

# Введение в многоосевые траектории Mastercam

Учебное пособие  
Файлы с примерами прилагаются

**Mastercam** X<sup>8</sup>

# Содержание

---

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
▶ Цели уроков .....	4
▶ Требуемая конфигурация Mastercam .....	4
▶ Общие требования.....	5
<b>1.Обзор базовых конфигураций многокоординатных станков.....</b>	<b>6</b>
▶ Конфигурация поворотных осей Стол/Стол .....	8
▶ Конфигурация поворотных осей Голова/Стол.....	9
▶ Конфигурация поворотных осей Голова/Голова .....	11
<b>2.Обзор многоосевых траекторий.....</b>	<b>13</b>
▶ Шаблон обработки .....	13
▶ Управление осью инструмента.....	14
▶ Управление кромкой инструмента .....	16
<b>3.Интерфейс Mastercam и порядок работы .....</b>	<b>18</b>
▶ Страница Cut Pattern (Шаблон обработки) .....	20
▶ Страница Tool Axis Control (Контроль оси инструмента) .....	21
▶ Страница Collision Control (Контроль зарезов) .....	22
<b>4.Траектория Многоосевая кривая (Multiaxis Curve) 24</b>	
▶ Цели урока.....	24
▶ Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории .....	24

### 3 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- ▶ Шаг 2: Создание траектории Многоосевая кривая (Multiaxis Curve) ..... 26
- ▶ Шаг 3: Просмотр операции..... 31
- ▶ Шаг 4: Машинная симуляция ..... 32

### 5. Опции Контроля оси инструмента (Tool Axis Control) 35

- ▶ Цели урока..... 35
- ▶ Шаг 1: Подготовка к работе..... 35
- ▶ Шаг 2: Копирование и редактирование операции ..... 35
- ▶ Шаг 3: Копирование и редактирование второй операции ..... 39

### 6. Траектория Многоосевое сверление (Multiaxis Drill) 41

- ▶ Цели урока..... 41
- ▶ Шаг 1: Подготовка к работе..... 41
- ▶ Шаг 2: Создание траектории Многоосевое сверление (Multiaxis Drill)..... 43
- ▶ Шаг 3: Добавление второй операции Многоосевое сверление (Multiaxis Drill)..... 48
- ▶ Шаг 4: Просмотр операций..... 51

# Введение

В предлагаемом учебном материале даны базовые понятия многоосевой обработки, начиная с архитектуры многокоординатных станков и заканчивая созданием многоосевых траекторий. Многоосевые траектории базируются на знакомых трёхосевых траекториях обработки контура, карманов и поверхностей, с дополнительными движениями вращения по осям А, В, и С. Эти дополнительные оси зависят от комплектации вашего станка и от настройки станка в Mastercam.

Рабочий процесс не зависит от выбранной многоосевой траектории. Интерфейс многоосевых траекторий имеет унифицированную структуру. Сначала выберите группу траекторий, затем тип траектории и используйте древовидную структуру страниц для ввода необходимых параметров. Затем сгенерируйте траекторию. Дополнительные инструменты позволяют просмотреть траектории, а также смоделировать обработку на станке перед началом непосредственной обработки резанием.

По завершении этого учебного пособия вы получите общее представление о процессе многокоординатной обработки. Информация, содержащаяся на этих страницах, позволит вам получить начальные знания и опыт для работы с многоосевыми траекториями в системе Mastercam.

## *Цели уроков*

- Базовые знания об архитектуре многокоординатных станков
- Обзор многокоординатных траекторий: шаблон обработки, контроль оси инструмента, контроль кромки инструмента
- Интерфейс многокоординатных траекторий и порядок работы
- Создание и редактирование траектории Multiaxis Curve (**Многоосевая кривая**)
- Создание и редактирование траектории Multiaxis Drill (**Многоосевое сверление**)

## Требуемая конфигурация Mastercam

- Лицензия **Mastercam X8 Mill Level 1** (фрезерная обработка – первый уровень) или **Mastercam Router** (деревообработка – первый уровень) или выше
- Дополнение **Curve 5-axis / Drill 5-axis** (включено в дополнение Multiaxis). Не функционирует отдельно.



---

**ВАЖНО:** На картинках учебника могут быть другие цвета экрана, которые изменены в целях повышения качества изображения. Цвета могут не соответствовать вашим настройкам. Цветовые отличия не влияют на уроки и результаты.

---

## Общие требования

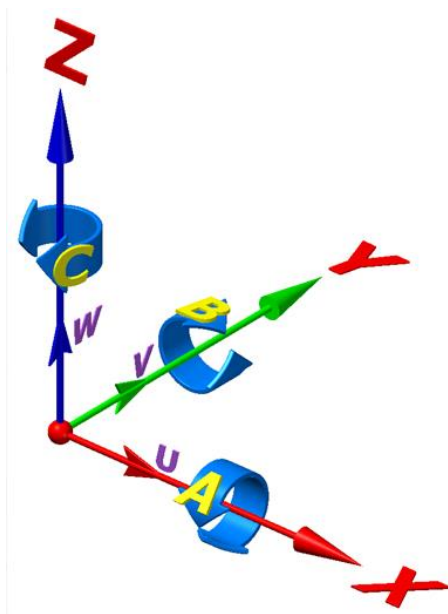
У всех обучающих программ есть следующие общие требования:

- Вы должны знать операционную систему Windows®.
- Поскольку каждый урок в обучающей программе основывается на уровне знаний предыдущего урока, мы рекомендуем, чтобы вы завершали их по порядку.
- 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 метрические единицы измерения.
- Вам понадобится подключение к Интернету для просмотра видеороликов, на которые есть ссылки в учебнике.
- Все видео можно найти на канале Mastercam в YouTube:  
<https://www.youtube.com/user/MastercamCadCam/featured>.

## УРОК 1

# Обзор базовых конфигураций многокоординатных станков

Многокоординатные станки имеют дополнительные оси. Кроме трёх линейных осей XYZ многокоординатные станки способны обрабатывать перемещения по четырём, пяти или более осям. Обычно оси обозначаются XYZ / ABC / UVW как показано на картинке внизу.



Оси могут быть направлены по-разному или иметь различные взаимозависимости. Многокоординатные станки имеют большие возможности и диапазоны перемещения, чем стандартные трёхосевые станки.

## 7 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

Многокоординатные станки значительно расширяют возможности вашего производства, а также в разы увеличивают номенклатуру изделий, которые могут быть изготовлены. Однако надо учитывать, что нет такого понятия, как “стандартные 5-осевые станки”. Почти каждый станок уникален – он со своей комбинацией осей, их ориентацией, лимитами перемещений по линейным осям и осям вращения, а также со своей системой ЧПУ.

Главные конфигурации многокоординатных станков – *стол/стол*, *голова/стол* и *голова/голова*. Эти конфигурации определяют взаимозависимость вращающихся компонентов станка. Конфигурация вращающихся компонентов определяет нулевую точку станка, а также местоположение детали в Mastercam. Каждая деталь должна быть правильно расположена в Mastercam относительно нулевой точки станка.



---

**ВАЖНО:** Неправильное размещение геометрии детали в Mastercam относительно нулевой точки может привести к неправильной обработке детали на станке или поломке станка.

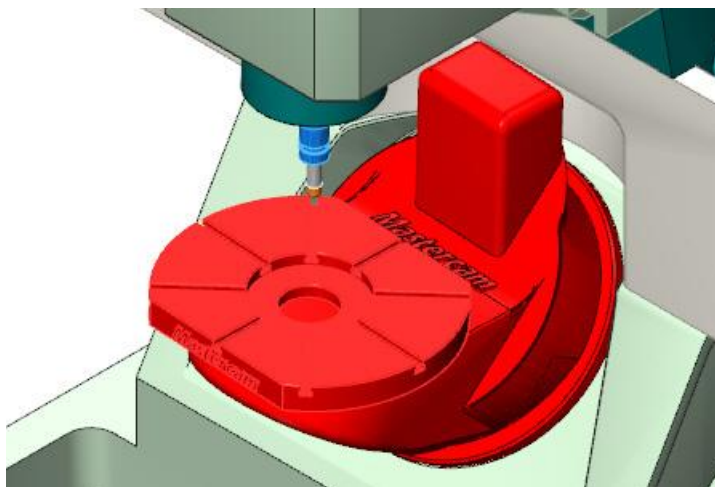
---

## 8 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

### *Конфигурация поворотных осей Стол/Стол*

В конфигурации *стол/стол* обе оси вращения привязаны и добавлены к рабочему столу станка. Нулевая точка станка находится на пересечении осей вращения. Деталь в Mastercam располагается относительно нулевой точки. Поворотные компоненты станка показаны красным цветом на изображении ниже.

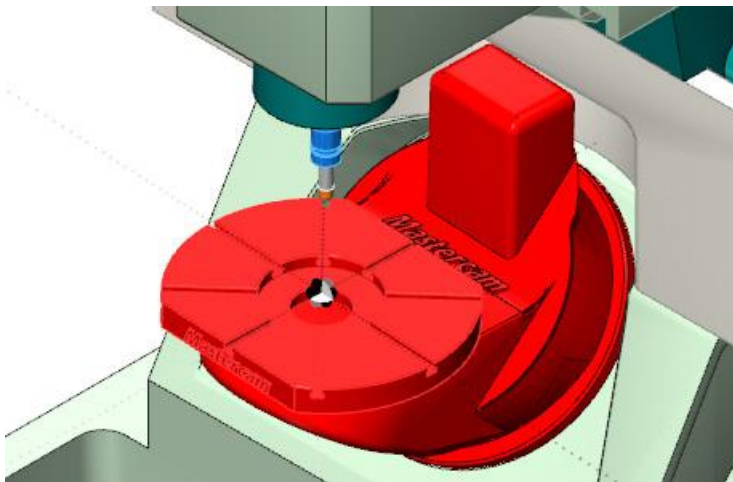
*Конфигурация Стол/Стол*





## 9 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

*Нулевая точка станка Стол/Стол*

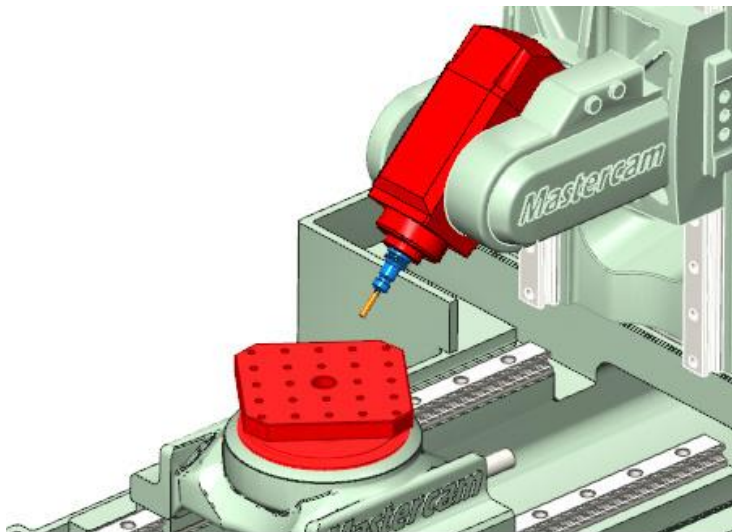


### *Конфигурация поворотных осей Голова/Стол*

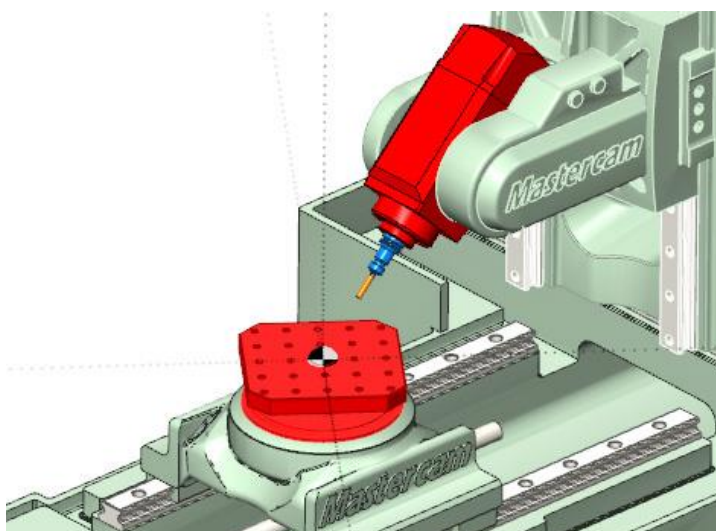
В конфигурации *голова/стол* одна поворотная ось находится на столе, а вторая на шпинделе станка. Они работают независимо друг от друга. Стол может вращаться вокруг горизонтальной или вертикальной оси. Нулевая точка станка находится на пересечении осей вращения. Деталь в Mastercam располагается относительно нулевой точки станка также, как и в конфигурации *стол/стол*. Поворотные компоненты станка показаны красным цветом на изображении ниже.

