

ОСНОВЫ 2D МОДЕЛИРОВАНИЯ

Обучающая программа для начинающих



Август 2009

Mastercam® X4 Основы 2D моделирования

Дата: август 2009

Copyright © 2009 CNC Software, Inc.— Все права защищены.

Выпуск: август 2009

Программное обеспечение: Mastercam X4

Номер раздела: X4-PDF-TUT-2D

Условия использования

Использование этого документа оговорено в лицензионном соглашении конечного пользователя Mastercam. Копия лицензионного соглашения включена в пакет Mastercam и является его неотъемлемой частью. С лицензионным соглашением конечного пользователя можно ознакомиться здесь :

www.mastercam.com/legal/licenseagreement/

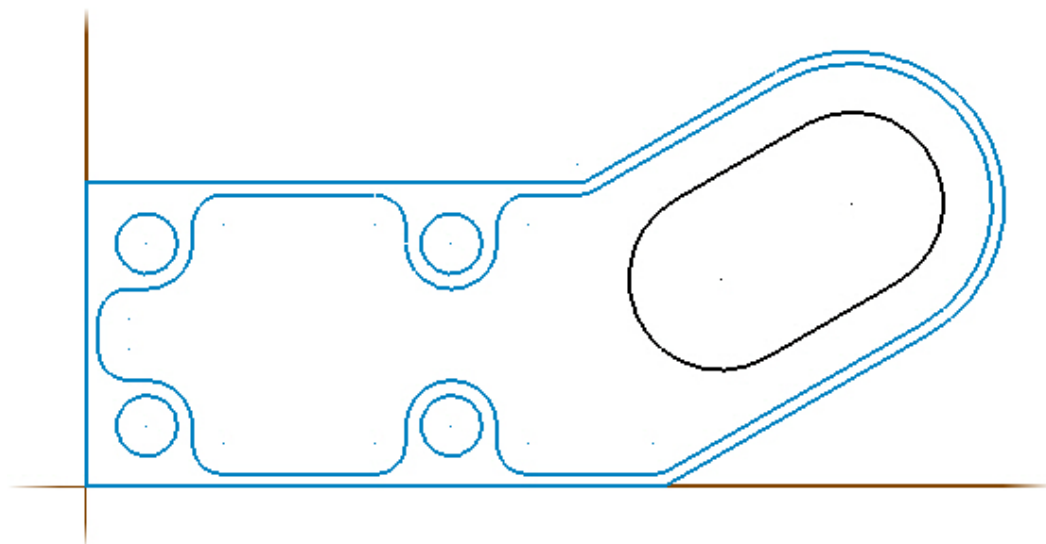
Содержание

Введение	5
▶ Цели обучения.....	6
▶ Перед тем, как начать	7
▶ Если вы нуждаетесь в дополнительной помощи	9
▶ Дополнительная Документация.....	10
 1. Создание линий и дуг	11
▶ Цели урока.....	12
▶ Шаг 1: Создание вертикальных линий	12
▶ Шаг 2: Создание горизонтальных линий.....	15
▶ Шаг 3: Создание линий под углом и окружностей.....	17
▶ Шаг 4: Обрезка контура	19
 2. Создание отверстий	22
▶ Цели урока.....	23
▶ Шаг 1: Создание первого отверстия	23
▶ Шаг 2: Создание дополнительных отверстий	24
 3. Редактирование и изменение геометрии.....	27
▶ Цели урока.....	28
▶ Шаг 1: Построение эквидистантного контура	28
▶ Шаг 2: Добавление касательных линий.....	29
▶ Шаг 3: Обрезка внутреннего контура	

.....	32
▶ Шаг 4: Зеркальное отображение отверстий	34
▶ Шаг 5: Обрезка зеркальной геометрии	35
▶ Шаг 6: Добавление скруглений	38
4. Добавление паза	40
▶ Цели урока.....	41
▶ Шаг 1: Построение эквидистантной дуги.....	41
▶ Шаг 2: Построение линий паза	42
▶ Шаг 3: Окончательное создание геометрии паза.....	43
▶ Шаг 4: Изменение цвета паза и слоя	44
Заключение.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Система Mastercam предоставляет пользователю множество функций для создания и редактирования геометрии деталей, от простой каркасной 2D геометрии до сложных 3D поверхностных моделей. Учебное пособие «*Основы 2D моделирования*» содержит материалы, которые научат вас, как правильно создать каркасную геометрию для изображённой на рисунке детали.



Цели обучения

- Создание базовой геометрии (линии, дуги, скругления).
- Установка и изменение атрибутов геометрических элементов.
- Выбор геометрии и геометрических цепочек.
- Использование Автокурсора и визуальные подсказки.
- Преобразование геометрии.
- Обрезка геометрии.

Перед тем, как начать

Это модуль *Mastercam Getting Started Tutorial Series* (обучения для начинающих), который даёт базовые навыки работы с Mastercam. К другим модулям обучения, которые расширяют знания о системе относятся:

- *Focus Series* (Прогрессивный) — даёт более глубокое понимание особенностей и функций Mastercam'a.
- *Exploring Series* (Исследовательский) — исследует простые приложения Mastercam'a, такие как Mill (Фрезерная обработка), Wire (Электроэрозия) и Art.

Учебная программа Mastercam постоянно дорабатывается и совершенствуется и мы будем добавлять новые модули по мере их завершения. За информацией, пожалуйста обращайтесь к своему местному реселлеру Mastercam.

Примечание: Цвета экрана на учебных картинках расширяют качество изображения; они могут не соответствовать вашим установкам в Mastercam.

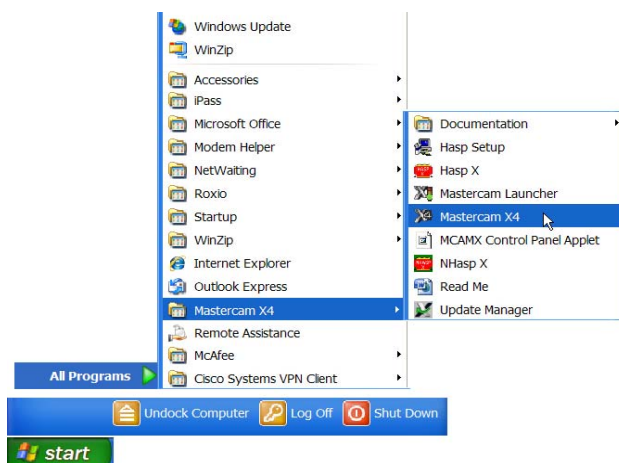
Общие требования

Поскольку каждый урок в обучающей программе основывается на уровне знаний предыдущего урока, мы рекомендуем, чтобы вы завершали их по порядку. Кроме того, у обучающих программ есть следующие требования:

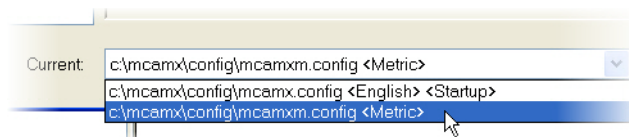
- Вы должны знать операционную систему Windows®.
- У вас должно быть установлено место Mastercam X4 Design или выше для завершения большинства примеров из *Getting Started* (начальной) серии. Обучающие программы не могут использоваться с Mastercam Demo/Home Learning Edition.
- *The Basic 2D Machining* (Базовая 2-осевая механо-обработка) обучающая программа требует чтобы было установлено место Mill Entry или Router Entry. Обучающие программы других серий могут потребовать и высокий уровень лицензирования.
- Файлы деталей могут быть вместе с обучающей программой. Они могут быть сохранены в том же каталоге, что и обучающая программа или в любом другом каталоге по вашему усмотрению.
- Вы должны установить в Mastercam'e метрические единицы измерения, следующий раздел включает команды для их установки.

Подготовка к запуску обучающей программы

Прежде, чем Вы запустите обучающую программу, убедитесь, что Вы выполнили следующие действия:




- 1 Запустите Mastercam используя ваши установки:
 - ♦ Двойное нажатие мышки на иконке Mastercam'а на Рабочем столе.
 - или
 - ♦ Launch Mastercam (запуск Mastercam) из Windows Start меню.
- 2 Выберите файл с метрической конфигурацией:
 - a Выберите **Settings, Configuration** (установки, конфигурация) из меню Mastercam.



- b Выберите **..\config\mcamxm.config <Metric>** из списка.
- c Нажмите кнопку **OK**.

Если Вы нуждаетесь в дополнительной помощи

Есть много способов получить справку Mastercam, включая следующие:

- *Mastercam Help*—Доступен Mastercam Help если вы выберете **Help, Contents** из Mastercam меню или нажмёте клавиши [**Alt+H**] на вашей клавиатуре. Кроме того, в большинстве диалоговых окон есть кнопка  которая открывает контекстное описание.
- *Online help*—Вы можете искать информацию или задавать вопросы на WEB форуме Mastercam, расположенном по адресу www.emastercam.com. Вы можете также найти разнообразную информацию, включая многие видео-материалы по адресу www.mastercam.com и www.mastercamedu.com.
- *Mastercam Reseller*—Ваш региональный реселлер Mastercam может помочь вам ответить на многие вопросы о Mastercam.
- *Technical Support*—CNC Software's Technical Support department (860-875-5006 или support@mastercam.com) открыт для справок с понедельника по пятницу с 8:00 до 17:30 по USA Eastern Standard Time.
- *Documentation feedback*—Вы можете свои вопросы адресовать непосредственно в Отдел Технической документации, используя адрес электронной почты techdocs@mastercam.com.
- *Mastercam University*—CNC Software поддерживает Mastercam University, в деле создания инструментов для «online» обучения с более чем 180 видео материалами, для того чтобы вы могли поддерживать свои знания на должном уровне. Для большей информации о Mastercam University, пожалуйста контактируйте с вашим Authorized Mastercam Reseller, вы можете также посетить сайт www.mastercamu.com, или связаться с нами по адресу training@mastercam.com.

