероховатости, основная надпись, неуказанная шероховатость, технические требования). При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.

РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

В этой работе создадим параметрическую модель детали из работы №1. Внешний вид детали представлен на рисунке 1, а окончательный вид чертежа показан на рисунке 2.

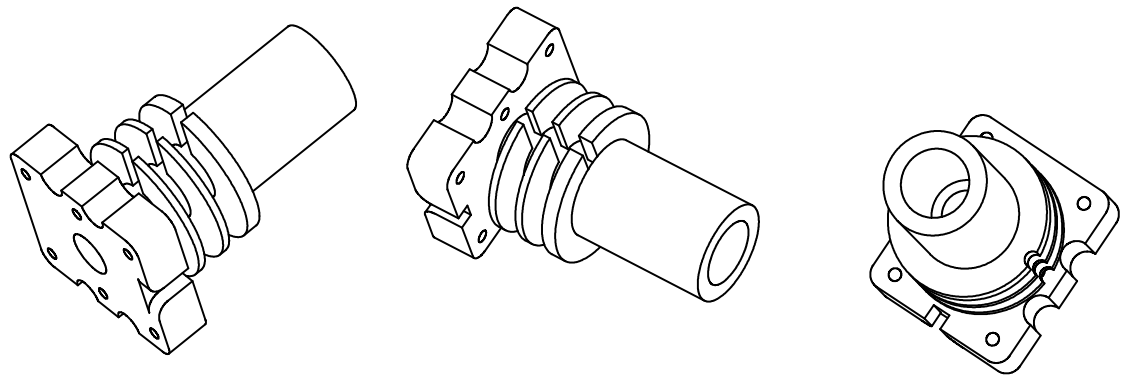


Рисунок 1 - Каркас катушки индуктивности.