## 10 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

### *Конфигурация Голова/Стол*



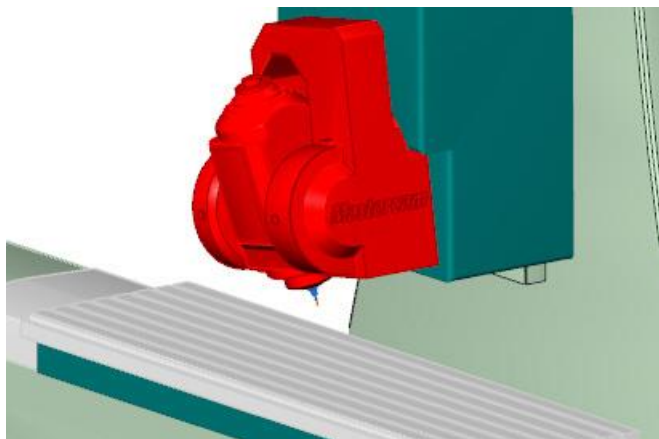
### *Нулевая точка Голова/Стол*



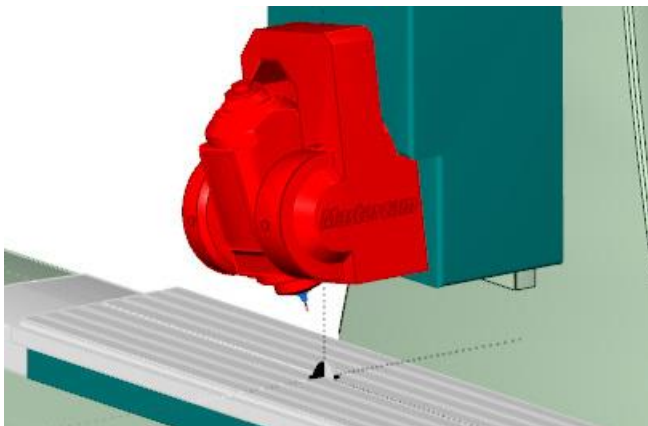
### *Конфигурация поворотных осей Голова/Голова*

В конфигурации *голова/голова* обе оси вращения привязаны и добавлены к шпинделю станка. Нулевая точка, как правило, находится на лицевой части шпинделя. Нулевая точка, показанная на столе на второй картинке внизу, находится в точке соприкосновения лицевой части шпинделя со столом станка, когда все оси установлены в «0». Поворотные компоненты станка показаны красным цветом.

#### *Конфигурация Голова/Голова*



*Нулевая точка станка Голова/Голова*



Таковы основные конфигурации многокоординатных станков. Надо заметить, что многокоординатные станки могут быть относительно простыми, например, с одной вращающейся осью (четырёхосевые), или сложные пятиосевые с качающейся головой. Независимо от того, какой у вас станок, для получения многоосевых траекторий используются одинаковые шаблоны. Перейдите ко второму уроку для изучения необходимых действий при создании эффективных многоосевых траекторий.

## УРОК 2

# Обзор многоосевых траекторий

В многоосевых траекториях имеются три основных элемента управления:

- Шаблон обработки
- Управление осью инструмента
- Управление кромкой инструмента

Эффективное использование этих трёх элементов управления является решающим фактором для получения необходимых вам траекторий. Этот учебник поможет вам в освоении возможностей Mastercam. Однако он не сможет заменить знания о возможностях вашего станка и необходимый опыт в его правильной эксплуатации.

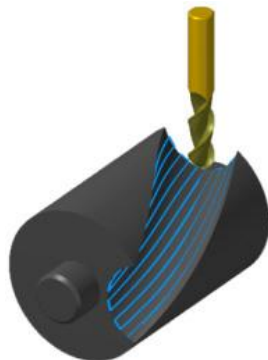
### Шаблон обработки

Какие движения инструмента я хочу получить? Для ответа на этот вопрос *предназначен* cut pattern (**шаблон обработки**). Выбор шаблона обработки является первым шагом после выбора необходимой траектории. Различные наборы траекторий позволяют использовать в качестве шаблона обработки разные типы геометрии. Выбор геометрии может варьироваться от простого контура или цепочки до границы (или границ) поверхностей. Ниже приведены два примера шаблонов обработки.

*Кривая*



*Поверхность*



## 14 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

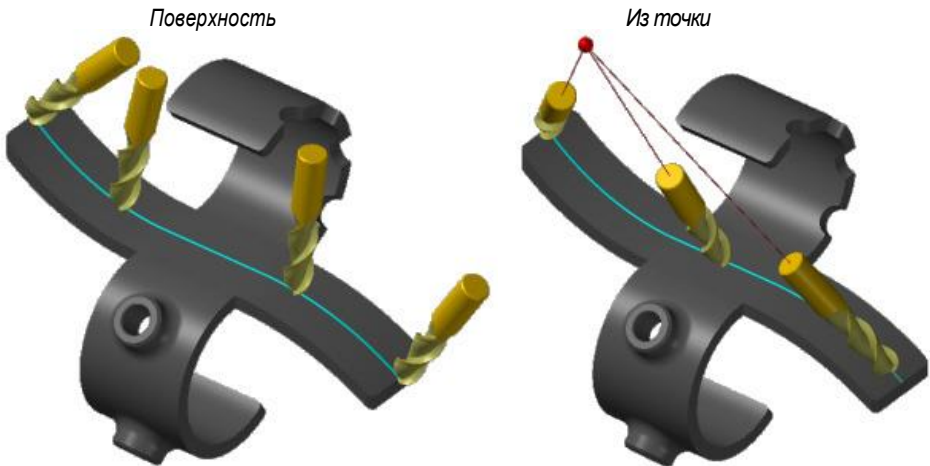
После выбора геометрии шаблона обработки есть возможность дополнительной установки следующих параметров:

- Метод обработки: зигзаг, в одном направлении, спираль
- Компенсация: тип и направление
- Припуск: рабочие поверхности, стенки
- Шаг: поперёк, вдоль, расстояние

В последующих уроках различные варианты задания шаблона обработки будут рассмотрены более подробно.

### *Управление осью инструмента*

Как должно изменяться направление оси инструмента при движении по шаблону обработки? Для ответа на этот вопрос предназначен Tool axis control (**Контроль оси инструмента**). Многоосевые траектории включают различные опции для манипулирования осью инструмента. Опции позволяют контролировать точку контакта инструмента с деталью, количество сегментов сгенерированной траектории, а также предоставляют возможность вывода УП с заданным количеством одновременно используемых осей. Ниже приведены два примера управления осью инструмента.



Опции управления осью инструмента, к которым можно получить доступ,

## 15 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

зависят от выбора пользователем того или иного набора траекторий. Вот несколько примеров доступных опций, определяющих наклон оси инструмента:

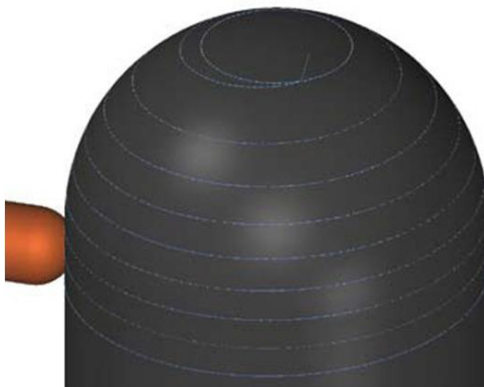
- **Набор Classic (Классический):** вдоль линии, перпендикулярно поверхности, из точки, из цепочки
- **Набор Wireframe (Каркас):** По поверхности с углами наклона, через кривую
- **Набор Surface/Solid (Поверхность/Тело):** наклон из цепочки, наклон с фиксированным углом к заданной оси
- **Набор Drill/Circle Mill (Сверление/Круговое фрезерование):** параллельно линии, перпендикулярно поверхности, перпендикулярно плану
- **Tool Box (Специфика) - Набор Convert to 5x (Перевод в 5 осей):** параллельно линии, из точки.
- **Набор Custom App (Пользовательский):** Устанавливается автоматически

Нажмите кнопку Help (Справка) для получения подробной информации о других доступных опциях.

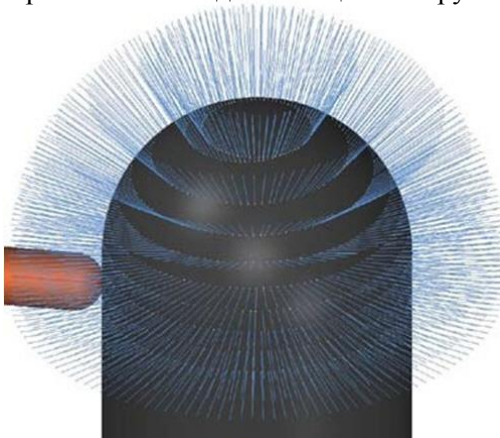
### *Управление кромкой инструмента*

Что контролирует глубину инструмента вдоль оси инструмента? Эту функцию выполняет Tool tip control (**Контроль кромки инструмента**). Задание рабочих или компенсационных поверхностей на страницах **Проверка столкновений** или **Контроль зарезов** позволяет управлять кромкой инструмента. Процесс состоит из трёх шагов:

- 1 Генерация позиций инструмента происходит по выбранному шаблону (на картинке показаны поверхности шаблона).



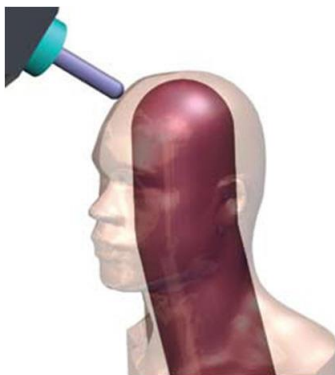
- 2 Вектор направления оси инструмента создаётся в каждой позиции в зависимости от опций управления осью инструмента (на картинке показаны вектора направления в каждой позиции инструмента).





## 17 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 3 Глубина инструмента вдоль оси инструмента определяется в зависимости от заданной геометрии и метода компенсации кромки инструмента (на картинке показаны **рабочие** или **компенсационные** поверхности, окружающие поверхности шаблона). Название поверхностей зависит от выбранной траектории обработки.



---

**СОВЕТ:** Используйте процесс, описанный выше, если геометрия детали сложная или не такая качественная, как поверхности шаблона. Качественная геометрия шаблона используется в этом случае для получения позиций инструмента и векторов направления оси инструмента. Управление кромкой инструмента используется для обработки поверхностей, окружающих поверхность шаблона.

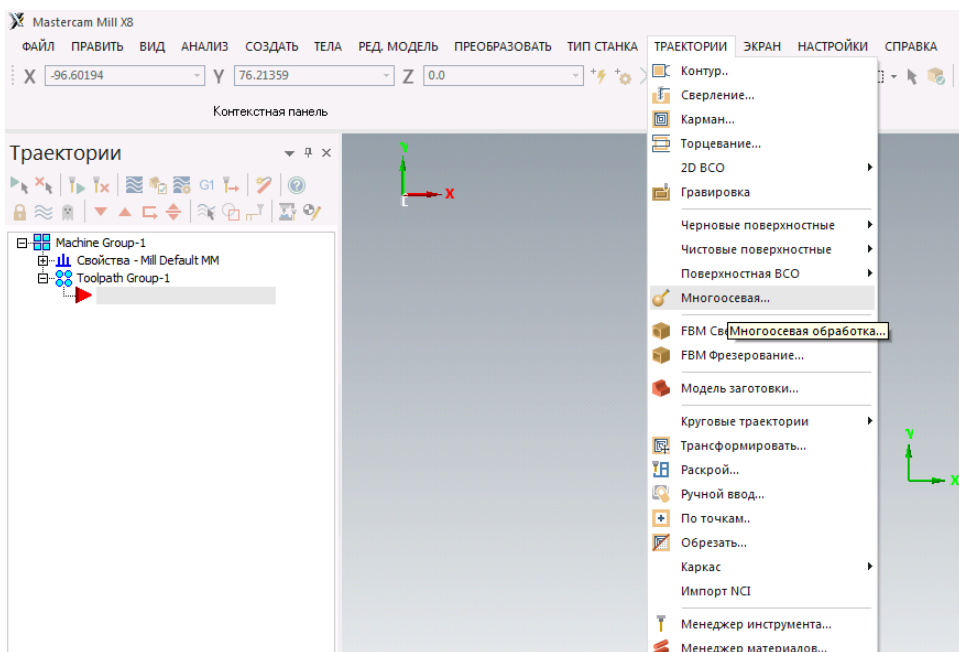
---

Эти три элемента управления составляют основу всех многоосевых траекторий. Затем определяются дополнительные параметры – методы проверки на столкновения с контрольными поверхностями, переходы между рабочими ходами инструмента, выбор инструмента и многие другие. Правильное определение трёх основных элементов управления перемещениями инструмента помогут вам сгенерировать качественные многоосевые траектории. Далее перейдите к третьему уроку.