Дополнительная Документация

Вы можете найти обширную информацию об использовании Mastercam в каталоге \Documentation, который формируется при инсталляции Mastercam:

- *Mastercam X4 Installation Guide*
- *Mastercam X4 Administrator Guide*
- *Mastercam X4 Quick Start*
- *Mastercam X4 Reference Guide*
- *Mastercam X4 Transition Guide*
- *Mastercam X4 Quick Reference Card*
- *Mastercam X4 Wire Getting Started Guide*
- *Version 9 to X Function Map*

У Р О К 1

Создание линий и дуг

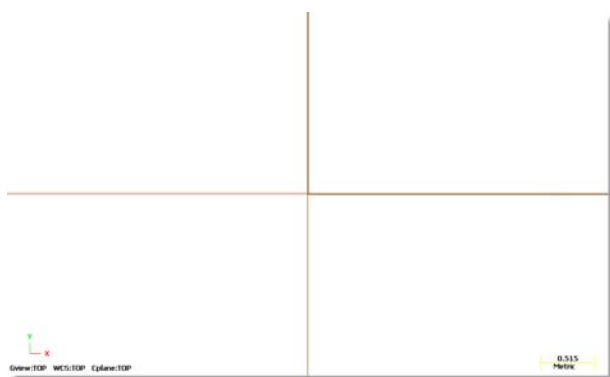
Линии и дуги являются стандартными элементами геометрии при создании 2D деталей. Этот урок познакомит вас с некоторыми из методов создания линий и дуг в Mastercam.

Цели урока

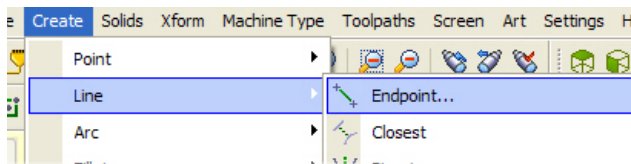
- Создание линий и дуг.
- Работа с предварительным просмотром элементов.
- Обрезка геометрических элементов.

Шаг 1: Создание вертикальных линий

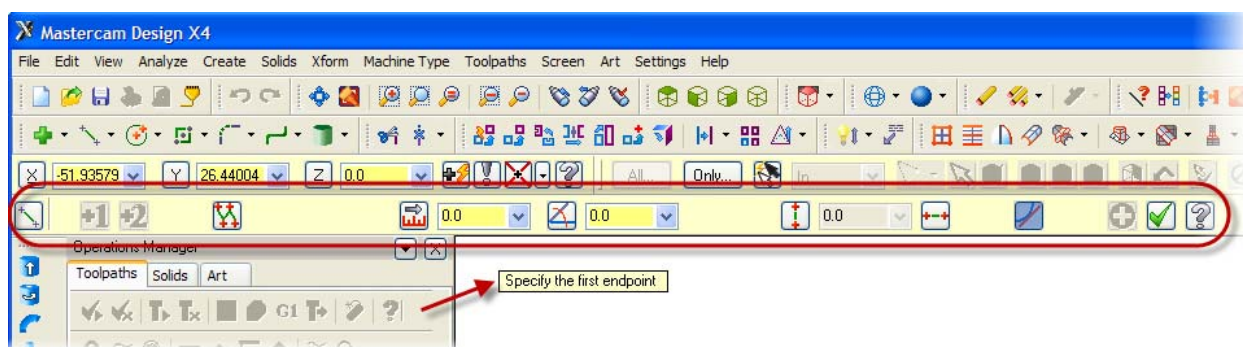
В этом упражнении вы начнёте создавать вашу деталь с вертикальных линий.



- 1 Нажмите [F9], чтобы отобразить в графическом окне оси XY координатной системы. Отображение нулевой точки и направления координатных осей поможет вам лучше ориентироваться в 3D пространстве.



- 2 Выберите в меню Mastercam **Create (Создать), Line (Линия), Endpoint (по конечным точкам)**.
В Mastercam появится линейка функции и запрос select the first endpoint (укажите первую конечную точку).

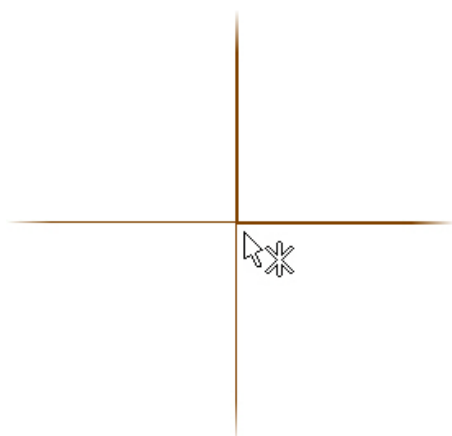


- 2 В зависимости от функции, которую вы используете, меняется линейка параметров. Каждая линейка содержит опции для конкретной выполняемой задачи. На линейке функции **Line (Линия), Endpoint (по конечным точкам)** находятся необходимые опции для создания линии по двум конечным точкам.



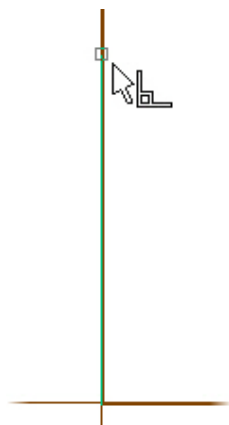
Совет: Вы можете нажать и переместить строку запроса в любую другую позицию в графическом окне.

Specify the first endpoint

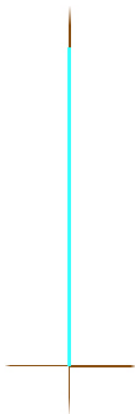


- 3 В качестве первой конечной точки выберите точку начала координат, переместив курсор в центр окна. Курсор изменится на стрелку и значок рядом с ней.

Вы использовали **AutoCursor (Автокурсор)**, который изменяется в зависимости от того, какую геометрию или точки вы используете. **Visual Cues (Визуальные подсказки)** автокурсора меняются в зависимости от того, с какой геометрией рядом вы находитесь. Этот значок означает, что вы находитесь рядом с нулевой точкой системы координат.

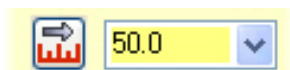


- 4 Кликните на нулевую точку и перемещайте курсор вертикально вдоль оси Y. Значок визуальной подсказки изменится. Нажмите левую кнопку мыши и подтвердите создание вертикальной линии.



- 5 Щёлкните в любом месте вдоль оси Y, задав временную длину линии. Цвет линии изменится на синий. Это значит, что элемент находится в процессе создания и может быть изменён.

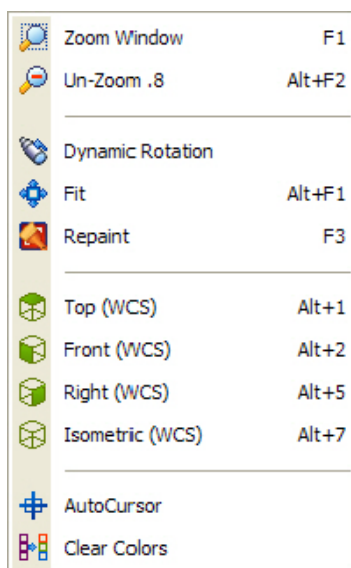
Live entities (живые элементы) могут быть изменены до выхода из функции. Для этого необходимо изменить значения величин на линейке функции. Элементы будут созданы, если вы начнёте работать с другой функцией или нажмёте на линейке функции кнопку **Apply (Применить)**. Затем вы сможете создавать другой элемент в данной функции или выйти из функции, нажав зелёную галочку (**Ок**). После этого элементы будут созданы.



- 6 На линейке функции, в окне задания длины линии, введите величину **50**. Появится вертикальная линия длиной 50 мм.



- 7 На линейке функции нажмите кнопку **Apply (Применить)**. Линия создана, при этом вы остались в функции и можете создавать следующие линии.



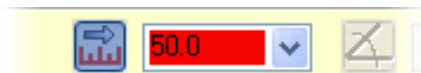
- 8 Нажмите правую кнопку мыши в графическом окне и выберите в меню **Fit** (в размер окна). Вся созданная геометрия отобразится в графическом окне.



Совет: В меню правой кнопки мыши находятся часто используемые функции. Вы можете настроить меню для отображения часто используемых вами функций, выбрав в главном меню **Settings (Настройка)**, **Customize (настройка)** и выбрать **Drop downs/Right mouse button menu** (Выпадающие меню/меню правой клавиши). Для получения дополнительной информации о том, как это сделать, нажмите кнопку **Help** (Справка) в диалоговом окне **Customize (настройка)**.

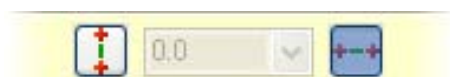
Шаг 2: Создание горизонтальных линий

В этом упражнении вы создадите дополнительные горизонтальные линии.



- 1 Нажмите кнопку **Length** (Длина) на линейке функции создания линии по конечным точкам.

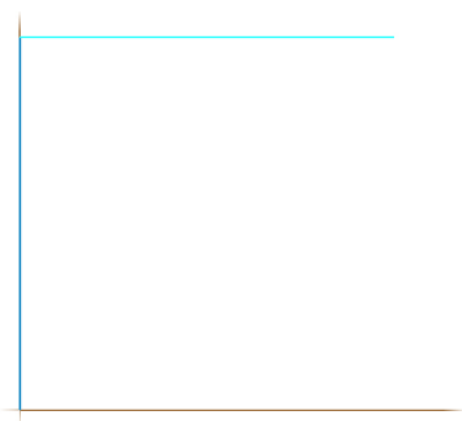
Кнопка фиксирует введенное вами значение. Это значительно облегчает создание нескольких линий одинаковой длины. Когда значение зафиксировано, поле подсвечивается красным.