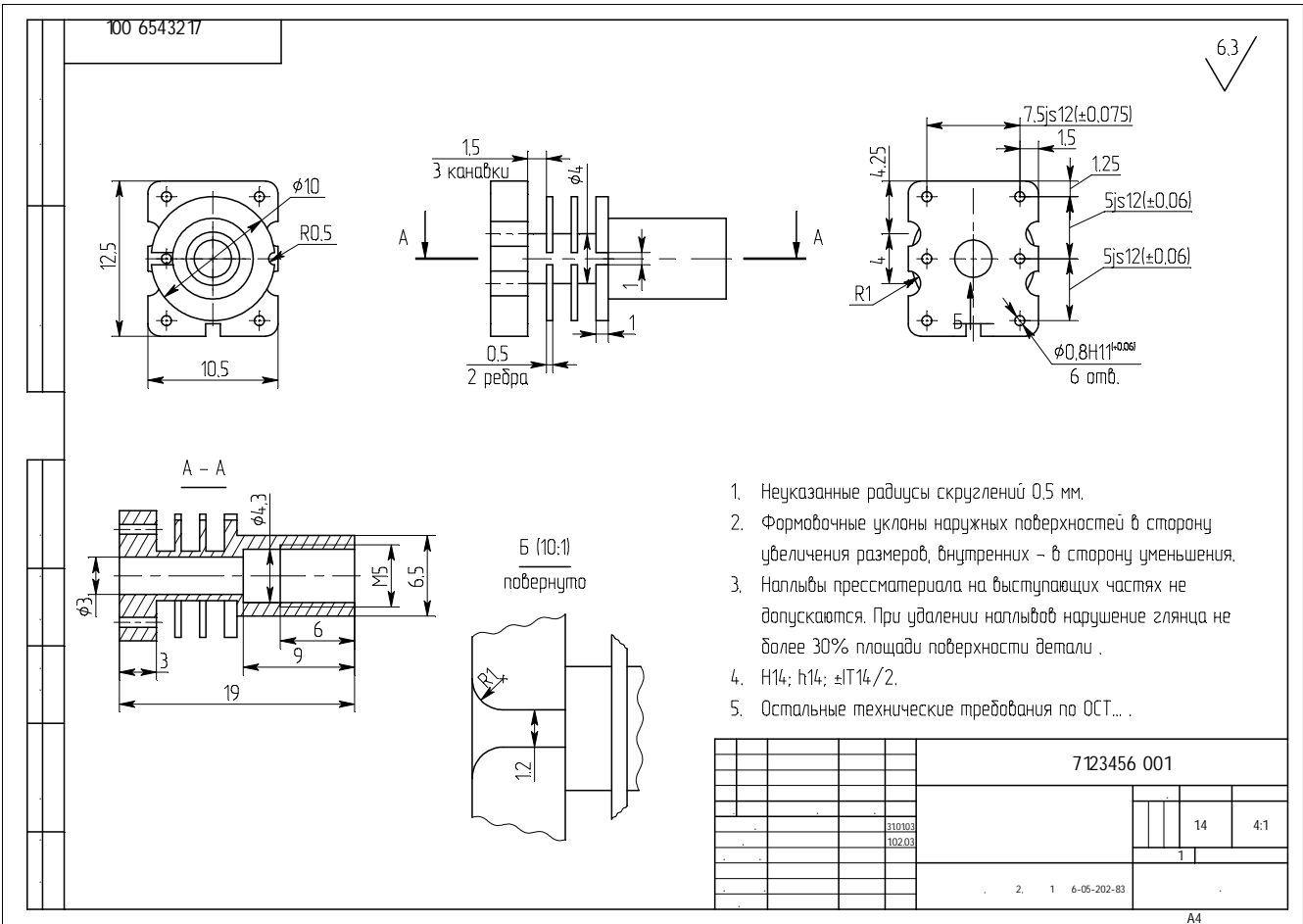


Рисунок 2 - Чертеж каркаса катушки индуктивности.

Настройка параметров системы

Здесь мы выполним только необходимые настройки, полагая, что остальные имеют значения, полученные при установке системы.

Создав новый документ, войдите в меню **Настройка/Установки**.

В закладке **Разное** установим флажок «Прозрачная» Команда построения узлов.

Установка данного флага позволяет построить узел в заданной точке чертежа не прерывая работы в текущей команде системы.

Далее войдите в меню **Настройка/Статус**.

В закладке **Общие** выберем формат чертежа (A3), ориентацию листа (Горизонтальная) и масштаб (4:1).

В закладке **Экран** установим:

Выбор элементов – Только видимые;

Выбрать для редактирования можно будет только видимые на экране элементы. Скрытые элементы выбираться не будут.

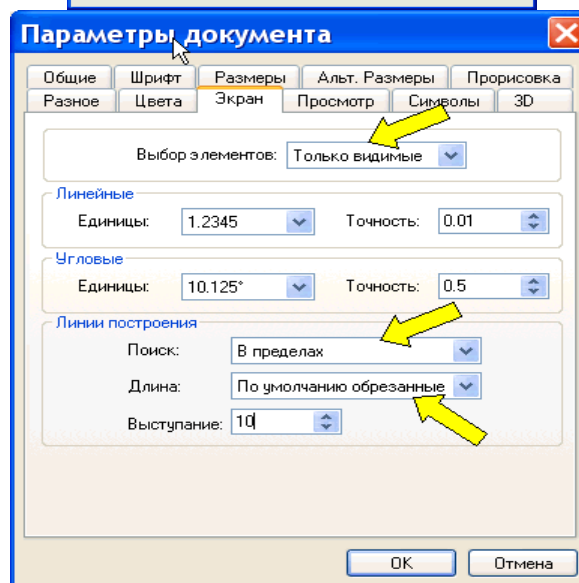
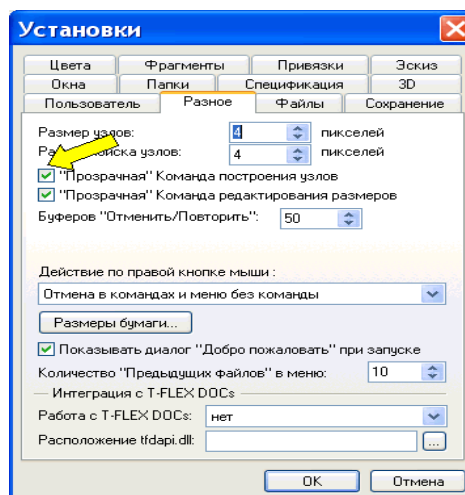
Поиск – В пределах;

Длина – По умолчанию обрезанные.

Линии построения будут представлены отрезками и дугами, ограниченными крайними узлами, расположенными на них (более подробно см. ниже в подразделе Общие положения).

Выбрать элемент построения для редактирования можно будет только в видимой части.