## УРОК 3

# Интерфейс Mastercam и порядок работы

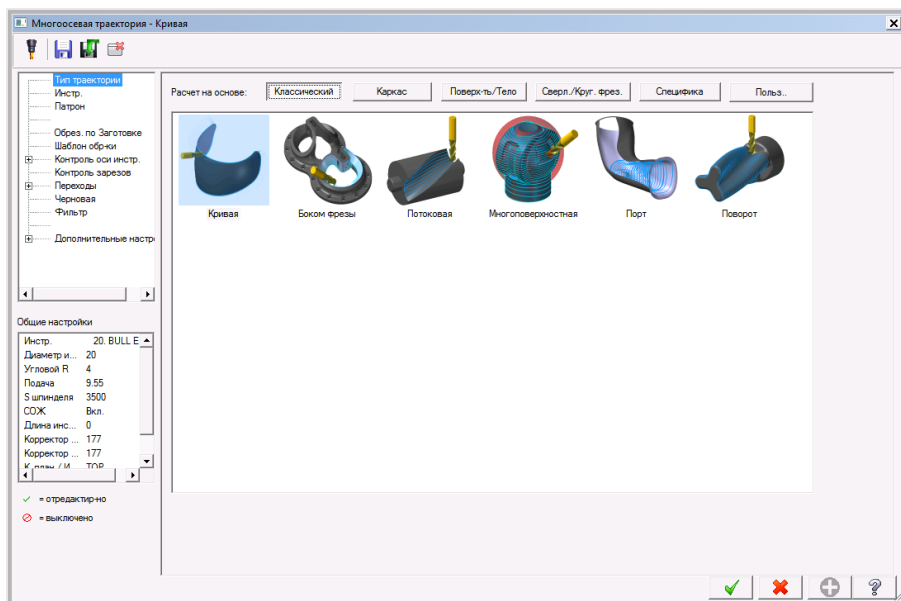
Многоосевые траектории Mastercam имеют древовидную структуру интерфейса. Вы можете перемещаться по страницам в дереве, выбирать геометрию, вводить необходимые параметры и генерировать траекторию. Такая структура значительно облегчает создание сложных многоосевых траекторий. Сначала необходимо выбрать в Mastercam определение станка, который поддерживает многоосевые перемещения. Затем в меню **Toolpaths (Траектории)** выберите пункт **Multiaxis (Многоосевая)**.



После ввода имени управляющей программы появится показанное на картинке диалоговое окно траектории **Curve (Кривая)** из набора траекторий **Classic (Классический)**. Вы увидите:

## 19 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 1) Страницу **Toolpath Type** (Тип траектории)
- 2) Набор траекторий **Classic** (Классический)
- 3) Активную траекторию **Curve** (Кривая)



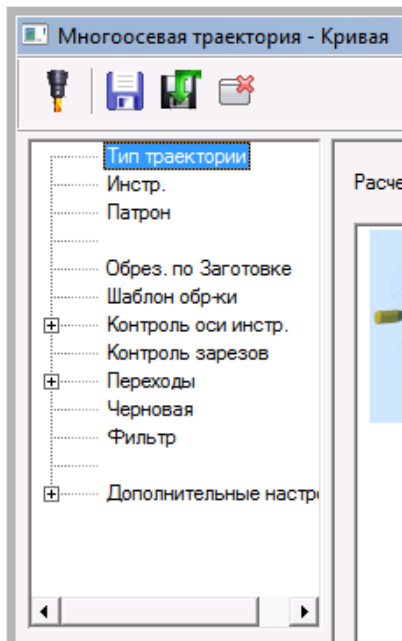
Многоосевые траектории содержат шесть наборов. Каждый набор содержит различные типы траекторий. Выбор наиболее эффективного типа траектории зависит от опыта и ваших потребностей. Сейчас мы сосредоточимся на общем рабочем процессе, а не на использовании конкретных траекторий.

Древовидная структура интерфейса предоставляет вам основную последовательность действий при создании траектории. Вы можете выбирать страницы по мере необходимости. Однако наиболее эффективный порядок действий – это перемещаться по страницам сверху вниз. Нажмите на значок «плюс» перед любой из главных страниц, чтобы увидеть вложенные страницы, необходимые для ввода дополнительных параметров.

## 20 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

Древовидная структура страниц изменяется в зависимости от типа выбранной траектории. Общая процедура остаётся прежней, независимо от того, какая траектория выбрана. Ответьте на следующие вопросы:

- Какую форму движений инструмента я хочу получить? Выберите страницу **Шаблон обработки**.
- Как должно изменяться направление оси инструмента при движении по шаблону обработки? Выберите страницу **Контроль оси инструмента**
- Что контролирует глубину инструмента вдоль оси инструмента? Выберите страницу **Контроль зарезов** или **Проверка столкновений**

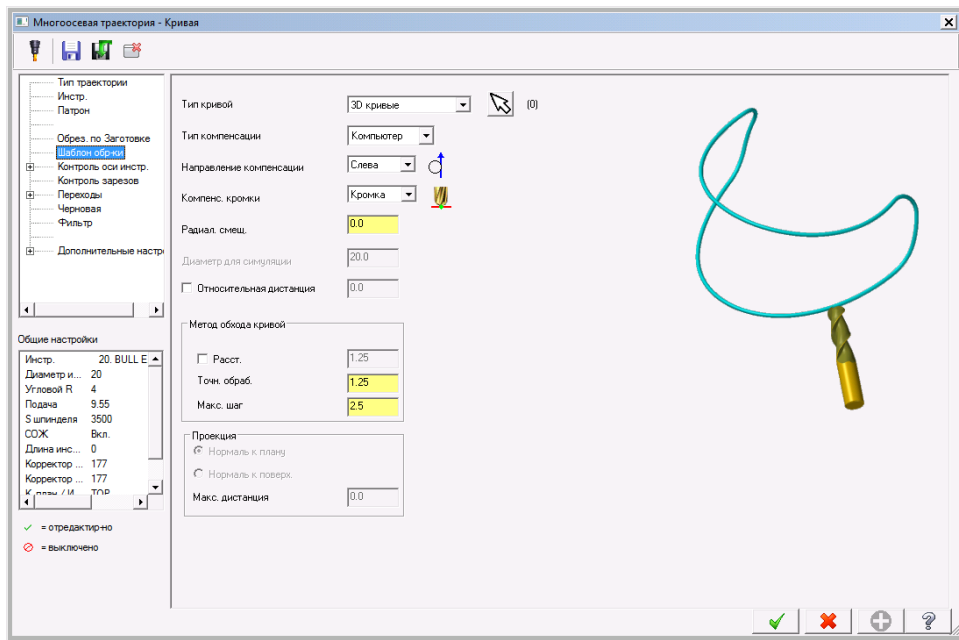


Ответы на эти вопросы являются главными на пути создания эффективных многоосевых траекторий.

### **Страница Cut Pattern (Шаблон обработки)**

В предыдущем уроке говорилось о трёх основных элементах управления. Первый – это выбор шаблона обработки на странице cut pattern (**шаблон обработки**). На этой странице вы можете выбрать геометрию, установить параметры компенсации и другие необходимые опции. Ниже вы видите страницу cut pattern (шаблон обработки) многоосевой траектории Curve (**Кривая**).

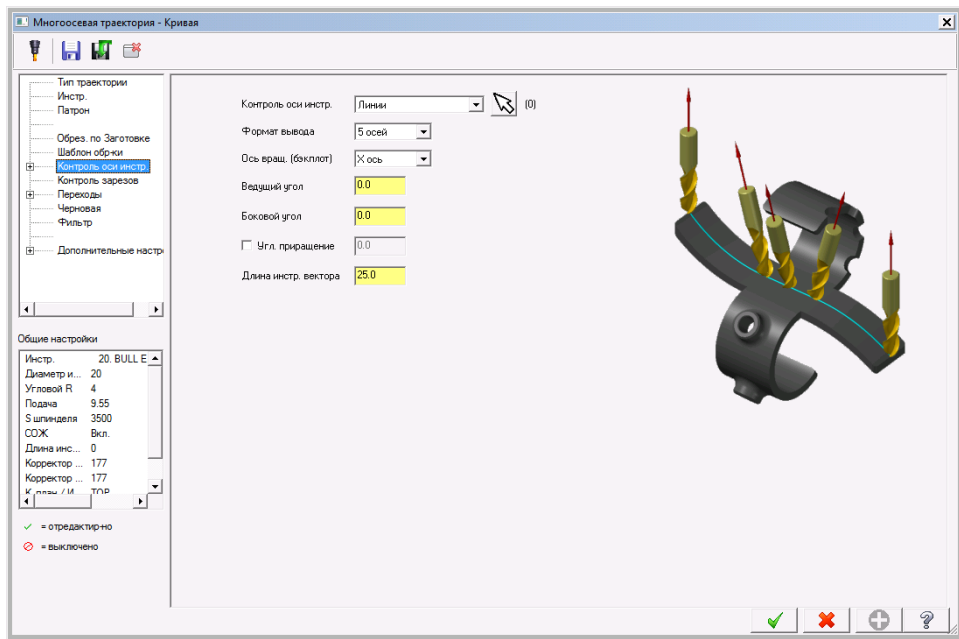
## 21 • Введение в многоосевые траектории Mastercam



### *Страница Tool Axis Control (Контроль оси инструмента)*

Страница Tool Axis Control (**Контроль оси инструмента**) определяет наклон оси инструмента при движении по шаблону обработки. Доступные опции зависят от типа траектории, поэтому структура дерева и страниц может меняться. Контроль оси инструмента отличает многоосевые траектории от 2-х и 3-х осевых. Манипулирование осью инструмента предоставляет пользователю возможность получать сложные движения. Ниже вы видите страницу Tool Axis Control (Контроль оси инструмента) многоосевой траектории Curve (**Кривая**).

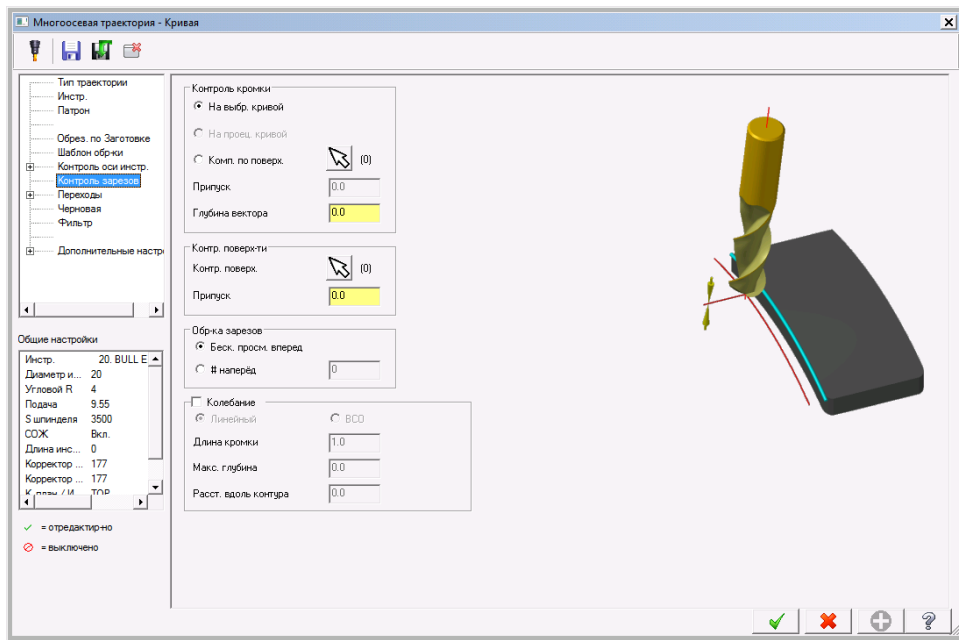
## 22 • Введение в многоосевые траектории Mastercam



### *Страница Collision (Контроль зарезов)*

Функция контроля кромки инструмента не имеет своей страницы, в отличие от двух предыдущих функций. Она находится на странице Collision Control (**Контроль зарезов**). Параметры на этой странице позволяют определить, где должна находиться кромка инструмента по отношению к шаблону обработки. Ниже вы видите страницу Collision Control (Контроль зарезов) многоосевой траектории Curve (**Кривая**).