- 2 Нажмите кнопку **Horizontal** (Горизонталь). Кнопка отображается нажатой. Это значит, что будет создана горизонтальная линия.



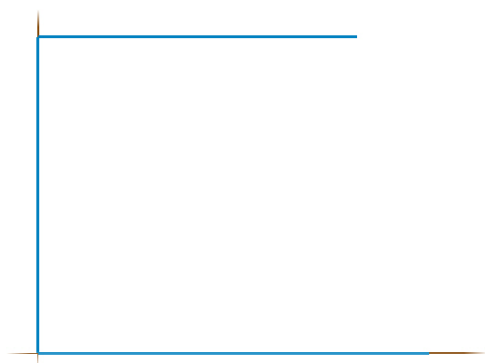
- 3 Переместите курсор к верхней конечной точке первой линии. Автокурсor подсвечивает линию и появляется визуальная подсказка выбора конечной точки.
- 4 Кликните на конечную точку. Поскольку направление и длина линии указаны, у вас есть два варианта выбора – слева или справа от конечной точки. Перемещайте курсор влево или вправо и вы увидите два возможных направления.



- 5 Кликните справа от первой линии. Заметьте, что новая линии пока не создана, и вы можете её изменить.
- 6 На линейке функции нажмите кнопку **Apply (Применить)**.
- 7 Нажмите кнопку **Length (Длина)** снова и отмените фиксированную длину линии. После этого вы сможете создать линию другой длины.
- 8 Выберите первую конечную точку вертикальной линии и перемещайте курсор вправо по оси X. Вы создаёте дополнительную горизонтальную линию, т.к. кнопка **Horizontal (Горизонталь)** остаётся нажатой.

Замечание: Убедитесь, что значок визуальной подсказки изменился





- 9 Кликните в любом месте, установив временную длину линии. На линейке функции введите значение длины **95** мм.
- 10 На линейке функции нажмите кнопку **Apply (Применить)**
- 11 Нажмите правой кнопкой в графическом окне и выберите **Fit** (В размер окна).

Шаг 3: Создание линий под углом и окружностей

В этом упражнении вам предстоит нарисовать наклонную линию, а также использовать функцию Create Line Parallel (Создание параллельной линии). Затем будет необходимо использовать функцию Create Circle Edge Point (Создание окружности по крайней точке).

- 1 Отмените выбор **Horizontal** (Горизонталь). Следующую линию рисуем под углом.
- 2 Нажмите на клавиатуре несколько раз [**Page Down**] , уменьшив отображение элементов на экране. Это даст вам пространство для создания линии.



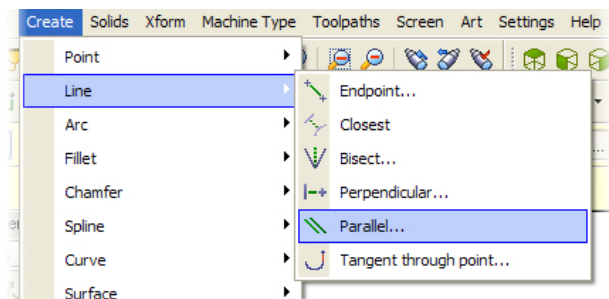
- 3 Кликните на правую конечную точку линии длиной 95 мм, и затем перемещайте курсор вверх вправо.
- 4 Кликните ещё раз, создав временную линию.



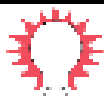
- 5 Введите **50** мм в окошке длины линии и значение **30** в окошке задания угла.
- 6 На линейке функции нажмите кнопку **Apply (Применить)**.



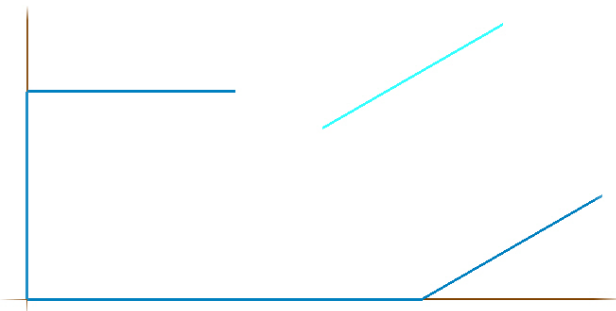
- 7 Нажмите **ОК** (зелёную галочку) и выйдите из функции.



- 8 Выберем в меню **Create, Line, Parallel** (Создать, Линия, Параллельная) чтобы создать линию, параллельную линии под углом. Появится линейка функции Line Parallel (Линия, Параллельная).



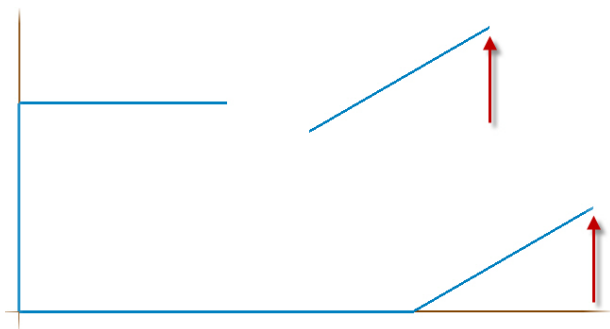
Совет: Вы также можете получить доступ к меню с клавиатуры. Нажмите **[Alt]** для доступа к главному меню. Например, вы можете нажать **Alt, C, L, A**, чтобы получить доступ к функции Create Line Parallel.



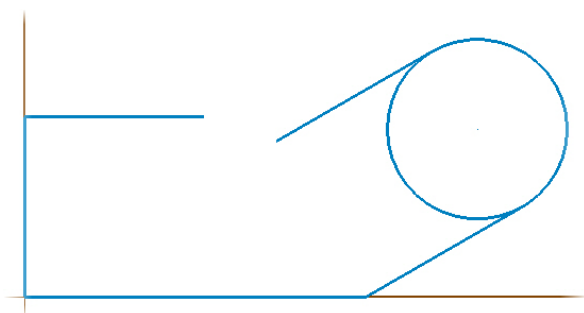
- 9 Выберите наклонную линию и затем кликните на пространство сверху от линии. Mastercam создаст временную параллельную линию.
- 10 Введите **50** мм (расстояние от исходной линии) и выйдите из функции, нажав **ОК**.
- 11 Чтобы создать дугу по конечным точкам, выберите функцию **Create, Arc, Circle Edge Point** (Создание окружности по крайней точке).



- 12 Нажмите кнопку **Two Point** (две точки) на линейке функции.



- 13 Выберите верхние конечные точки двух наклонных линий.



- 14 Нажмите **ОК** и выйдите из функции.

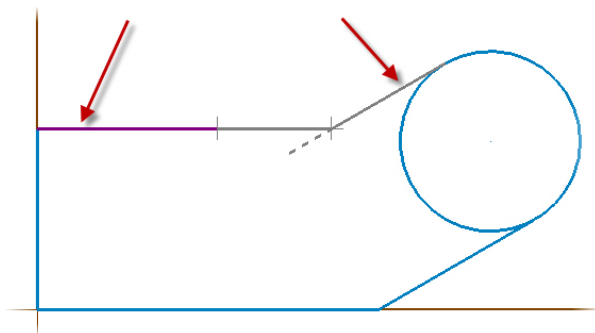
Шаг 4: Обрезка контура

В этом упражнении вы обрежете конструкционную геометрию и завершите построение внешнего контура детали.

- 1 Выберите функцию **Edit, Trim/Break, Trim/Break/Extend (Редактировать, Обрезать\разбить, Обрезать\Разбить\Продлить)**.



- 2 Нажмите кнопку **Trim 2 Entity** (Обрезать оба элемента) на линейке функции. Функция найдёт ближайшее пересечение и обрежет/продлит оба элемента.



- 3 Выберите верхнюю наклонную линию и верхнюю горизонтальную линию.

Вы должны выбрать ту часть элемента, которую хотите сохранить. В этом примере вы хотите сохранить левую часть горизонтальной линии и верхнюю часть наклонной линии. Серая пунктирная линия укажет часть, которая будет удалена.

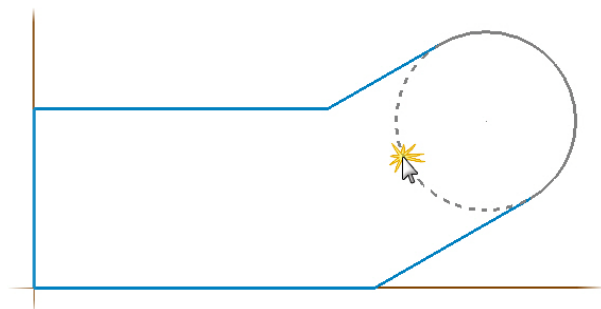


Совет: Если результат Вас не устраивает, выберите **Edit, Undo** (Редактировать/Назад), чтобы отменить операцию обрезки и попробовать выбрать геометрию снова.

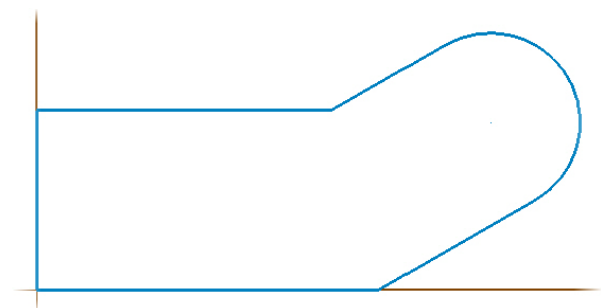


- 4 Чтобы обрезать окружность между наклонными линиями, нажмите на линейке функции кнопку **Divide/Delete** (Разделить/Удалить).