Эти установки облегчат работу с чертежом, уменьшая плотность линий построения



Создание параметрической модели

Общие положения

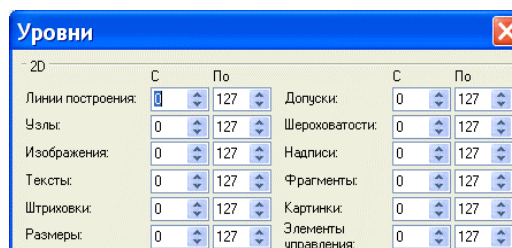
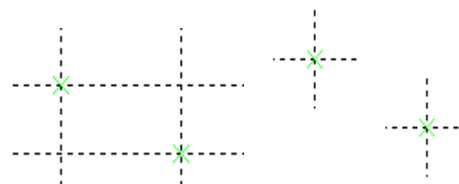
Здесь будут рассмотрены параметры объектов системы, используемые для полного или частично-го скрытия элементов на экране, а также назначение полей таблицы редактора переменных.

При нанесении линии построения всегда прорисовываются как бесконечные.

Для приведения длины линий построения в соответствии с установками **Статуса** используют команду

Обновить выступание...  из меню **Правка/Построения/Линии построения**.

У каждого объекта T-flex имеется параметр **Уровень**. Он используется для скрытия отдельных элементов. Заданный уровень элемента сравнивается с системным диапазоном уровней видимости. Если уровень элемента попал в заданный диапазон, то элемент выводится на экран, в противном случае – скрывается. Диапазоны уровней видимости задаются в команде меню **Настройка/Уровни** отдельно для различных объектов (см. рисунок справа).



Еще один параметр – **Приоритет** определяет взаимное расположение элементов изображения. Непрозрачные элементы с более высоким приоритетом будут перекрывать элементы с низшим приоритетом. Этот параметр позволяет скрывать невидимые линии изображения.

Редактор переменных				
Файл Правка Переменная Список Вставить Вид ?				
	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
1	✓	A	10.5	Ширина основания
2	✓	B	12.5	Высота основания
3	✓	n	3	Линия отрезания в капюле

Редактор переменных вызывается по команде меню **Параметры/Переменные** и обеспечивает создание переменных, ввод их числовых значений или выражений для вычисления, создание списка допустимых значений и многое другое.

Назначение столбцов редактора дано в таблице.

1	Номер строки	Используется в сообщениях об ошибках для ссылки на строку
2	Пометка внешней переменной	Может быть установлена только для переменных, заданных константами. Внешние переменные доступны при вставке данного чертежа в другой чертеж в качестве фрагмента
3	Признак использования	Вопросительный знак в этой колонке свидетельствует о том, что переменная не связана с элементами построения и не используется в вычислениях. Такую переменную можно удалить.
4	Имя	Допустимое имя переменной (строка до 10 символов, содержащая буквы, цифры и знак подчеркивания. Первый символ – буква. Для текстовых переменных перед именем ставится знак «\$». Прописные, строчные, русские и латинские символы различаются). Поле не редактируемое – ввод и изменение имени производят специальными командами.
5	Выражение	Либо константа, либо математическое выражение для вычисления значения переменной
6	Значение	Результат вычисления выражения (поле не редактируется)
7	Комментарий	Пояснение назначения переменной. Здесь желательно указать и ограничения на значение переменной.

Создание вида слева

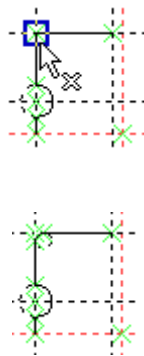
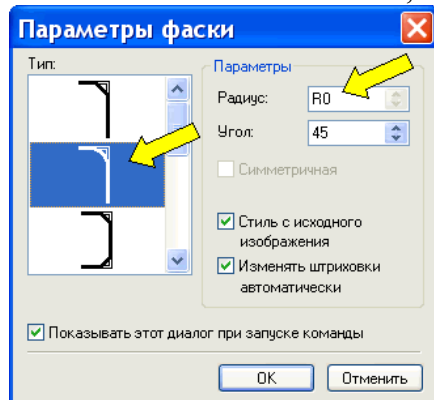
Последовательность создания параметрического каркаса модели представлена в виде таблицы. В графе «**Способ построения**» первое слово определяет вид создаваемого элемента, а далее задаются его геометрические связи. При первом упоминании элемента построения в этой же графе приводится изображение соответствующей кнопки **Автомению**. Для выбора вида создаваемого элемента построения воспользуйтесь меню **Построения**. Слово «**Визуально**» в столбце «**Параметр**» говорит о том, что положение или размер элемента задаются приблизительно, путем указания мышкой. Слово «**Нет**» в данном столбце соответствует элементу, полностью определенному геометрическими связями.