## 23 • Введение в многоосевые траектории Mastercam



При необходимости используйте для задания опций и параметров остальные страницы в дереве. Дополнительные параметры включают информацию о переходах (как перемещается инструмент, когда он не контактирует с материалом), а также параметры черновой обработки. Некоторые параметры на дополнительных страницах часто не нуждаются в изменении или могут быть изменены в редких случаях при программировании очень сложной многоосевой обработки. Далее перейдите к четвёртому уроку и начните создание многоосевой траектории Curve (Кривая).

## УРОК 4

# Траектория Многоосевая кривая (Multiaxis Curve)

В этом уроке рассматривается пример проектирования многоосевой траектории. Даны пошаговые инструкции и описание действий. Здесь не рассматриваются такие действия, как выбор определения станка, изменение графического вида или конструкционного плана, работа со слоями видимости. Пожалуйста, ознакомьтесь с учебниками из серии для начинающих, если вы ещё не знакомы с этими понятиями.

### Цели урока

- Открытие файла детали и назначение определения станка.
- Создание многоосевой траектории Curve (**Кривая**).
- Просмотр траектории.

### ШАГ 1: Подготовка перед созданием траектории

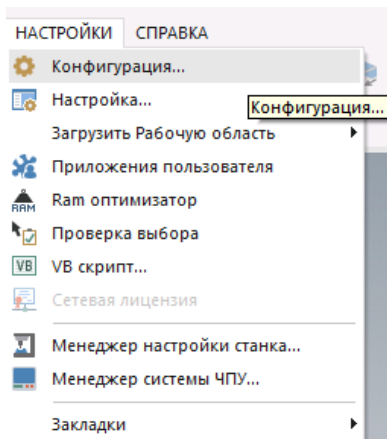
Назначение определения станка является первым шагом перед созданием траектории. Выбор графического вида в целях упрощения выбора геометрии играет небольшую роль. Это упражнение содержит первые шаги перед созданием траектории.



- 1 Запустите Mastercam:
  - ♦ Кликните два раза на иконку Mastercam на рабочем столе или
  - ♦ Запустите Mastercam из меню Start.

2 Выберите метрический конфигурационный файл:

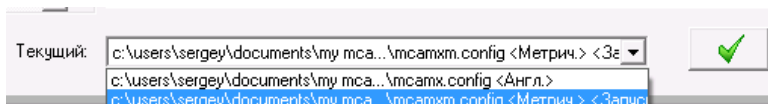
- a Выберите **Settings (Настройки), Configuration (Конфигурация)** в главном меню Mastercam.





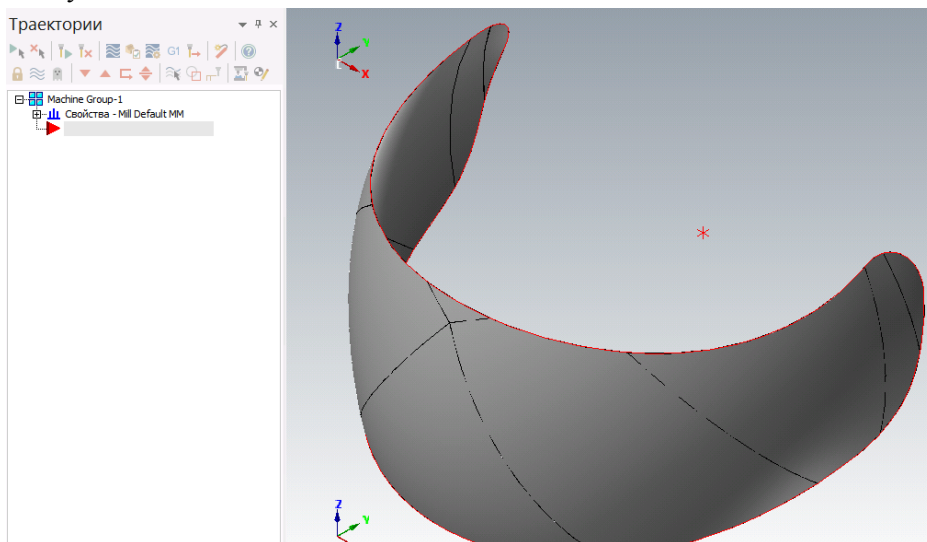
## 25 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

б Выберите ...\**mcamxm.config** <Metric> из выпадающего списка **Current (Текущий)**.



с Нажмите **ОК**.

3 Откройте файл **Curve\_Toolpath.MCX-8**, который сопровождает учебник.



4 Если ещё не выбрано, то выберите метрическое определение фрезерного станка «по умолчанию».



**ЗАМЕЧАНИЕ:** Определение станка «по умолчанию» позволяет создать многоосевые траектории, т.к. в нём определены поворотные оси. Вы также можете загрузить определение вашего пятикоординатного станка, если он имеет поворотные оси.

5 Установите графический вид **Isometric (Изометрия)**.

6 При необходимости закрасьте модель.

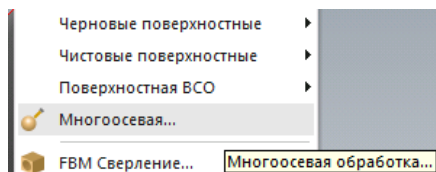
## 26 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- Увеличьте геометрию в размер окна, используя кнопки на клавиатуре [Alt+F1] или нажав кнопку **Fit (В размер окна)** в меню.
- Выберите **File (Файл), Save As (Сохранить как..)** и сохраните файл под другим именем. Это предохранит оригинальный файл от перезаписи.

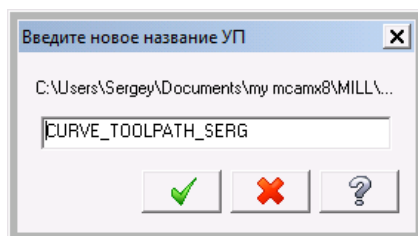
### Шаг 2: Создание траектории Многоосевая кривая (Multiaxis Curve)

Создание включает в себя выбор типа траектории, инструмента, геометрии, а также установку опций и параметров. По завершении процесса вы получите управляющую программу для обработки детали на станке.

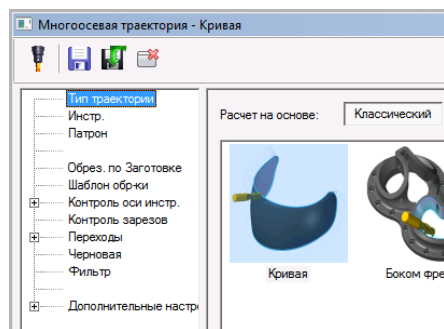
- Выберите **Toolpaths (Траектории), Multiaxis (Многоосевая)** в меню Mastercam.



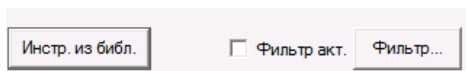
- Нажмите **ОК** если появится запрос на ввод имени NC файла.



- Выберите **Classic (Классический)** и **Curve (Кривая)** на странице Toolpath Type (Тип траектории).



- Выберите в дереве страницу **Tool (Инструмент)**.
- Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.



Откроется библиотека, выбранная в закладке **Files (Файлы)** определения станка.

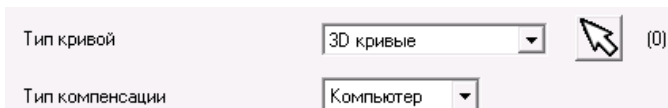
## 27 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 6 Выберите сферическую фрезу диаметром 8 мм и нажмите **ОК**.

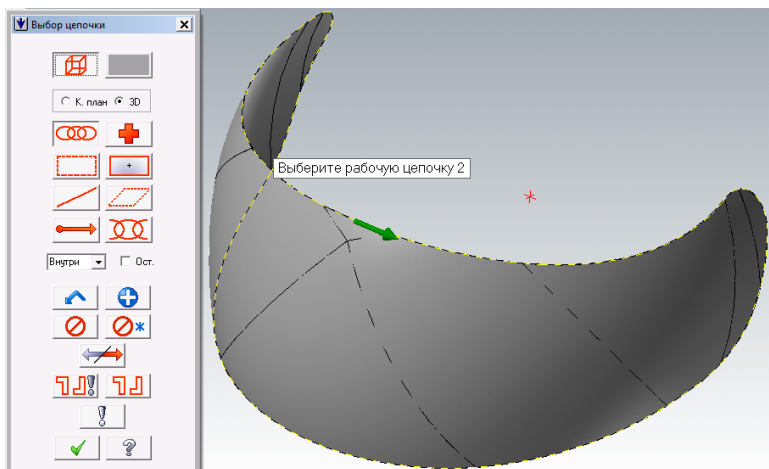
492	--	7. BALL ENDMILL	--	7.	3.5	50.0	4
493	--	8. BALL ENDMILL	--	8.	4.0	50.0	4
494	--	9. BALL ENDMILL	--	9.	4.5	50.0	4

- 7 Перейдите на страницу **Cut Pattern (Шаблон обработки)**.

- 8 Выберите **3D Curves (3D кривые)** в выпадающем меню Curve type (Тип кривой).

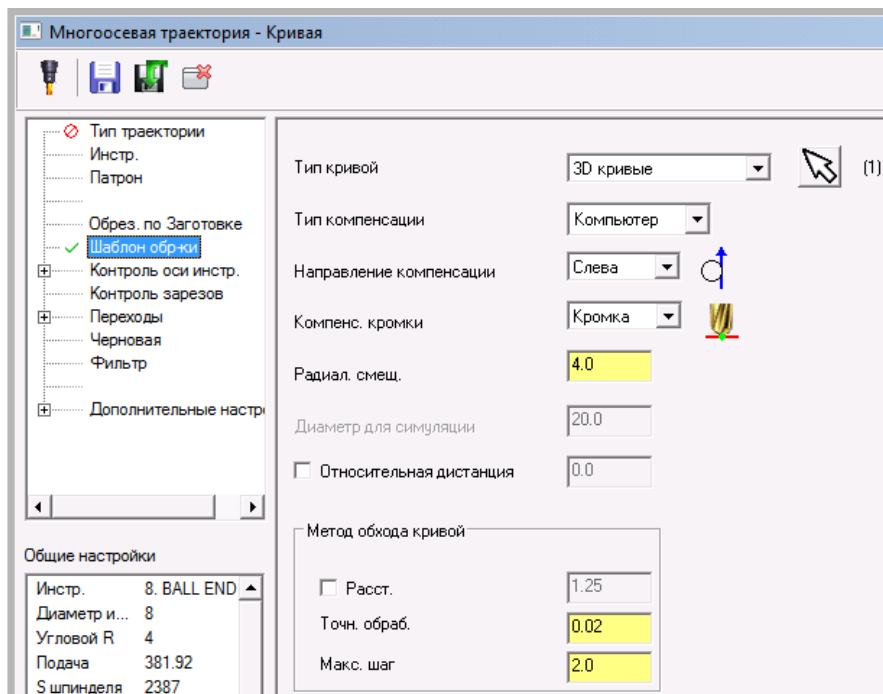


- 9 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** рядом с меню 3D Curves (3D кривые). Появится диалоговое окно **Chaining (Выбор цепочки)**.
- 10 Выберите цепочку наружного контура детали, как показано на картинке. Начальная точка не имеет значения. Направление должно быть по часовой стрелке, независимо от того, где находится начальная точка.



- 11 Нажмите **ОК** и вернитесь на страницу Cut Pattern (Шаблон обработки).

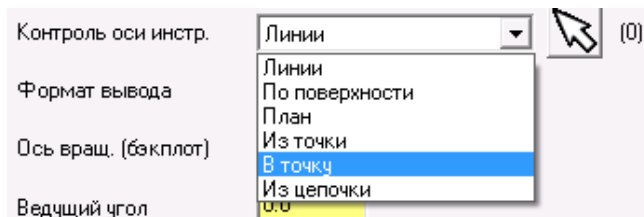
- 12 Установите параметры, как показано на картинке.



**СОВЕТ:** Radial offset (**Радиальное смещение**) в данной операции должно равняться радиусу инструмента. Это поле используется для задания припуска. Значение, равное радиусу инструмента, соответствует нулевому припуску. Воспользуйтесь операцией для обрезки детали по наружному контуру.

13 Перейдите на страницу **Tool Axis Control (Контроль оси инструмента)**.