Данная функция делит элемент между ближайшими точками пересечения.

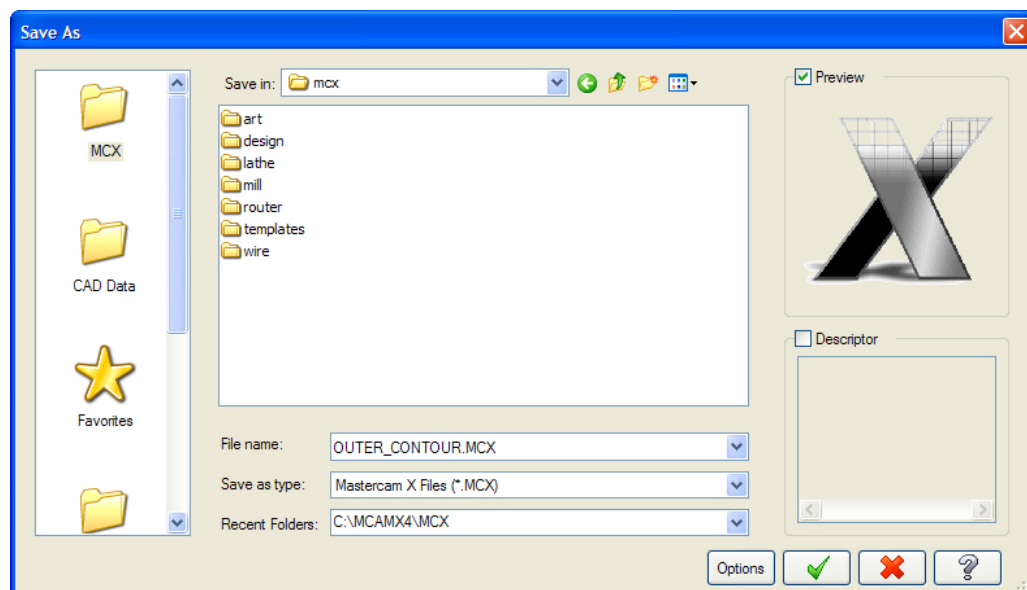


- 5 Выберите левую сторону окружности.



- 6 Нажмите **ОК** и выйдите из функции. Ваша деталь должна выглядеть так, как показано на рисунке.

- 7 Выберите **File, Save (Файл, Сохранить)** и сохраните созданную вами геометрию. Так как вы делаете это первый раз, появится следующее диалоговое окно.



- 8 Введите имя `OUTER_CONTOUR.MCX` в поле **File Name (Имя файла)**.
- 9 Нажмите **ОК** и сохраните файл.

Замечание: Для дополнительной информации обратитесь к файлам справки Mastercam.

Теперь, когда вы создали наружный профиль вашей детали, вы можете в следующем упражнении добавить отверстия.

LESSON 2

Создание отверстий

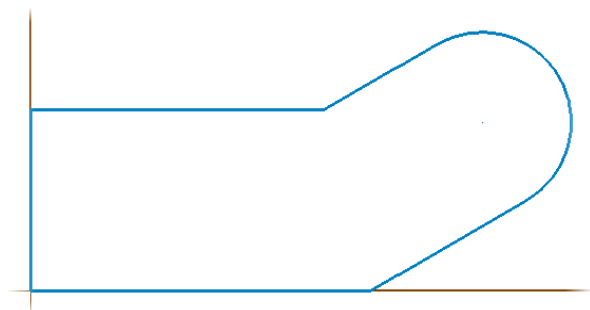
Mastercam просто и быстро создаёт отверстия на детали. Это упражнение посвящено дополнительным методам создания окружностей, которые позже можно использовать для сверления отверстий.

Цели урока

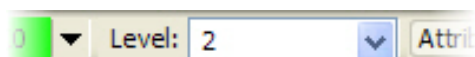
- Установка атрибутов элемента.
- Использование относительного позиционирования.
- Работа с Автокурсором (AutoCursor).

Шаг 1: Создание первого отверстия

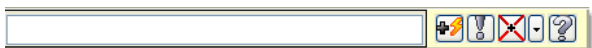
В этом упражнении вам предлагается нарисовать круг с использованием режима FastPoint (Быстрая точка).



- 1 Откройте файл OUTER_CONTOUR.MCX, сопровождающий данную программу, или продолжайте использовать файл MCX, который вы сохранили после первого урока.



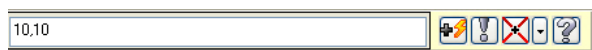
- 2 Кликните на поле рядом с надписью **Level (Слой)** на линейке статуса в нижней части графического окна и введите новый слой **2**. Все новые элементы разместятся на Слое 2.
Инструмент менеджирования слоёв в Mastercam поможет вам в выборе или отображении геометрических элементов. Для дополнительной информации используйте файлы Справки.
- 3 Чтобы нарисовать отверстия выберите функцию в меню Mastercam **Create, Arc, Circle Center Point (Создать, Дуга, Окружность по центральной точке)**.



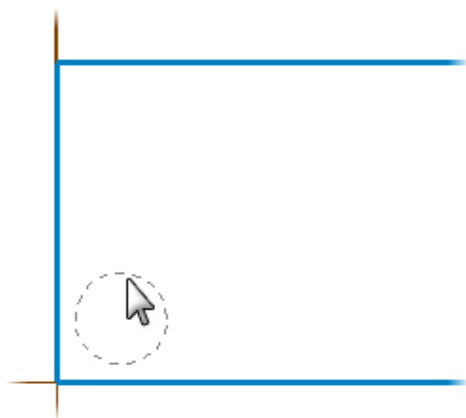
- 4 Нажмите на клавиатуре [**Spacebar**] (Пробел) и перейдите в режим FastPoint (Быстрая точка). Появится белое поле на линейке функции Автокурсор.
Область позволяет ввести координаты точек с или без буквенных обозначений осей координатной системы (X, Y, Z).



Совет: В поле FastPoint вы можете также ввести дробные числа или формулы.



- 5 Введите **10, 10** для центра первой окружности и нажмите [**Enter**].



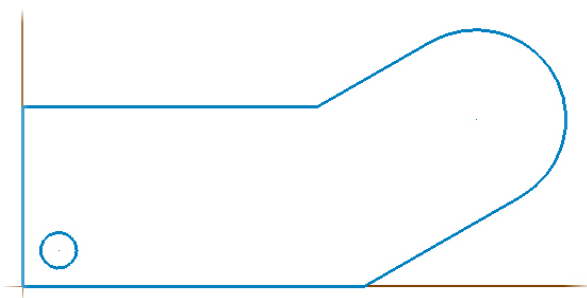
- 6 Переместите курсор в графическое окно. Отображается временный круг с центральной точкой, координаты которой вы ввели.
- 7 Кликните на экран и задайте временный диаметр.



- 8 Введите **10 мм** в поле рядом с кнопкой Диаметр на линейке функции Circle Center Point (Окружность по центральной точке), и затем зафиксируйте это значение, нажав кнопку **Diameter** (Диаметр).

После этого вы сможете нарисовать вторую окружность с таким же диаметром.

*Замечание: Значение в поле **Radius (Радиус)** тоже зафиксировано. При вводе радиуса или диаметра второе поле тоже обновляется.*



- 9 Нажмите **Apply (Применить)** и закончите создание окружности.

Шаг 2: Создание дополнительных отверстий

В этом упражнении вы нарисуете три дополнительных отверстия, указав относительное расположение и используя AutoCursor (Автокурсор).

- 1 Удерживайте нажатой клавишу **[Shift]** на клавиатуре и затем кликните мышкой центральную точку первой окружности. Появится линейка задания относительного размера.

Теперь вы можете задать вторую центральную точку относительно первой.

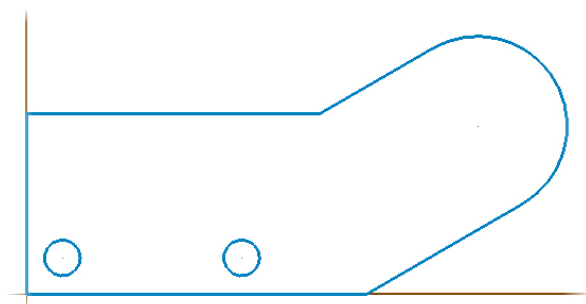


Совет: – Вы можете задавать новые точки относительно созданной геометрии, удерживая нажатой клавишу **[Shift]** и указав существующую точку.



x50

- 2 Введите **x50** в поле рядом со значком Делта и нажмите **[Enter]**.



Временная геометрия будет создана и появится линейка функции Circle Center Point (Окружность по центральной точке).

- 3 Нажмите **Apply (Применить)** и создайте второе отверстие.
- 4 Нажмите кнопку **Diameter (Диаметр)** и отмените фиксацию значения.

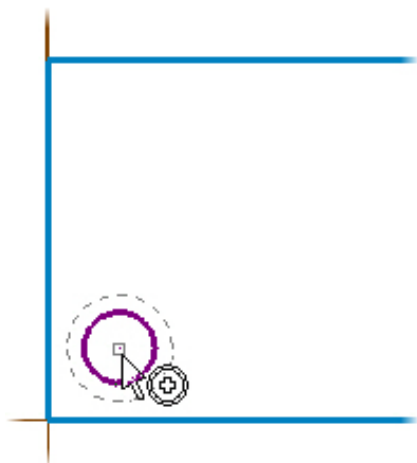


7.5

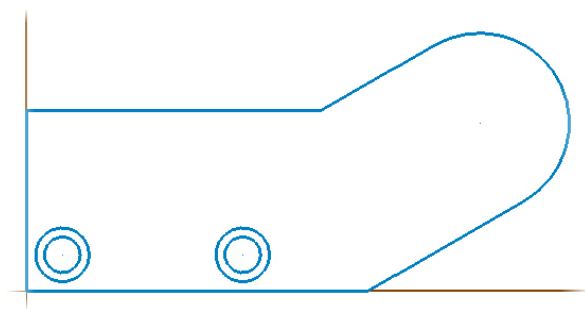


15.0

- 5 Введите значение **7.5 мм** в поле **Radius (Радиус)**, и зафиксируйте его. Следующие две окружности будут с одинаковым размером.