Номер	Назначение	Способ построения	Параметр	Переменная	Эскиз
1, 2	Базовые линии вида слева (в силу симметрии детали удобно расположить точку пересечения в центре основания)	Прямые, горизонтальная и вертикальная в абсолютных координатах 	Визуально		
Примечание: для прямых 1 и 2 установите бесконечную длину и уровень +1.					
3	Левая граница основания	Прямая, параллельная прямой 2 	A/2	A – ширина основания	

4	Верхняя граница основания	Прямая, параллельная прямой 1	$B/2$	B – высота основания	
5	Левая граница паза	Прямая, параллельная прямой 2	$S_{po}/2$	S_{po} – ширина паза в основании	
6	Ось выемки в основании	Прямая, параллельная прямой 1	$b/2$	b – расстояние между выемками	
7	Контур выемки	Окружность по центру и радиусу с центром на пересечении прямых 3 и 6	R	R – радиус выемки	

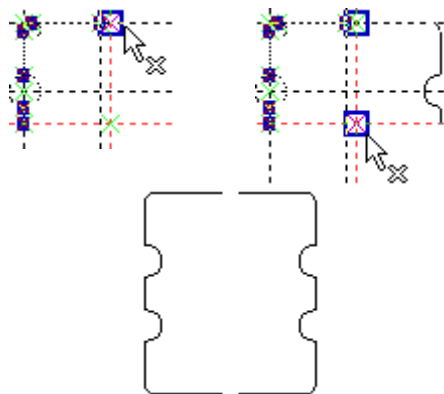
Выбрав в меню пункт **Чертеж/Изображение**, нанесите изображение, как указано на рисунке справа.

Для создания дуги надо последовательно щелкнуть мышью на узле в начале дуги, на окружности и на узле в конце дуги. Если выбрать окружность трудно из-за близости других элементов, увеличьте масштаб отображения или помогите системе, нажав на клавиатуре клавишу «С».



Используя меню **Чертеж/Фаска**, создайте скругление угла основания.

В окне **Параметры фаски**, появившемся при вызове команды, задайте **Тип** – **Скругление** и введите переменную **R0** в окне **Радиус**. В диалоговом окне создания новой переменной в комментарии внесите – «Неуказанные скругления». Щелкните мышкой по точке пересечения скругляемых линий изображения.



С помощью команды **Чертеж/Симметрия** из четвертинки контура основания получим полное изображение.

Вызвав команду, выберете рамкой все созданные линии изображения. Завершите выбор нажатием кнопки **ОК** **Автомению**. Затем последовательно укажите два узла, определяющих ось симметрии.

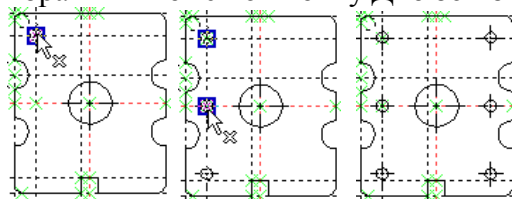
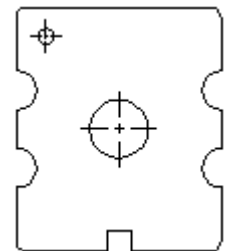
После выполнения такой же операции относительно горизонтальной оси, получим полный контур основания. При этом, естественно, надо выбрать как исходные элементы, так и полученную на первом этапе копию.

Далее продолжим выполнение построений.

Но- мер	Назначение	Способ построе- ния	Пара метр	Переменная	Эскиз
8	Вертикальная ось левого верхнего отвер- стия под вывод	Прямая, парал- лельная прямой 3	-s0	s0 – смеще- ние отвер- стия под выводы от края основа- ния	
9	Горизонтальная ось левого верхнего отвер- стия под вывод	Прямая, парал- лельная прямой 4	-s0		
10	Контур отверстия под вывод	Окружность по центру и радиусу с центром на пресе- чении прямых 8 и 9	dv/2	dv – диаметр вывода	
11	Контур центрального отверстия в каркасе	Окружность по центру и радиусу с центром на пресе- чении прямых 1 и 2	d/2	d – диаметр отверстия в каркасе	
12	Верхняя граница паза основания	Прямая, парал- лельная нижней линии изображения	Нро	Нро – глу- бина паза основания	

Нанесите изображение, как указано на рисунке справа. Для нанесения линии изображения в виде полной окружности необходимо щелкнуть по самой окружности, не выбирая находящихся на ней узлов. При малых размерах или близком расположении других элементов помочь системе можно, нажав на клавиатуре клавишу «С».