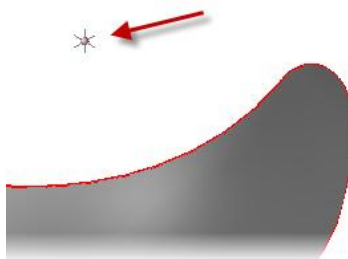
14 Выберите **To point (В точку)** в выпадающем меню Tool axis control (Контроль оси инструмента).



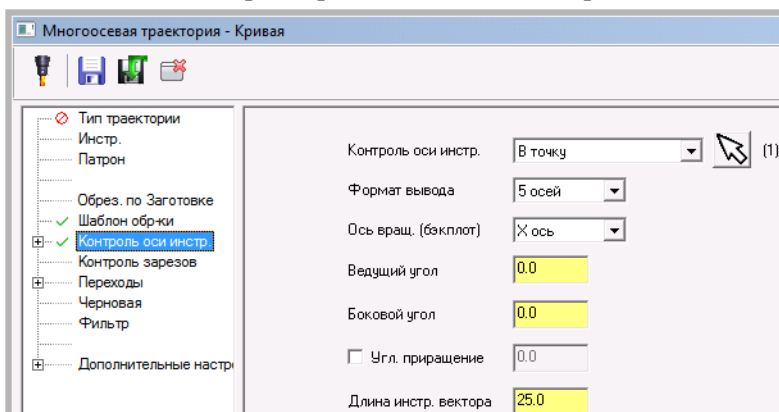
## 29 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 15 Нажмите на кнопку **Select (Выбор)** рядом с To point (В точку).
- 16 Выберите точку, показанную на картинке.

После выбора точки вы возвратитесь на страницу Tool Axis Control (Контроль оси инструмента).



- 17 Установите параметры, показанные на картинке.

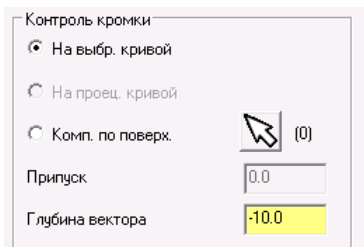


**СОВЕТ:** Щёлкайте мышкой на окна параметров, чтобы увидеть справа динамическую картинку, показывающую, для чего предназначен тот или иной параметр. Нажмите кнопку **Help (Справка)** для получения дополнительной информации.

- 18 Перейдите на страницу **Collision Control (Контроль зарезов)**

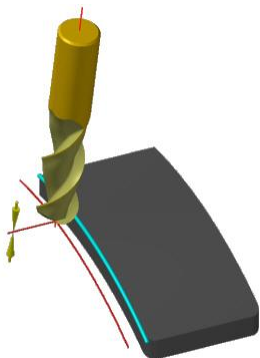
## 30 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 19 В поле **Vector depth (Глубина вектора)** установите значение - **10.0**. Это значение позволяет обрезать деталь боковой стороной инструмента, опустив его ниже кривой на 10 мм.

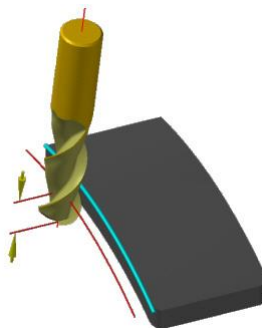


Картинки ниже показывают, как установленное значение влияет на траекторию.

*Глубина вектора = 0.0*  
*величина*



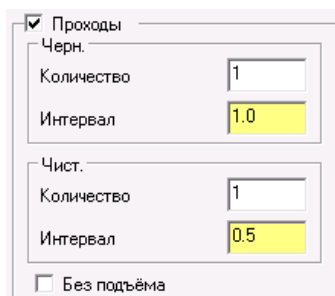
*Глубина вектора = отрицательная*



- 20 Перейдите на страницу **Roughing (Черновая)**.

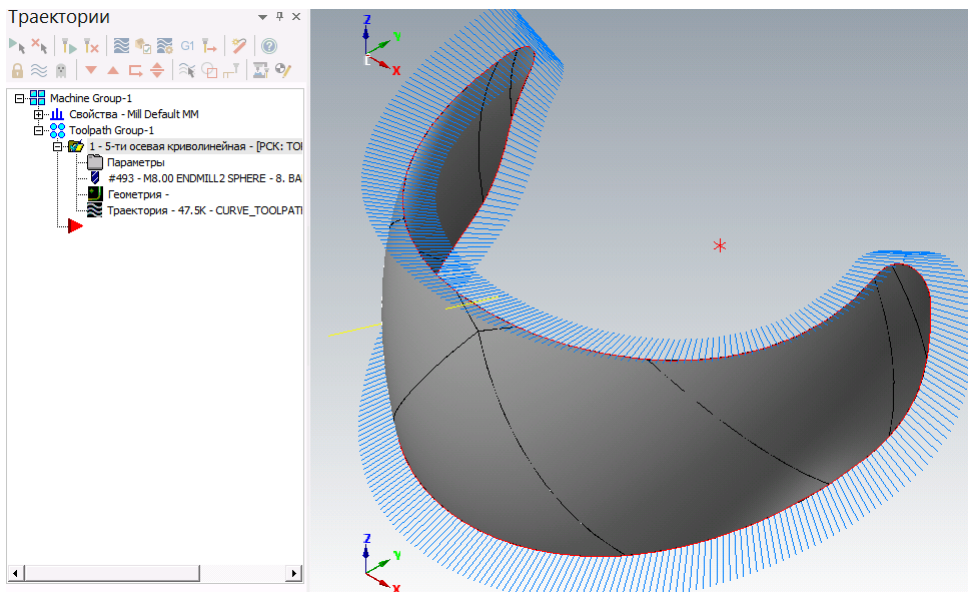
- 21 Отмените выбор опции **Multi Passes (Проходы)**.

В операции обрезки Curve (Кривая) обычно используют один проход.



## 31 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

22 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию.

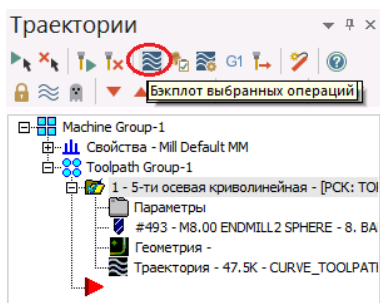


23 Сохраните ваш файл детали.

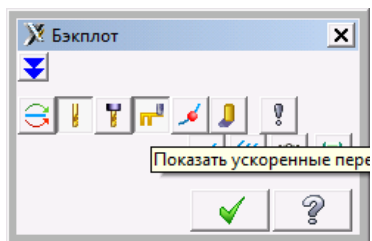
### Шаг 3: Просмотр операции

Операция Backplot (Бэкплот) позволяет просматривать движения инструмента перед обработкой на станке. Используйте операцию Backplot (Бэкплот) в качестве первого шага для проверки вашей траектории.

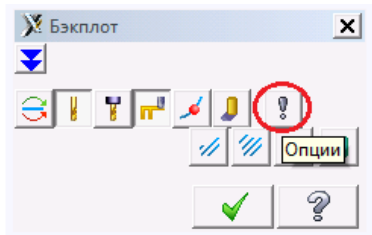
- 1 В Менеджере операций нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэкплот выбранных операций)**.



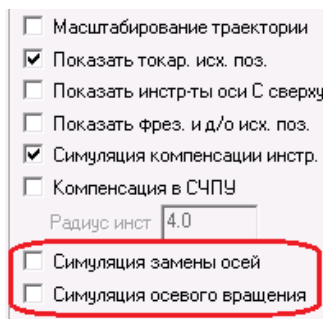
- 2 В диалоговом окне функции нажмите кнопки **Display tool (Показать инструмент)** и **Display rapid moves (Показать ускоренные перемещения)**.



- 3 Нажмите кнопку **Options (Опции)**.



- 4 Отмените выбор показанных на картинке опций и нажмите **ОК**. Таким образом вы отмените симуляцию вращения и деталь останется в поле зрения.



- 5 На линейке функции в верхней части графического окна нажмите кнопку **Play (Запуск)**.

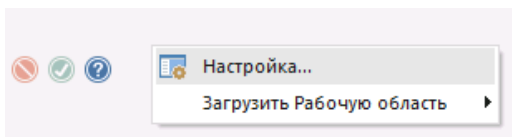
- 6 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Backplot (Бэкплот) после просмотра перемещений инструмента.

## Шаг 4: Машинная симуляция

Симуляция обработки на станке является следующим шагом для проверки ваших операций. Вы можете видеть перемещения инструмента при обработке вашей детали на столе станка. В процессе симуляции можно увидеть столкновения между различными компонентами станка и деталью. Об этом также информируют сообщения на экране. Ниже дана краткая пошаговая информация о том, как запустить симуляцию обработки. Для получения дополнительной информации используйте **Help**.

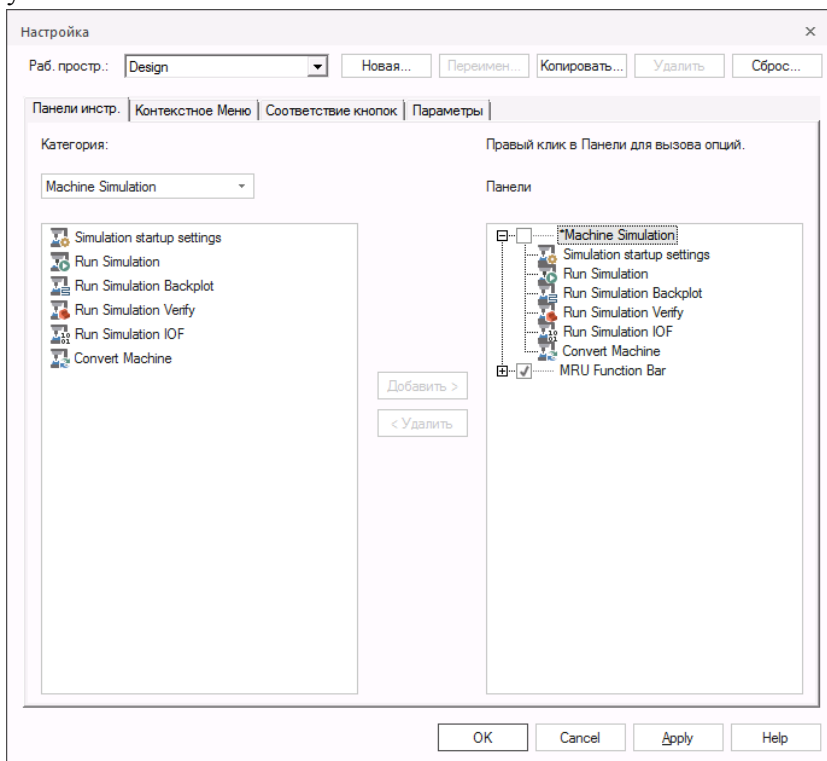


1 Кликните правой кнопкой мыши на область панели инструментов Mastercam и выберите **Customize (Настройка)**.



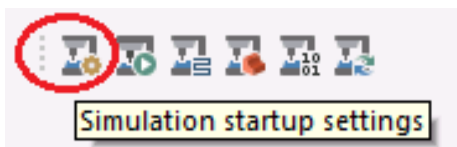
2 Выберите из списка **Machine Simulation**.

Панель инструментов Machine Simulation не показывается «по умолчанию».



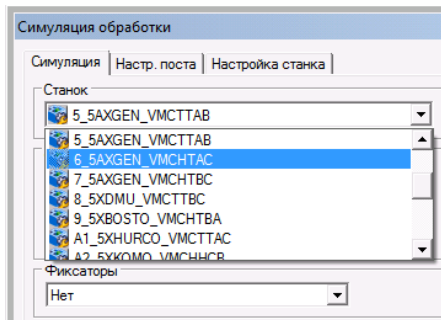
3 Нажмите ОК и закройте диалоговое окно **Customize (Настройка)**.

4 Нажмите на кнопку **Simulation startup settings** и выберите станок для симуляции.



- 5 Выберите из списка Machine (Станок)  
**6\_5AXGEN\_VMCHTAC.**

Выбор станка сохраняется в файле детали. Повторный запуск симуляции в том же файле загружает ранее выбранный станок.



- 6 Нажмите кнопку **Simulate (Симуляция)**. Предварительно необходимо выбрать операции из списка Менеджера операций.
- 7 Используйте кнопки для просмотра перемещений инструмента в выбранных вами операциях.



- 8 Нажмите на кнопку **Exit (Выход)**, чтобы выйти из окна симуляции и возвратиться в интерфейс Mastercam.