- 6 Чтобы нарисовать третью окружность, выберите центр первого отверстия. Когда вы перемещаете курсор к центру окружности, то подсвечивается центральная точка и отображается визуальная подсказка. Кликните центральную точку и затем нажмите **Apply (Применить)**.



- 7 Кликните центральную точку правой окружности и создайте следующую окружность.
 8 Нажмите **OK** и выйдите из функции.
 9 Выберите **File (Файл), Save As (Сохранить как...)**.
 10 Сохраните файл под именем `OUTER_CONTOUR_WITH_HOLES.MCX`.

Две окружности будут использоваться в качестве отверстий для сверления, а две других окружности будут использованы в следующем уроке для создания формы внутренней части детали.

У Р О К 3

Редактирование и изменение геометрии

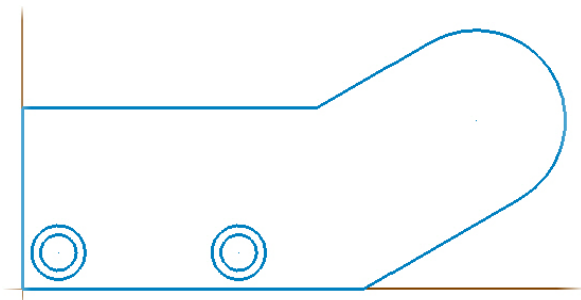
После создания необходимой геометрии, Mastercam предоставляет вам много дополнительных функций для редактирования и обрезки/продления отдельных геометрических элементов с целью получения окончательной геометрии детали. В этом уроке вы будете использовать некоторые из функций вместе с различными вариантами выбора уже имеющейся геометрии.

Цели урока

- Эквидистантное смещение и зеркальное отображение геометрии.
- Использование выбора элементов.
- Использование калькулятора и линейки инструментов MRU.
- Удаление одинаковых геометрических элементов.
- Создание скруглений.

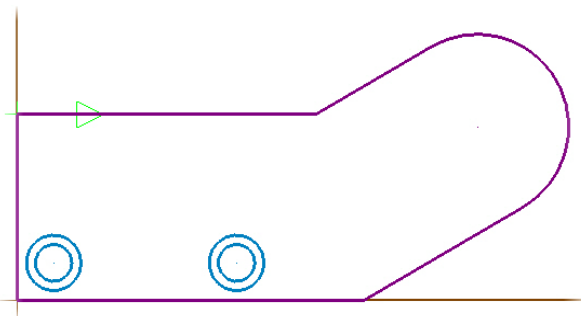
Шаг 1: Построение эквидистантного контура

В этом упражнении будет необходимо использовать функцию Xform Offset Contour (Преобразовать – Сместить контур) для того, чтобы создать внутренний контур детали.



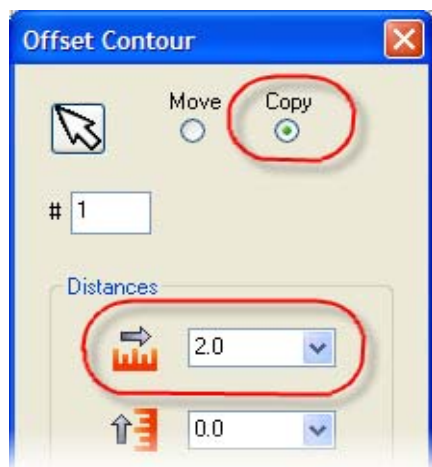
- 1 Откройте файл: OUTER_CONTOUR_WITH_HOLES.MCX или продолжайте использовать файл, сохранённый после второго урока.
- 2 Выберите функцию **Xform (Преобразовать), Offset Contour (Сместить контур)** в меню Mastercam. Появится диалоговое окно выбора цепочки.

Необходимо использовать опцию **chaining (цепочка)**, которая позволяет выбрать один или несколько геометрических элементов, у которых совпадают конечные точки. Цепочка отличается от других опций выбора, т.к. с помощью неё вы можете задать порядок расположения элементов в цепочке и направление выбора. Для дополнительной информации, нажмите кнопку **Help (Помощь)** в диалоговом окне выбора цепочки.



- 3 Кликните в любом месте наружного контура. Mastercam выберет и подсветит все геометрические элементы наружного контура.

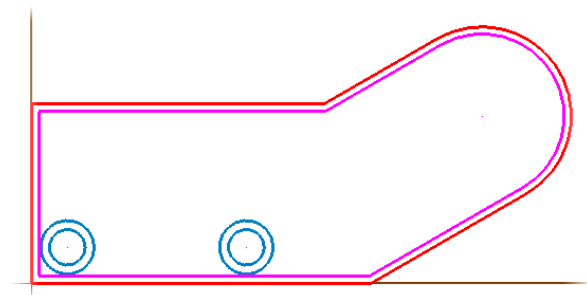
- 4 Нажмите **ОК** (зелёную галочку) в диалоговом окне.



- 5 Убедитесь, что в диалоговом окне Offset Contour (Смещение контура) выбрана опция **Copy (Копировать)**, и введите в окне дистанцию **2.0 мм**. Затем нажмите Enter.



*Замечание: Если изображение смещения контура (лилового цвета) появится снаружи выбранного контура, нажмите кнопку **Direction (Направление)** и измените положение на противоположное.*



- 6 Нажмите **ОК**. Исходный контур красного цвета, новый контур - лилового.
- Mastercam создаёт временные группы из исходной геометрии (красного цвета) и из новой геометрии (лилового цвета). Это облегчает дальнейший выбор элементов. Для дополнительной информации о группах обратитесь к файлу помощи.

Шаг 2: Добавление касательных линий

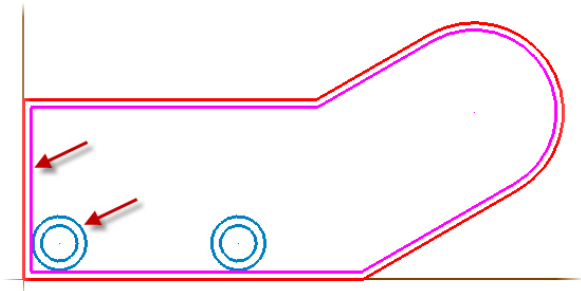
В этом упражнении вы создадите перпендикулярные линии касательные к окружностям.

- 1 Выберите **Create, Line, Perpendicular (Создать, Линия, Перпендикулярная)** в меню Mastercam.



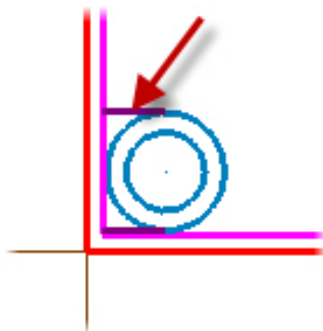
- 2 Нажмите кнопку **Tangent (Касательная)** на линейке функции.

Эта опция гарантирует, что будет создана касательная линия к дуге, которую вы выберите.

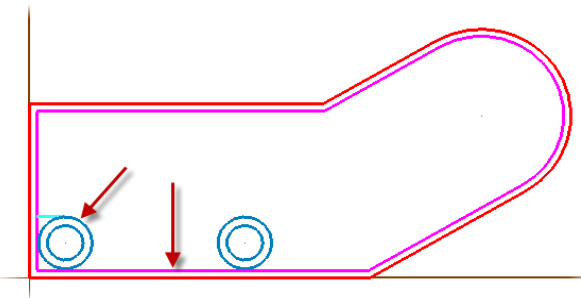


- 3 Кликните на левую наружную окружность и на левую внутреннюю линию.

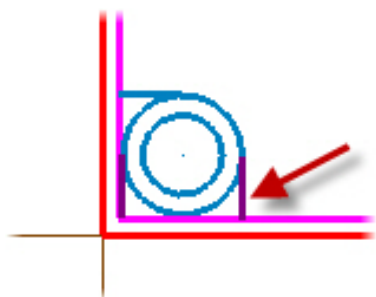
Mastercam покажет два возможных варианта решения.



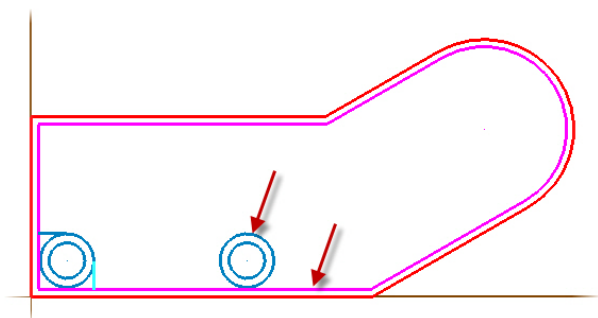
- 4 Кликните на верхнюю линию.



- 5 Кликните на левую наружную окружность и на нижнюю внутреннюю линию. Mastercam снова покажет два возможных варианта решения.



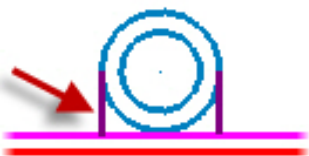
- 6 Кликните на правую линию.



- 7 Кликните на правую наружную окружность и на нижнюю внутреннюю линию.
Для создания касательных линий с двух сторон отверстия необходимо выбрать ту же геометрию повторно.