Для вставки осевых линий используйте команду меню **Чертеж/Оси**, выбрав в Автоменю кнопку **Две оси окружности или эллипса**.



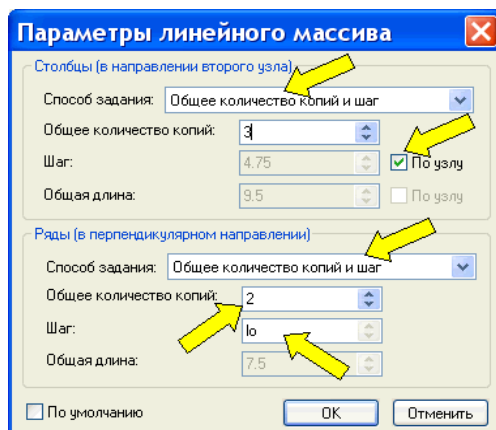
Недостающие отверстия под выводы легко создать по команде **Чертеж/Линейный массив**.

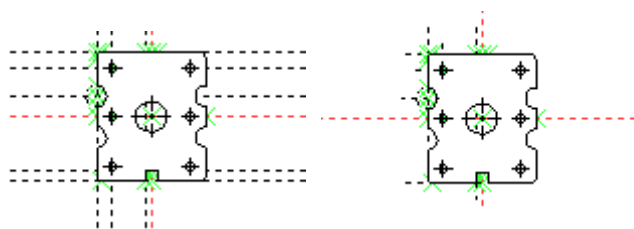
После вызова команды рамкой выберете элементы отверстия под вывод (контур и осевые линии). Завершите вывод нажатием кнопки **ОК** **Автоменю**.


Далее указывается базовая точка копируемых элементов и вторая точка, задающая величину смещения.

Параметры массива (кнопка **Р: Автоменю**) задайте в соответствии с приведенным рисунком. Задавать параметры надо между вводом первой и второй точек, определяющих смещение.

Обратите внимание на то, что шаг между рядами задан переменной **lo**.





Вызвав пункт меню **Правка/Построения/Линии построения** по кнопке **Автоменю**  **Обновить выступание...**, приведите длину линий построения в соответствие с установками **Статуса**.

Если Вы все сделали правильно, прямые 1 и 2 должны остаться бесконечными.

Перед выполнением дальнейших действий над видом слева, создадим копию полученного изображения. В дальнейшем она потребуется для создания вида справа.

Для привязки копии необходимо построить прямую (она будет иметь номер 13), параллельную прямой 2. Установите в ее параметрах бесконечную длину и уровень +1.

Вызвав команду **Чертеж/Перемещение**, выберите все линии изображения вида слева. Выбор закончите нажатием кнопки **ОК** **Автоменю**. Затем укажите базовую точку копируемых элементов (центр вида слева) и точку привязки копии (пересечение прямых 1 и 13). Перед указанием второй точки вызовите окно параметров и установите **масштаб** равный единице.

Теперь можно вернуться к виду слева.

Нанесите штриховку на плоскость основания. Эта штриховка необходима для скрытия невидимых линий изображения.

Параметры штриховки:

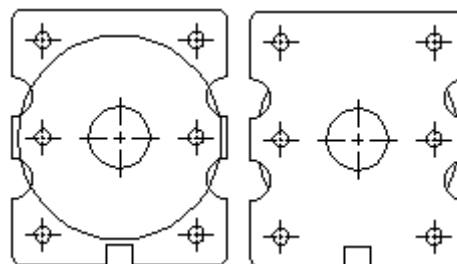
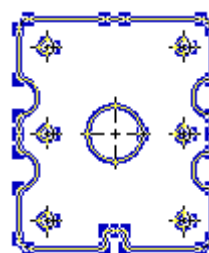
Метод заполнения – невидимая;

Флажок «Невидимые линии» установлен;

Приоритет – -1.

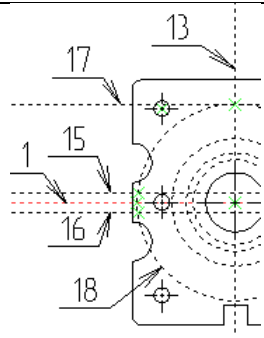

Далее надо построить окружность (элемент №14) с центром на пересечении прямых 1, 2 и радиусом – $D/2$ (контур щечек каркаса).