- 9 Сохраните файл детали. Этот же файл будет использоваться в следующем уроке.

Вы уже завершили создание многоосевой траектории curve (**Кривая**). Эта траектория обычно используется для операций обрезки. Движения, как правило, простые, поэтому эта траектория идеально подходит для демонстрации отличий, которые возникают при использовании различных способов управления осью инструмента. Приступите к пятому уроку.

## УРОК 5

# Опции контроля оси инструмента (Tool Axis Control)

Возможность управления осью инструмента отличает многоосевые траектории от обычных каркасных и поверхностных траекторий. Возможность манипулировать углом наклона инструмента относительно шаблона обработки в необходимых вам пределах позволяет получить отличный результат. Скорость обработки, качество и срок службы инструмента в основном зависят от возможностей и способов управления наклоном оси инструмента.

### Цели урока

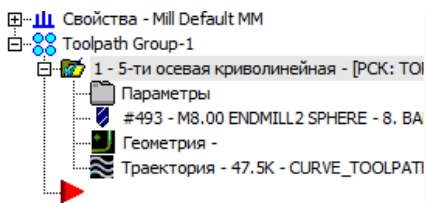
- Откройте файл детали, сохранённый после предыдущего урока.
- Редактирование параметров операции, относящихся к странице tool axis control (контроль оси инструмента).
- Генерация траектории и просмотр перемещений инструмента.

### Шаг 1: Подготовка к работе

- 1 Выберите **File (Файл), Open (Открыть)** и откройте файл детали, сохранённый после предыдущего урока. Если такой файл отсутствует, откройте файл **Curve\_Toolpath\_Lesson\_5.MCX-6**, который сопровождает этот учебник.
- 2 Установите графический вид **Isometric**.
- 3 При необходимости закрасьте деталь.
- 4 Увеличьте геометрию в размер окна, используя кнопки на клавиатуре [**Alt+F1**] или нажав кнопку **Fit (В размер окна)** в меню.
- 5 Выберите **File (Файл), Save As (Сохранить как..)** и сохраните файл под другим именем. Это предохранит оригинальный файл от перезаписи.

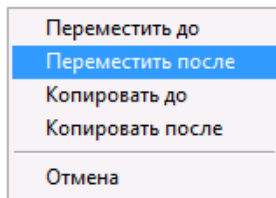
### Шаг 2: Копирование и редактирование операции

- 1 Нажмите на первую операцию и удерживайте правую кнопку мыши.

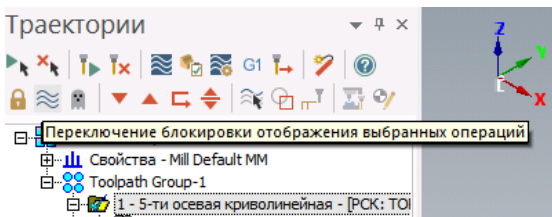


## 36 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 2 Перетащите операцию под уже существующую в Менеджере операций.
- 3 Отпустите правую кнопку мыши и выберите в меню **Copy after (Копировать после)**.



- 4 Выберите операцию 1 и отключите отображение траектории на экране. Нажмите на клавиатуре [T] или нажмите мышкой на кнопку **Toggle display on selected operations (Переключение блокировки отображения выбранных операций)** в Менеджере операций.

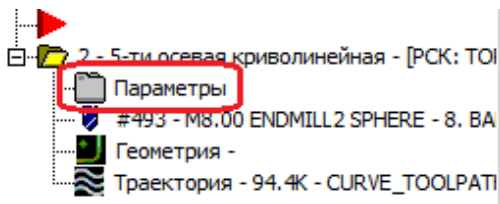


Сделайте видимой траекторию операции 2.

- 5 Используйте Level Manager (Менеджер слоёв) для отображения на экране слоя **7:Chain**.

Геометрия на слое 7 будет использоваться для управления осью инструмента.

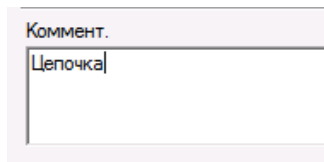
- 6 Нажмите на **Parameters (Параметры)** второй операции. Откроется диалоговое окно The Multiaxis Toolpath - Curve (Многоосевая траектория – Кривая).



- 7 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.

- 8 В окне **Comment (Комментарий)** введите слово Цепочка (Chain).

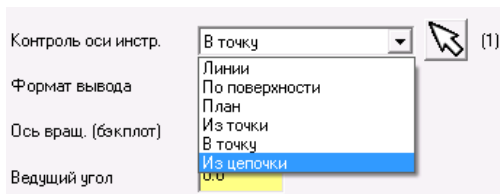
Комментарий позволяет отличить операции одного типа.



- 9 Перейдите на страницу **Tool Axis Control (Контроль оси инструмента)**.

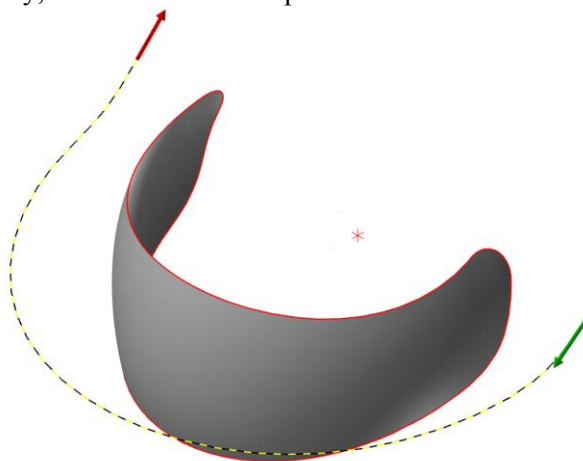
## 37 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

10 Выберите **Chain (Цепочка)** из выпадающего меню tool axis control (контроль оси инструмента).

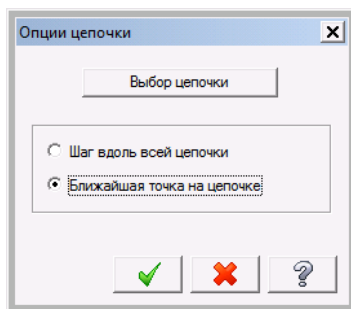


11 Нажмите рядом кнопку **Select (Выбор)**, откроется диалоговое окно Chain Options (Опции цепочки).

12 Выберите цепочку, как показано на картинке.



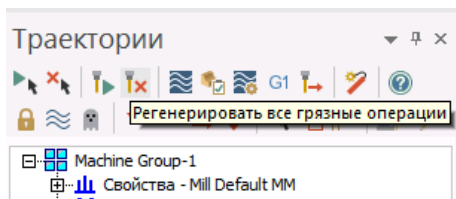
13 Нажмите **OK** в окне Chaining (Выбор цепочки) и в окне Chain Options (Опции цепочки) выберите **Closest point on chain (Ближайшая точка на цепочке)**.



Подтвердите выбор и вы вернётесь на страницу Tool Axis Control (Контроль оси инструмента)

14 Нажмите **OK**, подтвердив изменение параметров.

15 Нажмите кнопку **Regenerate all dirty operations (Регенерировать все грязные операции)**.

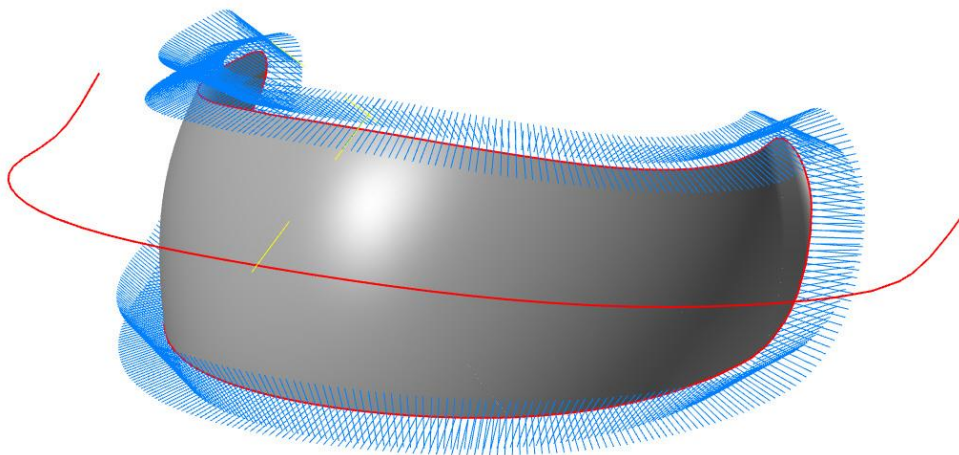


16 Запустите функцию Backplot (Бэкплот) для наблюдения за перемещениями инструмента.

17 Сохраните файл.

Рассмотрим две созданные операции. Операция 1 использует для контроля оси инструмента опцию **To point (В точку)**. Ось инструмента всегда направлена на выбранную точку. Операция 2 для контроля оси инструмента использует опцию **Chain (Цепочка)**. Ось инструмента всегда ориентируется по точке на кривой, в данном случае по ближайшей к 3D контуру точке. Различные опции радикально изменяют ориентацию инструмента и его движения на станке. При обработке контура угол наклона торца детали будет меняться в зависимости от угла наклона оси инструмента.

Включите отображение на экране двух созданных операций. Обратите внимание на различные углы наклона инструмента относительно детали (см. картинку). Используйте функцию Backplot (**Бэкплот**) для просмотра движений. Выберите обе операции и запустите Machine Simulation (**Машинную симуляцию**) как было сделано в ходе предыдущего урока. Появится сообщение о столкновениях в операции 2 ещё до запуска симуляции. Это указывает на то, что использование цепочки для ориентации инструмента не позволяет провести безконфликтную обработку на выбранном станке. Этот факт не свидетельствует о создании «плохой» траектории, а указывает только на то, что эта траектория не подходит для обработки детали на данном станке.



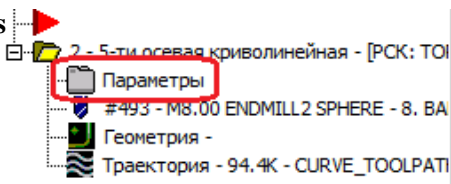
### Шаг 3: Копирование и редактирование второй операции

- 1 Кликните правой кнопкой мыши на второй операции и удерживайте кнопку нажатой.
- 2 Перетащите операцию в нижнюю позицию Менеджера операций (напротив красной стрелки).
- 3 Отпустите правую кнопку и выберите в меню **Copy after (Копировать после)**.
- 4 Отключите отображение второй операции. Нажмите на клавиатуре кнопку [T] или кнопку **Toggle display on selected operations (Переключение блокировки отображения выбранных операций)** в меню Менеджера операций.

Операции 1 и 2 не отображаются в графическом окне.

- 5 Используйте Менеджер слоёв. Сделайте видимым слой **8:Tool axis lines**. Отключите отображение слоёв 1, 6 и 7.

- 6 Нажмите на строку **Parameters (Параметры)** операции 3. Откроется диалоговое окно **Multiaxis Toolpath – Curve (Многоосевая траектория – Кривая)**.



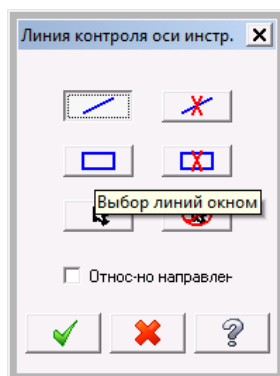
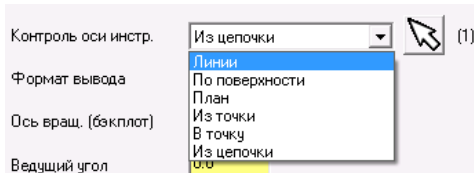
- 7 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.

- 8 Наберите в окне **Comment (Комментарий)** слово **Lines (Линии)**.



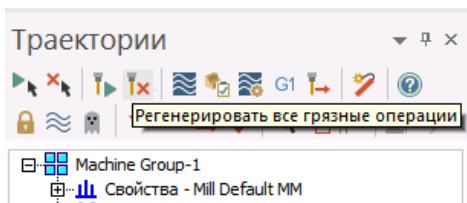
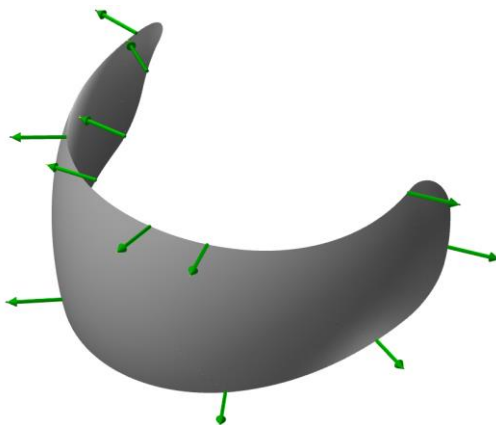
- 9 Перейдите на страницу **Tool Axis Control (Контроль оси инструмента)**.