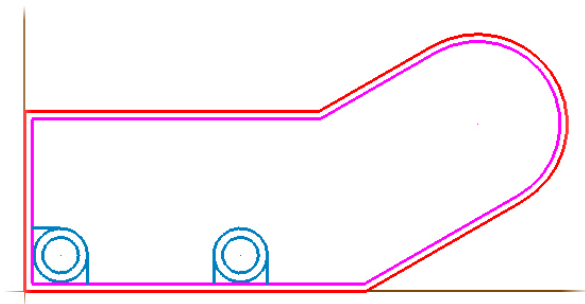
- 8 Кликните правую линию.
9 Кликните правую наружную окружность и нижнюю внутреннюю линию снова.



- 10 Кликните на левую линию.



Совет: — Если вы не видите все четыре созданные линии, нажмите правую кнопку мыши в графическом окне и в меню выберите **Repaint (Перерисовать)**. Изображение в графическом окне обновится.



- 11 Нажмите **ОК** и подтвердите создание линий.

Шаг 3: Обрезка внутреннего контура

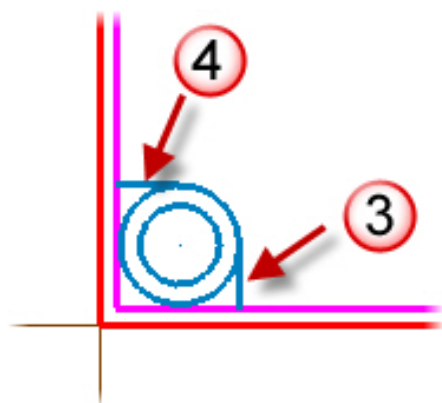
В этом упражнении вы удалите лишнюю геометрию вокруг отверстий.

- 1 Выберите **Edit (Редактировать)**, **Trim/Break (Обрезать/Разбить)**, **Trim/Break/Extend (Обрезать/Разбить/Продлить)**.



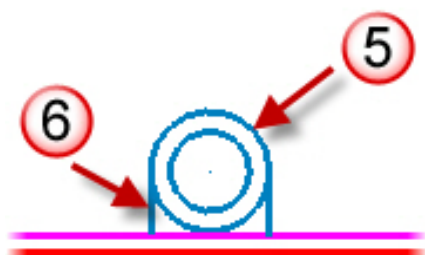
- 2 Нажмите на кнопку **Trim 1 entity (Обрезать один элемент)** на линейке функции.

Эта опция позволяет выбрать элемент, который вы хотите обрезать и затем выбрать элемент, до которого вы хотите обрезать.



- 3 Кликните на левую наружную окружность между двумя касательными линиями.
4 Кликните верхнюю касательную линию.

Замечание: Важно выбирать геометрию в определённой последовательности, иначе результаты могут быть различными. Если результат неудовлетворителен, выберите **Edit (Редактировать)**, **Undo (Назад)** и выберите геометрию повторно.

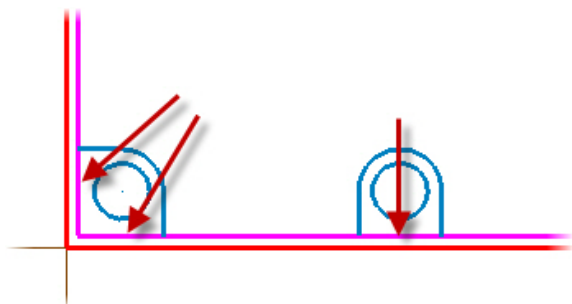


- 5 Выберите правую наружную окружность между двумя касательными линиями (см. рисунок).
- 6 Кликните левую касательную линию.

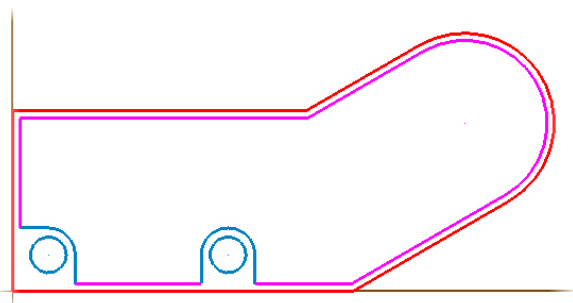


- 7 Нажмите кнопку **Divide/Delete (Разделить/Удалить)** на линейке функции.

Замечание: Вы также можете нажать горячую клавишу [D].



- 8 Кликните на следующие элементы в указанных точках (см. рисунок):
- ♦ Линию внутреннего контура слева от левого отверстия.
 - ♦ Линию внутреннего контура снизу от левого отверстия.
 - ♦ Линию внутреннего контура ниже правого отверстия.



- 9 Нажмите **ОК** и выйдите из функции.

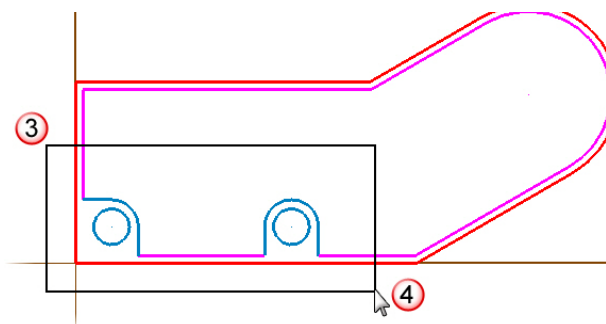
Шаг 4: Зеркальное отображение отверстий

В этом упражнении вы используете опцию основного выбора элементов, чтобы выделить геометрию и создать зеркальные элементы вдоль верхней линии внутреннего контура.

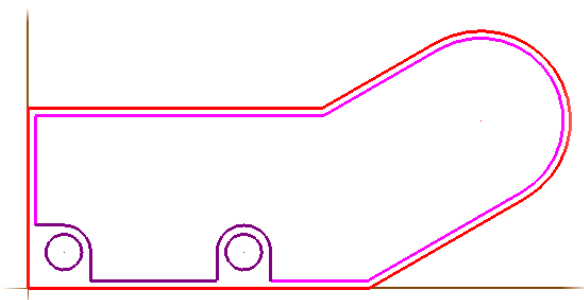
- 1 Выберите **Xform (Преобразовать), Mirror (Отзеркалить)** в меню Mastercam.
- 2 Убедитесь, что в окне на линейке основного выбора элементов выбрано **In (Внутри)**.
Эта опция выбирает только те элементы, которые находятся в окне.



- 3 Нажмите кнопку **[Page Down]** и обеспечьте для выбора пространство в окне графики.



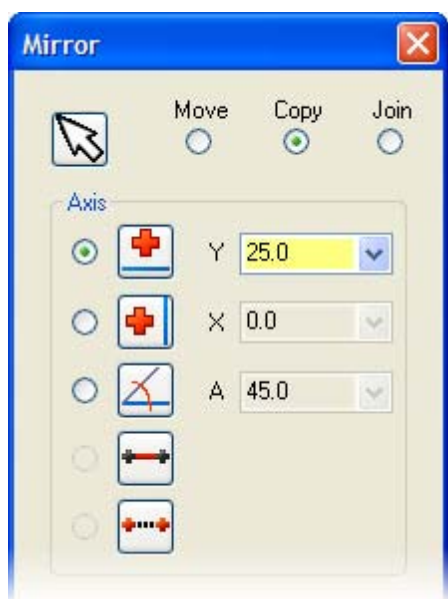
- 4 Для выбора элементов, которые вы только что создали, кликните в пространство сверху слева от левого отверстия и удерживайте нажатой левую кнопку мыши.
- 5 Перетащите мышь вниз и вправо, как показано на картинке.



- 6 Кликните снова и установите правый нижний угол прямоугольника.



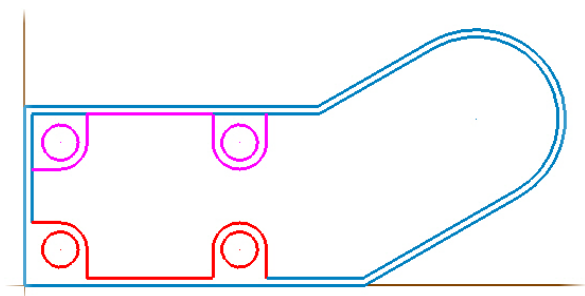
- 7 Нажмите кнопку **End Selection (Конец выбора)** на линейке основного выбора элементов, чтобы подтвердить ваш выбор. Откроется диалоговое окно **Mirror (Отразить зеркально)**.



- 8 В диалоговом окне в опциях **Axis (Ось)** выберите первую кнопку, с помощью которой можно отобразить зеркально геометрию относительно оси X. Убедитесь, что сверху выбрана опция **Copy (Копировать)**.
- 9 Введите в окошке значение **50/2 мм** и нажмите клавишу **[Tab]**. Mastercam отобразит временную горизонтальную линию, проходящую через точку Y25. Горизонтальная линия будет использована для отзеркаливания выбранных элементов.

Поскольку длина вертикальной линии слева равна 50мм, значение 25 отзеркалит геометрию к верхней части детали.

*Замечание: Все поля, которые предназначены для ввода чисел, имеют встроенный калькулятор. Вы можете ввести формулы, математические уравнения и другие единицы измерения. Для подробной информации об этой функции выберите раздел **calculator** в Помощи Mastercam.*



- 10 Нажмите **ОК** и отобразите геометрию зеркально.

Шаг 5: Обрезка зеркальной геометрии

В этом упражнении вы обрежете ненужную геометрию вокруг зеркальных отверстий и удалите одинаковые геометрические элементы (дубликаты).