После того, как окружность полностью будет обведена линией изображения, задайте в параметрах этой линии **Приоритет**, равный -2. Таким образом будут скрыты невидимые линии.



Создание вида справа

На копии вида слева выполняются следующие построения:

Но-мер	Назначение	Способ построения	Пара метр	Переменная	Эскиз
15	Верхняя граница паза в щечках	Прямая, параллельная прямой 1	Spk/2	Spk - ширина паза в щечках	
16	Нижняя граница паза в щечках	Прямая, симметричная прямой 15 относительно прямой 1. Ось симметрии задают после нажатия кнопки  Автоменю	Нет		
17	Линия для переноса размера щечек с вида слева	Прямая, параллельная прямой 1 и касательная к окружности 14 (вид слева)	Нет		

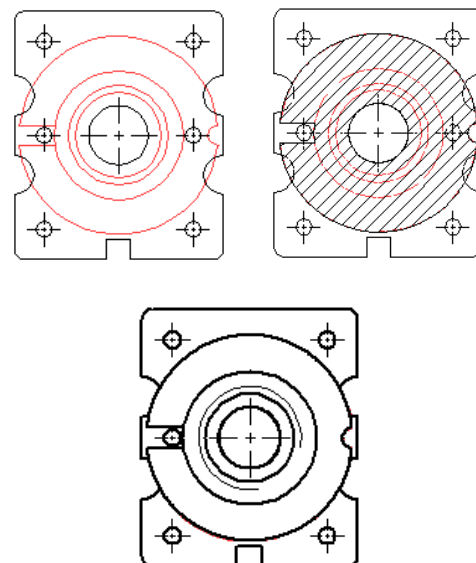
18	Диаметр щечек	Окружность с центром на пересечении прямых 1 и 13 и касательная к прямой 17	Нет		
	Диаметральные элементы направляющей сердечника	Окружности с центром на пересечении прямых 1 и 13	Диаметры задаются переменными Dr – диаметр резьбы, Dor – диаметр отверстия под резьбу, D1 – диаметр направляющей сердечника.		
	Радиальный вырез в щечках	Окружность с центром на пересечении прямой 1 и окружности 18	r1	r1 – радиус выреза	

Далее на вид справа наносятся линии изображения, показанные на рисунке красным цветом. Для линий на внутренних окружностях и центральных осевых установите **Приоритет** +2.

Для скрытия невидимых линий используется невидимая штриховка (на рисунке условно показана с заполнением) с **Приоритетом** +1 и **Обводкой** контура поверх штриховки. Не забудьте установить флажок «Невидимые линии».

В результате нашей работы вид справа должен выглядеть, как показано на рисунке.

Чтобы вновь созданные построения не мешали дальнейшей работе, обновите длину линий построения.



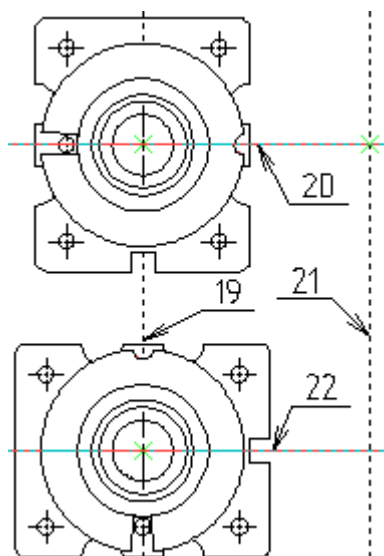
Создание вида спереди и разреза

Поскольку, практически все размеры вдоль вертикальной оси имеются на созданных проекциях, можно перенести их на вид спереди и разрез посредством проекционных связей.