- 10 Выберите в меню **Tool axis control (Контроль оси инструмента)** пункт **Lines (Линии)**.



## 40 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 11 Нажмите кнопку **Select**, откроется диалоговое окно Lines Tool Axis Control (Линия контроля оси инструмента).
- 12 Нажмите кнопку **Window select lines (Выбор линий окном)**.
- 13 Растяните окно, захватив всю деталь. Будут выбраны только линии.
- 14 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Lines Tool Axis Control (**Линия контроля оси инструмента**).
- 15 Нажмите **ОК** и подтвердите изменение параметров.
- 16 Нажмите кнопку **Regenerate all dirty operations (Регенерировать все грязные операции)** в Менеджере операций.
- 17 Для наблюдения за перемещениями инструмента запустите функцию Backplot (**Бэкплот**).
- 18 Сохраните ваш файл детали.



Просмотрите перемещения инструмента в операции 3. Обратите внимание, как изменяется ось ориентации инструмента при приближении к каждой линии. Для достижения желаемых перемещений используйте столько линий, сколько необходимо.

Используйте Backplot (Бэкплот) и Machine Simulation (Машинная симуляция) чтобы посмотреть движения инструмента и рабочих компонентов станка во всех трёх операциях. Управление осью инструмента является ключевой функцией для всех многокоординатных траекторий, независимо от опций, которые вы выберете.

Приступите к уроку 6 и создайте две траектории Multiaxis Drill (**Многоосевое Сверление**) с использованием двух методов управления осью инструмента.



## УРОК 6

# Траектория Многоосевое сверление (Multiaxis Drill)

Траектория многоосевого сверления отличается от других многоосевых траекторий следующим:

- Ограниченный выбор шаблона обработки: точки или точки/линии
- Опции контроля оси инструмента: параллельно линии, поверхность или план
- Меньше опций управления кромкой инструмента: точка, проекционная точка или компенсационная поверхность.

Преимущества многоосевого сверления особенно заметны на деталях, которые имеют много отверстий, центральные линии которых направлены в разные стороны. Многокоординатный станок способен осуществлять операции сверления большого количества отверстий за один установ, экономя время и повышая производительность.

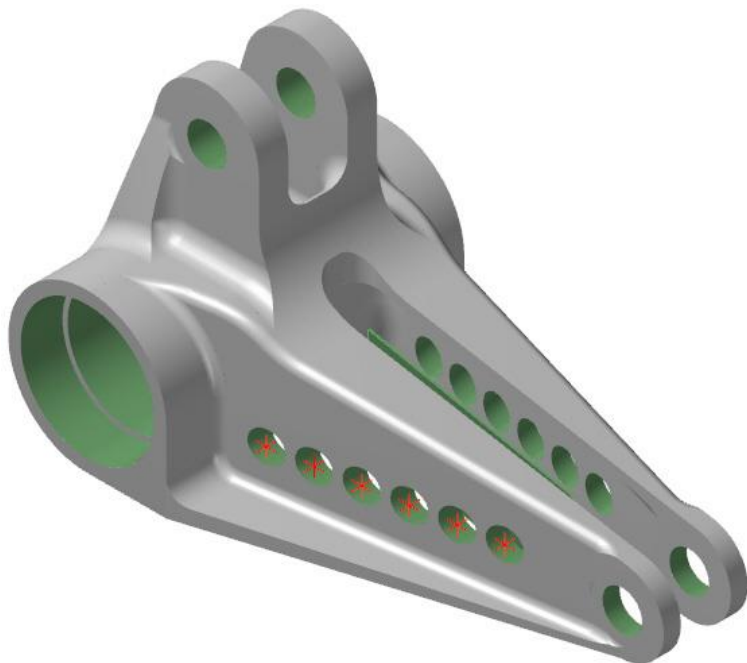
### Цели урока

- Открыть файл детали и назначить определение станка.
- Создание операций многоосевого сверления.
- Просмотр операций

### Шаг 1: Подготовка к работе

Назначение определения станка является первым шагом перед созданием траектории. Установка графического вида поможет упростить выбор геометрии. Это упражнение поможет вам сделать первые шаги перед созданием траектории.

- 1 Откройте файл **Drill\_Toolpath.MCX-6**, который сопровождает учебник.



2 Выберите определение фрезерного станка «по умолчанию» (default Mill metric machine definition).



---

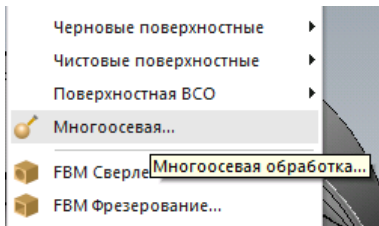
**ЗАМЕЧАНИЕ:** Определение станка по умолчанию позволяет создавать многокоординатные траектории. Или загрузите определение станка, поддерживающего создание пятиосевых траекторий, по вашему выбору.

---

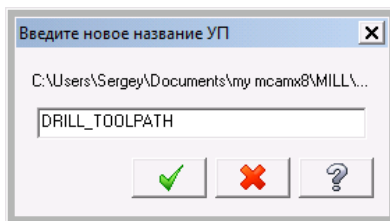
- 3 Установите графический вид **Isometric**.
- 4 При необходимости включите закраску детали
- 5 Разместите деталь на весь экран, нажав на клавиатуре кнопки **[Alt+F1]** или кнопку **Fit (В размер окна)** в меню.

## Шаг 2: Создание траектории Многоосевое сверление (Multiaxis Drill)

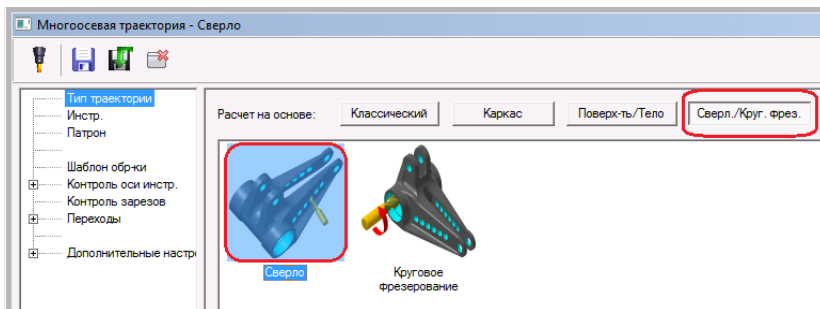
- 1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), Multiaxis (Многоосевая)**.



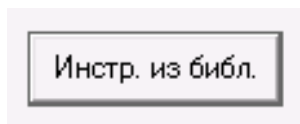
- 2 Нажмите **ОК** в окне запроса имени NC файла управляющей программы.



- 3 Выберите группу **Drill/Circle Mill (Сверление/Круговое фрезерование)** и затем тип траектории **Drill (Сверление)**.



- 4 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.
- 5 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**. Откроется библиотека инструментов, заданная на странице **Files (Файлы)** в определении станка.



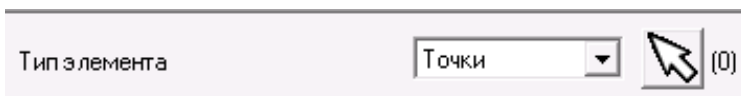
## 44 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 6 Выберите сверло диаметром 10 мм и нажмите **ОК**.

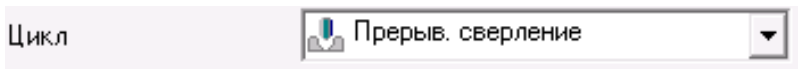
Настройте фильтр для упрощения выбора инструмента из списка.

157	--	9.7 DRILL	--	9.. 0.0	50.0
158	--	9.8 DRILL	--	9.. 0.0	50.0
159	--	9.9 DRILL	--	9.. 0.0	50.0
160	--	10. DRILL	--	1.. 0.0	50.0
161	--	10.2 DRILL	--	1.. 0.0	50.0
162	--	10.3 DRILL	--	1.. 0.0	50.0

- 7 Перейдите на страницу **Cut Pattern (Шаблон обработки)**.
- 8 Выберите **Points (Точки)** в строке Entity type (Тип элемента).



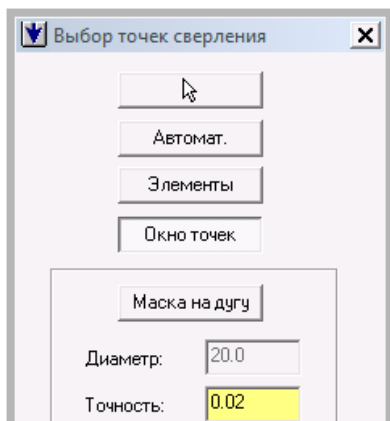
- 9 Выберите цикл **Peck Drill (Прерывистое сверление)** и установите параметры.



Выбор цикла определяет доступные параметры. Выберите различные циклы для просмотра доступных параметров.

- 10 Нажмите кнопку **Select (Выбор точек)**.

- 11 Нажмите кнопку **Window Points (Окно точек)** в диалоговом окне Drill Point Selection (Выбор точек сверления).



## 45 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

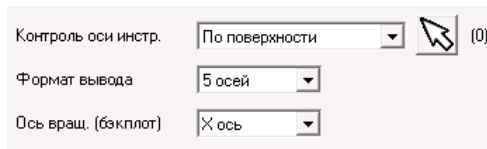
12 Захватите окном видимые точки.

Геометрия точек находится на слое 1.

13 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Drill Point Selection (Выбор точек сверления) и вернитесь на страницу Cut Pattern (Шаблон обработки).

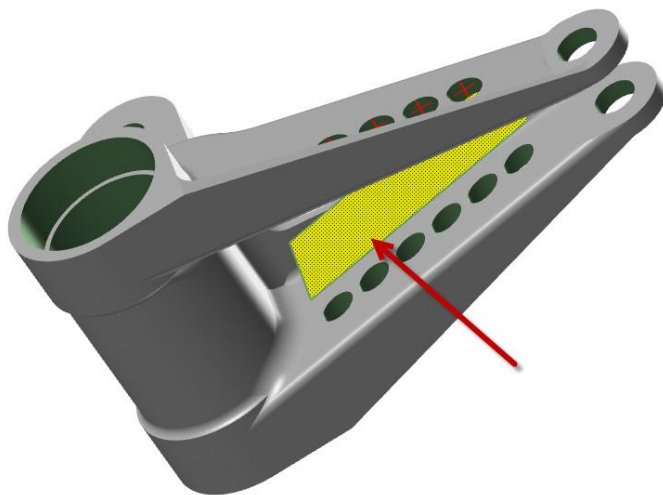
14 Перейдите на страницу **Tool Axis Control (Контроль оси инструмента)**.

15 В строке Tool axis control (Контроль оси инструмента) выберите **Surface (Поверхность)**, в строке Output format (Формат вывода) установите **5 axis (5 осей)**.



16 Нажмите кнопку **Select (Выбор)**.

17 Выберите поверхность, как показано на картинке. При необходимости вращайте геометрию.



## 46 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

Поверхность находится на слое 5. При необходимости используйте Level Manager (Менеджер слоёв).



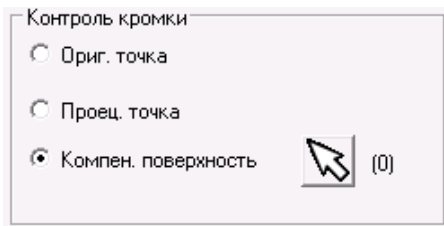
**СОВЕТ:** Манипуляции со слоями видимости облегчают процесс выбора геометрических элементов и помогают пользователю избежать ошибок.

18 После выбора поверхности нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.

19 Перейдите на страницу **Collision Control (Контроль зарезов)**.

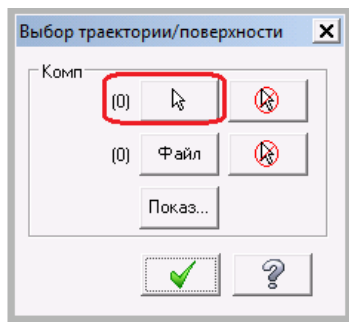
20 Установите опцию **Compensation surface (Компенсационная поверхность)** в разделе Tip control (Контроль кромок).

Нажмите **Help** для информации о других опциях на странице **Collision Control (Контроль зарезов)**.