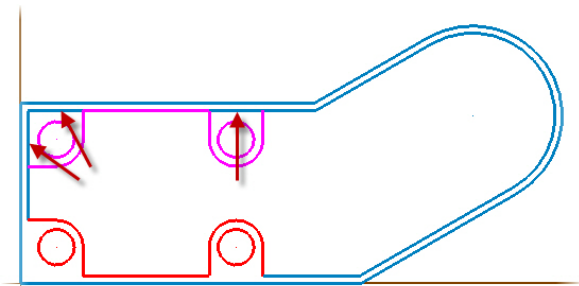


- 1 Нажмите кнопку **Trim/Break/Extend (Обрезать/Разбить/Продлить)** на линейке инструментов недавно использовавшихся функций (MRU).

Панель находится в правой части графического окна и показывает последние несколько функций, которые вы использовали в Mastercam.

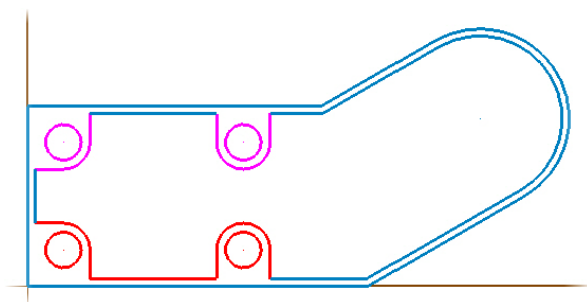
- 2 Нажмите кнопку **Divide (Разделить/Удалить)** на линейке функции.

Mastercam keeps the settings from the last time you used the function.

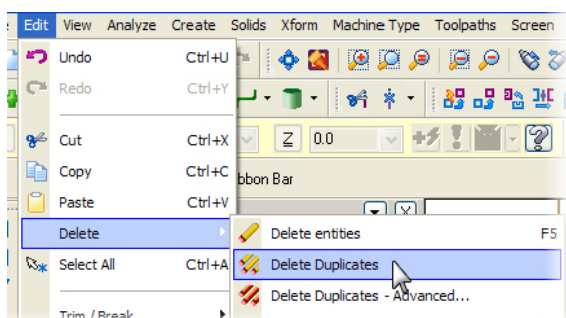


- 3 Кликните мышкой в трёх точках:

- ♦ На внутреннюю линию контура слева от левого верхнего отверстия.
- ♦ На внутреннюю линию контура сверху от левого верхнего отверстия.
- ♦ На внутреннюю контурную линию сверху от правого верхнего отверстия.



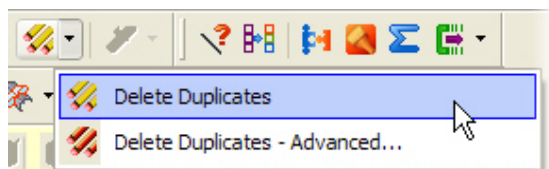
- 4 Нажмите **ОК** и закончите обрезку



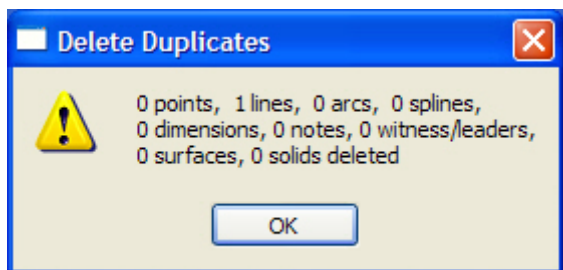
- 5 Чтобы удалить одинаковые элементы (дубликаты), выберите **Edit (Редактировать)**, **Delete (Удалить)**, **Delete Duplicates (Удалить дубликаты)** в меню Mastercam.

При обрезке линий была создана дополнительная линия, одинаковая к уже имеющейся. Должно появиться сообщение, что дубликат обнаружен и удалён.

Дублирующиеся элементы увеличивают размер файла, а также значительно затрудняют автоматический выбор цепочки.



Совет: Вы также можете нажать кнопку на панели инструментов, чтобы использовать данную функцию.

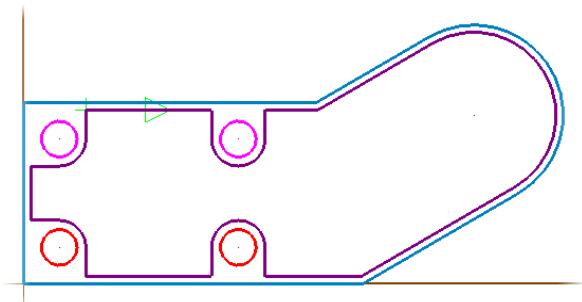


- 6 Нажмите **ОК** и выйдите из функции.

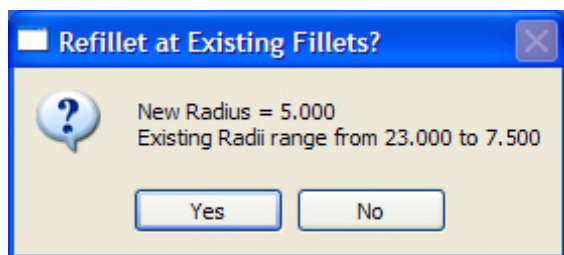
Шаг 6: Добавление скруглений

В этом упражнении вы закончите построение внутреннего контура, добавив скругления в острых углах.

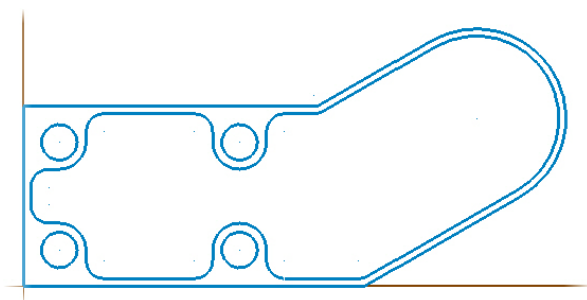
- 1 Выберите **Create (Создать)**, **Fillet (Скругление)**, **Chains (Цепочки)** в меню Mastercam.



- 2 Кликните в любом месте вдоль внутреннего контура. Mastercam подсветит весь контур.
- 3 Нажмите **ОК** в диалоговом окне выбора цепочки. Поскольку у вас уже есть скругления вдоль выбранной цепочки, Mastercam запросит вас, хотите ли вы изменить все скругления вдоль выбранной цепочки.



- 4 Нажмите **No** чтобы добавить только новые скругления.
- 5 Нажмите **ОК** на линейке функции и подтвердите создание скруглений.



- 6 Нажмите правую кнопку в графическом окне и выберите **Clear Colors (Восстановить цвета)**. Восстановится цвет оригинальной геометрии.

*Замечание: Вы можете также выбрать **Screen (Экран)**, **Clear Colors (Восстановить цвета)** в меню Mastercam.*

- 7 Выберите **File (Файл)**, **Save As (Сохранить как)**.

8 Сохраните файл под именем OUTER_INNER_CONTOURS.MCX.

Полностью созданы внутренний, внешний контур и отверстия. В последнем уроке вы добавите округлый паз.

У Р О К 4

Добавление паза

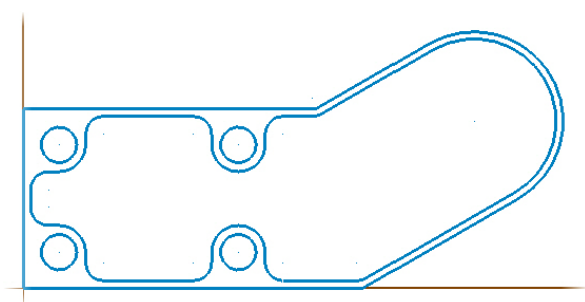
Заключительный раздел учебного пособия объясняет, как добавить округлый паз. В этом уроке вы также измените цвет и видимый слой для геометрии.

Цели урока

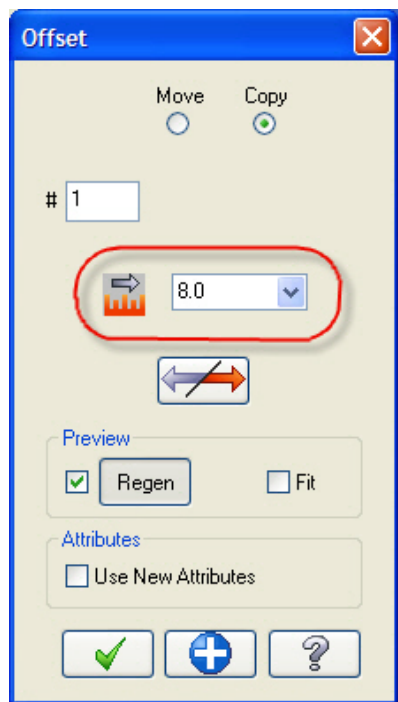
- Эквидистантное смещение дуг.
- Изменение атрибутов геометрии.

Шаг 1: Построение эквидистантной дуги

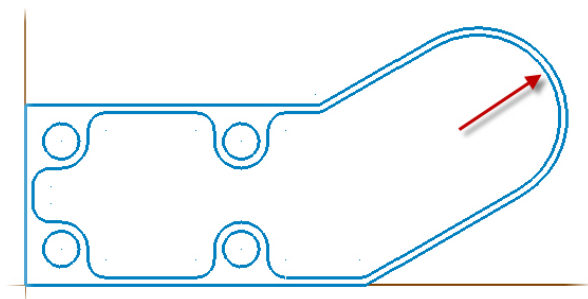
В этом упражнении вы эквидистантно сместите уже имеющуюся дугу.