Чтобы не загромождать чертеж построениями, будем создавать вид спереди и разрез за пределами рамки чертежа. Сначала выполним построения, приведенные в таблице:

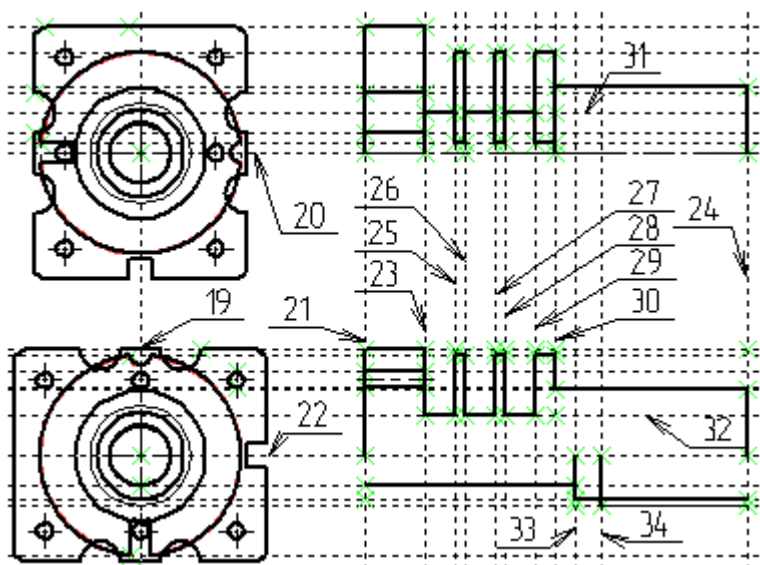
Но-мер	Назначение	Способ построения	Параметр	Переменная	Эскиз
19, 20	Базы для копии	Прямые, горизонтальная и вертикальная в абсолютных координатах	Визуально		
21	Левая граница вида спереди	Прямая, параллельная прямой 19	Визуально		
22	База для копии	Прямая, параллельная прямой 20	Визуально		

Требуемые расстояния между линиями оцените по рисунку внизу.

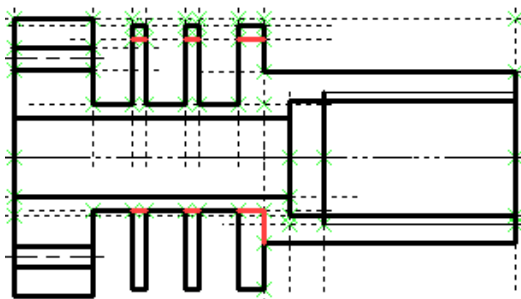


Самостоятельно выполните построение элементов 23... 34. Используемые при этом переменные приведены ниже. Они находятся в строках с 18 по 25 редактора переменных. После этого нанесите линии изображения.

Обновите длину линий построения (пункт меню Правка/Построения/Линии построения, кнопка Автоменю  Обновить выступание...).



		Имя	Выражение	Значение	Комментарий
1	✓	A	10.5	10.5	Ширина основания
2	✓	B	12.5	12.5	Высота основания
3	✓	d	3	3	Диаметр отверстия в каркасе
4	✓	R0	.5	0.5	Неуказанные скругления
5	✓	b	4	4	Расстояние между выемками в основании
6	✓	R	1	1	Радиус выемки
7	✓	z0	1.5	1.5	Смещение отв. под выводы от края основания
8	✓	lo	7.5	7.5	Расстояние между рядами отв. под выводы
9	✓	dv	.8	0.8	Диаметр вывода
10	✓	Spo	1.2	1.2	Ширина паза в основании
11	✓	Hpo	1	1	Глубина паза основания
12	✓	D	10	10	Диаметр щечек каркаса
13	✓	Dr	5	5	Диаметр резьбы
14	✓	Dor	4.3	4.3	Диаметр отв. под резьбу
15	✓	D1	6.5	6.5	Диаметр направляющей сердечника
16	✓	Spk	1	1	Ширина паза в щечках каркаса
17	✓	r1	.5	0.5	Радиус выемки в щечках
18	✓	to	3	3	Толщина основания
19	✓	t1	1.5	1.5	Ширина канавки
20	✓	t	0.5	0.5	Толщина внутренней щечки
21	✓	t2	1	1	Толщина внешней щечки
22	✓	L	19	19	Длина каркаса
23	✓	Dvn	4	4	Внутренний диаметр канавки каркаса
24	✓	hor	9	9	Глубина отверстия под резьбу
25	✓	hr	6	6	Глубина резьбы



Выполните построения для привязки вида спереди и разреза (установите в параметрах бесконечную длину и уровень +1.)