21 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** в строке рядом с опцией **Compensation surface (Компенсационная поверхность)**. Появится диалоговое окно **Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности)**.

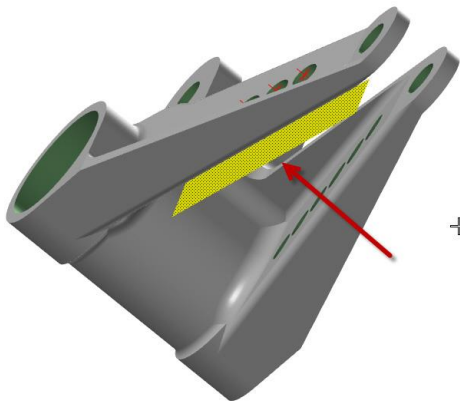
22 Нажмите кнопку **Select (Выбор)**.



## 47 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

- 23 Выберите поверхность, как показано на картинке. Для удобства выбора вращайте геометрию.

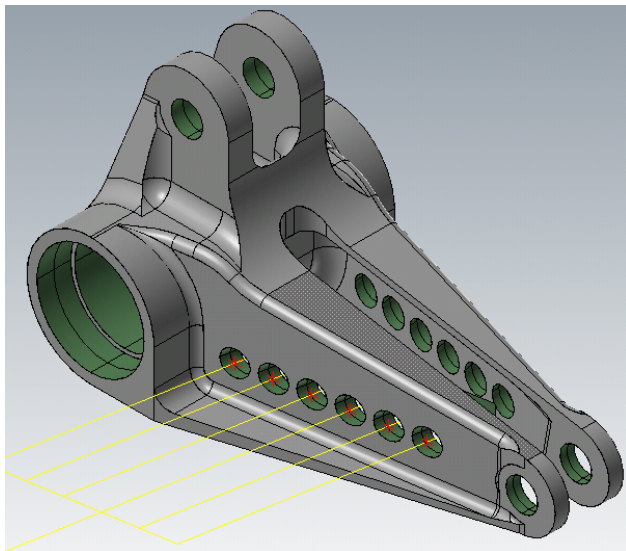
Поверхность находится на слое 4. При необходимости используйте Менеджер слоёв.



- 24 Нажмите [**Enter**] или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.

25 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности).

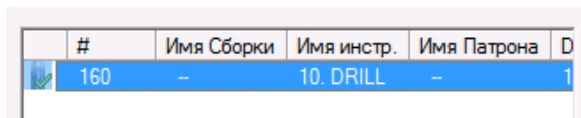
- 26 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию многоосевого сверления.



- 27 Сохраните файл детали.

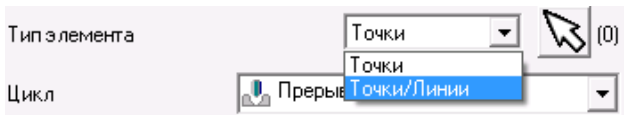
### Шаг 3: Добавление второй операции Многоосевое сверление (Multiaxis Drill)

- 1 Используйте Менеджер слоёв. Сначала отключите отображение на экране слоя 1, затем сделайте видимым слой 3.
- 2 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), Multiaxis (Многоосевая..)**.
- 3 Выберите группу **Drill/Circle Mill (Сверление/Круговое фрезерование)** и затем тип траектории **Drill (Сверление)**.
- 4 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.
- 5 Выберите в списке сверло диаметром 10 мм.



#	Имя Сборки	Имя инстр.	Имя Патрона	D
160	--	10. DRILL	--	1

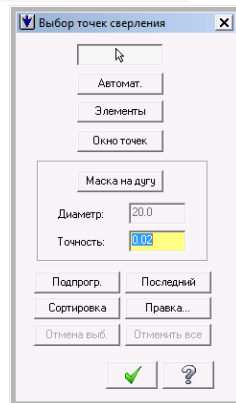
- 6 Перейдите на страницу **Cut Pattern (Шаблон обработки)**.
- 7 В строке entity type (тип элемента) выберите **Points/Lines (Точки/Линии)**.



- 8 В строке **Cycle (Цикл)** должно быть установлено Peck drill (Прерывистое сверление). Установите при необходимости.

- 9 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** рядом с опцией **Points/Lines (Точки/Линии)**.

- 10 Нажмите кнопку **Window Points (Окно точек)**.

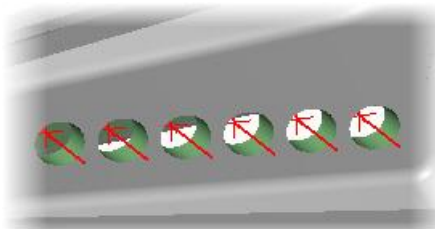




## 49 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

### 11 Захватите окном видимые точки.

Измените графический вид на Back (Сзади) и, при необходимости, вращайте геометрию, чтобы лучше увидеть точки/линии. Точки для этой операции находятся на задней стороне детали.

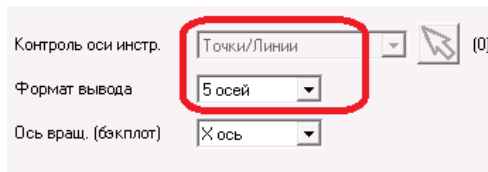


**СОВЕТ:** Необязательно выбирать сами линии. Они выбираются автоматически, если в конце линии имеется точка.

12 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Drill Point Selection (Выбор точек сверления) и вернитесь на страницу Cut Pattern (Шаблон обработки).

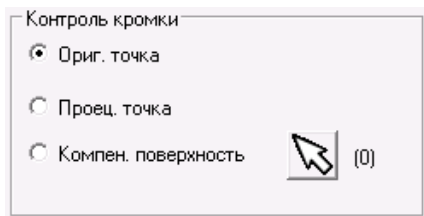
13 Перейдите на страницу **Tool Axis Control (Контроль оси инструмента)**.

14 В строке **Output format (Формат вывода)** установите 5 axis (5 осей). Обратите внимание, что **Tool axis control (Контроль оси инструмента)** уже установлен на Points/Lines (Точки/Линии). Ось инструмента будет автоматически сориентирована по линиям отверстий.



15 Перейдите на страницу **Collision Control (Контроль зарезов)**.

16 Установите Tip control (Контроль кромки) в **Original point (Оригинальная точка)**



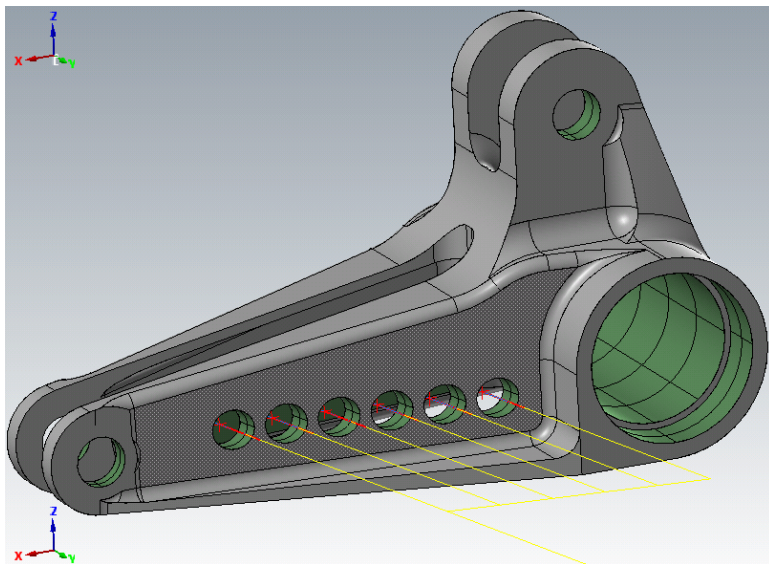
## 50 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

17 Активируйте опцию **Tip compensation (Компенсация кромки)**. Затем установите значение **Break through (Насквозь)** 2.0 мм.

Значение определяет дополнительную величину глубины сверления от выбранных точек.

<input checked="" type="checkbox"/> Компенс. кромки	
D инстру.	10.0
Насквозь	<input type="text" value="2.0"/>
Кромка	3.004303
Угол наклона	<input type="text" value="118.0"/>

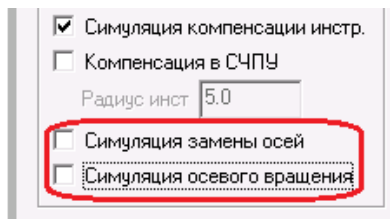
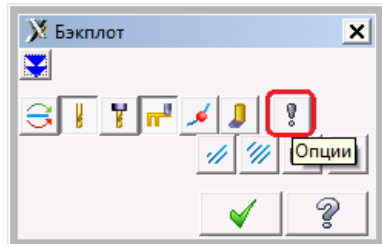
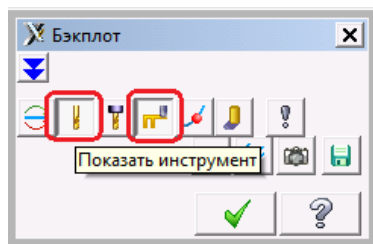
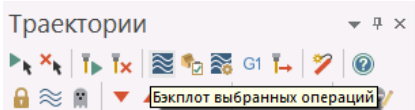
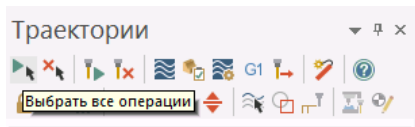
18 Нажмите **ОК** и сгенерируйте операцию.



19 Сохраните файл.

## Шаг 4: Просмотр операций

- 1 Установите графический вид Isometric (Изометрия).
- 2 В Менеджере операций нажмите кнопку **Select all operations (Выбрать все операции)**.
- 3 Затем нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэкплот выбранных операций)**.
- 4 В диалоговом окне Backplot (Бэкплот) нажмите кнопки **Display tool (Показать инструмент)** и **Display rapid moves (Показать ускоренные перемещения)**.
- 5 Нажмите на кнопку **Options (Опции)**.
- 6 Отмените выбор опций, который показаны на картинке и нажмите **ОК**. Эти опции отменяют вращение детали в процессе просмотра.
- 7 Нажмите кнопку **Play (Старт)** и начните просмотр движений инструмента.
- 8 Нажмите **ОК** когда закончите просмотр.



Вы изучили самые простые многоосевые стратегии обработки.

## 52 • Введение в многоосевые траектории Mastercam

Заметим, что различия между опциями выбора шаблона обработки, контроля оси инструмента и контроля кромки инструмента позволяют получать совершенно разные движения инструмента. Поэтому начинающим пользователям Mastercam необходимо соблюдать осторожность и тщательно проверять полученные траектории с помощью функций Backplot (Бэклоп) и Verify (Верификация). Третий метод проверки – Machine Simulation (Машинная симуляция) позволяет увидеть столкновения между различными компонентами станка и деталью.

### *Документация Mastercam*

Вместе с Mastercam X8 в папку \ Documentation на компьютер устанавливаются следующие документы:

- What's New in Mastercam X8
- Mastercam X8 Installation Guide
- Mastercam X8 Administrator Guide
- Mastercam X8 Transition Guide
- Mastercam X8 Quick Reference Card
- Mastercam X8 Post Debugger User's Guide
- Mastercam X8 ReadMe

**“Что нового в Mastercam X8”** (на русском языке):

[http://www.mastercam-russia.ru/articles/Whats\\_New\\_MCX8-RU.pdf](http://www.mastercam-russia.ru/articles/Whats_New_MCX8-RU.pdf)

**Каталог продуктов Mastercam** (на русском языке):

[http://www.mastercam-russia.ru/downloads/files/Mastercam\\_X8\\_broshura\\_web.pdf](http://www.mastercam-russia.ru/downloads/files/Mastercam_X8_broshura_web.pdf)



## Mastercam® X8 Введение в многоосевые траектории Mastercam

Copyright © 2014 CNC Software, Inc. — Все права защищены.

Первое издание: Июнь 2014

Программное обеспечение: Mastercam X8

### 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:

<http://www.mastercam.com/en-us/Company-Info/Legal/LicenseAgreement>

ООО ЦОЛЛА, авторизованный дистрибьютор Mastercam

129085 Москва, Ул. Большая Марьинская, д.9, стр.1, офис 320

Тел./факс: +495 602-47-49

[info@mastercam-russia.ru](mailto:info@mastercam-russia.ru)

Техническая поддержка пользователей: [support@mastercam-russia.ru](mailto:support@mastercam-russia.ru)

ООО ЦОЛЛА – авторизованный дистрибьютор Mastercam [www.mastercam.ru](http://www.mastercam.ru)