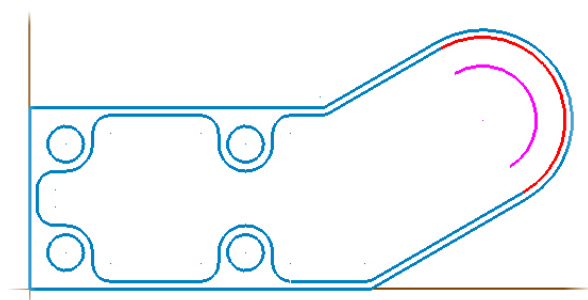
- 1 Откройте файл: OUTER_INNER_CONTOURS.MCX или продолжайте использовать MCX файл, который вы сохранили после урока 3.
- 2 В меню Mastercam выберите **Xform (Преобразовать), Offset (Сместить)**.



- 3 В диалоговом окне введите дистанцию **8 мм**. Убедитесь, что выбрана опция **Copy (Копировать)** вверху диалогового окна.



- 4 Выберите дугу внутреннего контура, как показано на картинке.
- 5 Кликните на область внутри дуги, чтобы указать направление смещения.



- 6 Нажмите **ОК** и выйдите из функции.

Шаг 2: Построение линий паза

В этом упражнении вы нарисуете линии с двух сторон паза, используя конечные точки дуги.

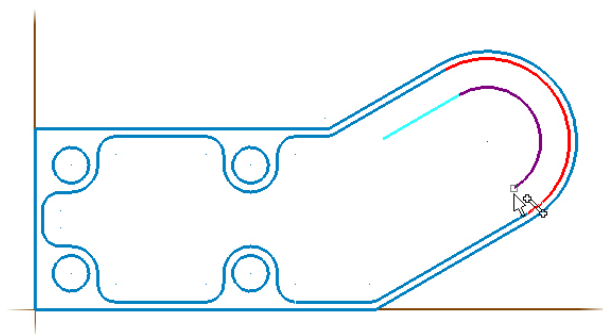
- 1 Выберите **Create (Создать), Line (Линия), Endpoint (По конечным точкам)**.



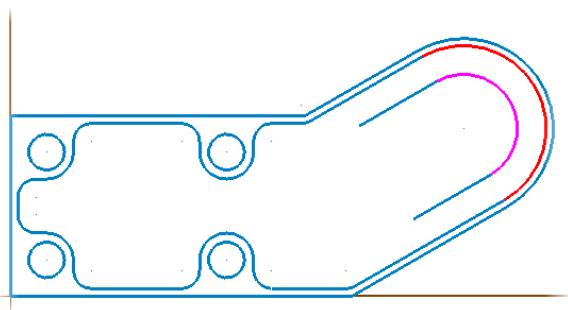
- 2 Введите **25 мм** в окошке длины и **210** градусов в окошке задания угла. Зафиксируйте значения в обоих полях, т.к. вы будете создавать две линии с одинаковыми размерами.



*Замечание: Убедитесь, что кнопка **Tangent (касательно)** не нажата.*



- 3 Кликните на две конечные точки смещённой дуги. Следите за привязкой Автокурсора к двум конечным точкам.

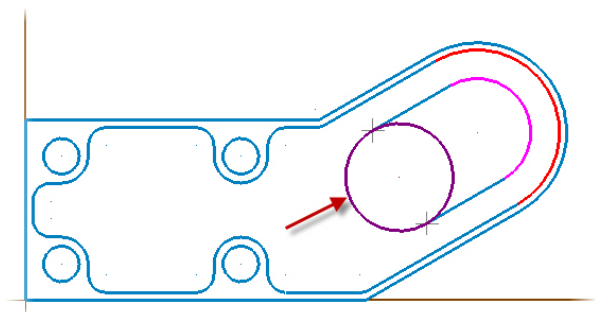


- 4 Нажмите **ОК** и подтвердите создание линий.

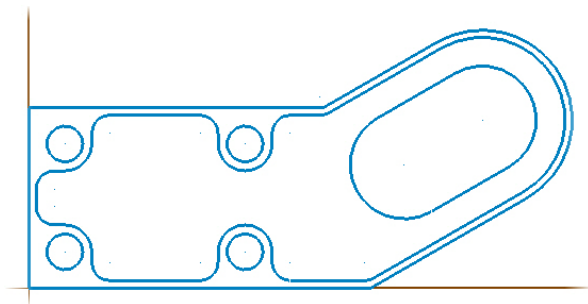
Шаг 3: Окончательное создание геометрии паза

В этом упражнении вы построите вторую дугу паза по конечным точкам линий.

- 1 Выберите **Create (Создать)**, **Arc (Дуга)**, **Arc Endpoints (Дуга по конечным точкам)**.
- 2 На линейке функции введите **15 мм** в поле радиуса.
- 3 Кликните концы линий открытой части паза. Mastercam покажет две возможных дуги.



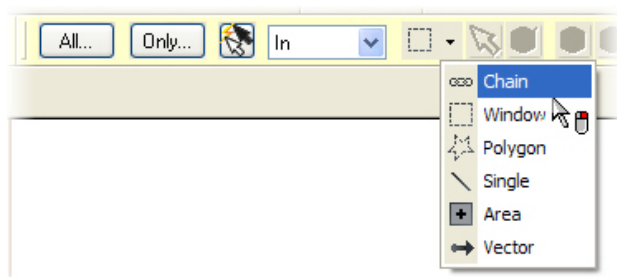
- 4 Кликните на левую дугу.
- 5 Нажмите **ОК** и подтвердите создание дуги.



- 6 Выберите в меню **Screen (Экран)**, **Clear Colors (Восстановить цвета)**.


Шаг 4: Изменение цвета паза и слоя

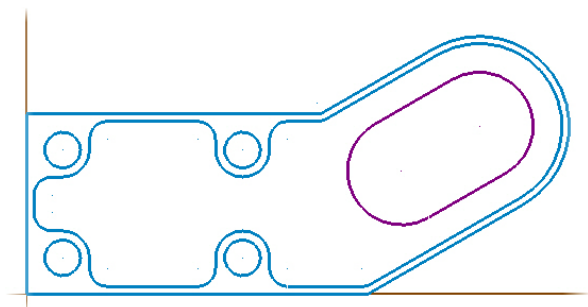
В ходе второго и третьего уроков мы разместили всю новую геометрию на слое 2 (Level 2). В этом упражнении мы переместим геометрию паза на другой слой и изменим цвет паза.



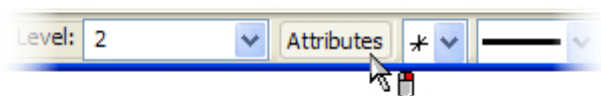
- 1 На линейке главного выбора элементов выберите **Chain (Цепочка)**, как показано на картинке. Эта опция выбирает цепочку геометрических элементов.



Совет: – Визуальная подсказка с красной кнопкой мыши  показывает, что вы можете кликнуть правой кнопкой мыши в списке, чтобы зафиксировать этот способ выбора элементов. Для дополнительной информации обратитесь к Помощи Mastercam.

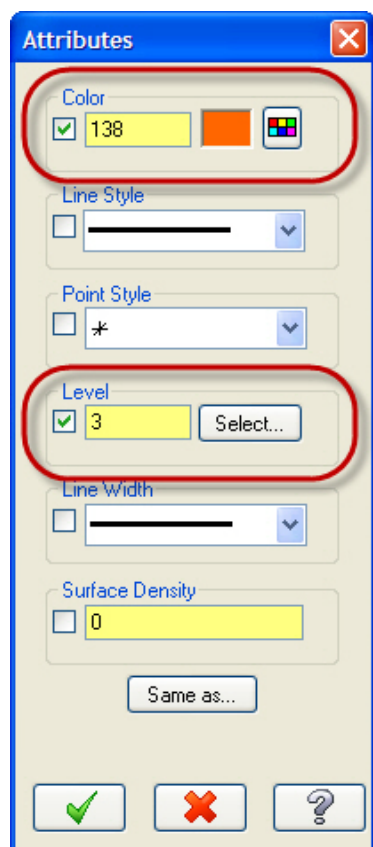


- 2 Кликните на любом элементе паза. Mastercam подсветит весь паз.



- 3 Нажмите правой кнопкой на **Attributes (Атрибуты)** на линейке статуса в нижней части графического окна.

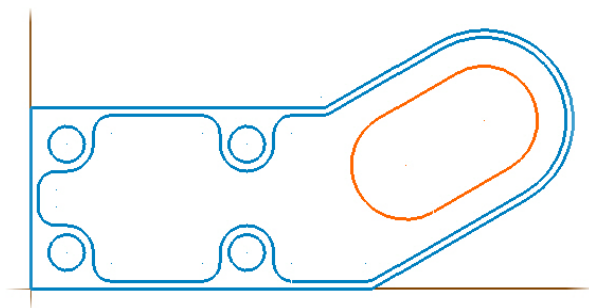
Появится диалоговое окно Attributes (Атрибуты) и вы сможете изменить один или несколько атрибутов геометрии в одно и тоже время.



- 4 Активизируйте опцию **Color (Цвет)** и введите номер цвета **138** (оранжевый).
- 5 Активизируйте опцию **Level (Слой)** и введите цифру **3** для перемещения геометрии на слой 3 (Level 3).

Замечание: Если уровень три не существует (Level 3), Mastercam создаст новый уровень и переместит на него геометрию, когда вы подтвердите и закроете диалоговое окно функции. Для дополнительной информации обратитесь к помощи Mastercam.

- 6 Нажмите **ОК** и подтвердите изменения.



- 7 Выберите **File (Файл), Save As (Сохранить как)**.
- 8 Сохраните файл под именем `PART_COMPLETE.MCX`.

Заключение

Поздравляем! Вы выполнили все упражнения учебного пособия *Основы 2D моделирования*. Теперь, когда вы получили навыки 2D построений в Mastercam, мы рекомендуем вам изучить другие функции и возможности Mastercam. Вам доступны другие, дополнительные учебные пособия. Пожалуйста, обратитесь к авторизованным реселлерам Mastercam для дальнейшего обучения.