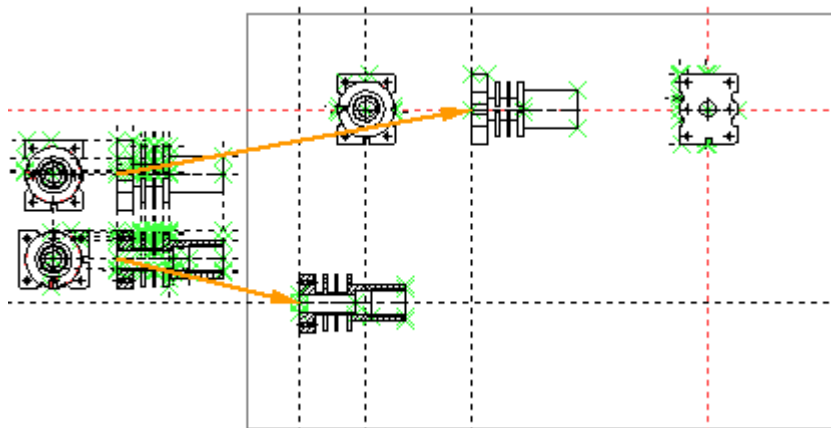
Создайте командой **Чертеж / Перемещение** копии изображений, полученных на предыдущем этапе, привязав их к соответствующим линиям построения.

Для скрытия лишних элементов построения установите нижние уровни видимости линий построения и узлов равные единице.

С помощью команды **Чертеж/Симметрия** создайте копии созданных элементов изображения относительно осей симметрии.

Дополните разрез необходимыми построениями и линиями изображения, показанными красным цветом.

Нанесите штриховку.



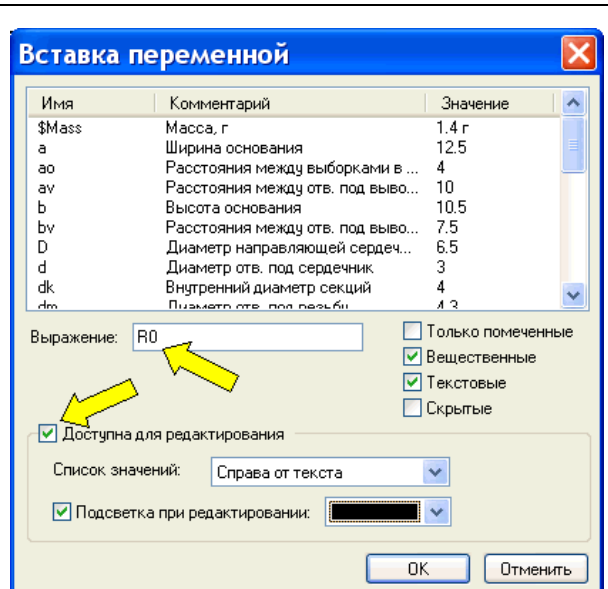
ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

Самостоятельно нанесите размеры и элементы оформления чертежа. В случае затруднений воспользуйтесь методическими указаниями к лабораторной работе №1.

И последний штрих. В тексте технических требований приведено значение неуказанных радиусов скруглений. В тоже время эта величина задается переменной **R0**. При изменении значения этой переменной чертеж детали будет модифицирован, однако, запись в технических требованиях останется прежней, и не будет соответствовать истине.

Для исключения подобной ошибки вставим в текст технических требований ссылку на переменную **R0** вместо указания конкретного числового значения. Для этого при работе с текстом в вызываемом по правой кнопке мыши контекстном меню выберем пункт **Вставить/Переменную**.

В появившемся диалоговом окне надо выбрать соответствующую переменную из списка. Здесь же можно установить флажок **Доступна для редактирования**. При установленном флажке значение переменной можно будет изменять не только в редакторе переменных, но и непосредственно в тексте технических требований.



На чертеже не должно быть повторяющейся информации, которая не обновляется автоматически при изменении параметров. Это относится к размерам, текстам технических требований, графам основной надписи. Не забывайте, что наряду с вещественными существуют и текстовые пере-

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

12. Основы методики построения параметрической модели.
13. Какие элементы построения Вы знаете? Основные свойства этих элементов.
14. Основные виды связей, используемых при нанесении линий построения.
15. Задание параметров модели, использование переменных.
16. Работа с редактором переменных.
17. Какие элементы изображения Вы знаете?
18. Копирование элементов изображения. Свойства копий.
19. Штриховки, типы, свойства, использование.
20. Каким образом обеспечить проекционную связь видов?
21. Нанесение текстов. Использование в текстах переменных. Форматирование текстов.

ЛИТЕРАТУРА

1. T-flex CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. (электронный документ) — М.: АО «Топ Системы», 2002. — 598с.
2. Справочная система пакета T-flex CAD 3D 7.2.