

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

**ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ
ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ
СРЕДСТВАМИ САМ-СИСТЕМЫ**

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

Витебск
2020

УДК 621.9

Составители:

А. Л. Климентьев, А. М. Гусаров, Д. Г. Латушкин

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 2 от 30.10.2020.

Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства. Подготовка управляющих программ для фрезерной обработки на станках с ЧПУ средствами САМ-системы : методические указания по выполнению лабораторных работ / сост. : А. Л. Климентьев, А. М. Гусаров, Д. Г. Латушкин. — Витебск : УО «ВГТУ», 2020. — 79 с.

Методические указания являются руководством по выполнению лабораторных работ по подготовке управляющих программ для фрезерной обработки на станках с ЧПУ по учебной дисциплине «Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства». Изложены общие правила и последовательность проектирования операций, содержание и методика выполнения работ, а также варианты индивидуальных заданий. Предназначены для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий».

УДК 621.9

© УО «ВГТУ», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С САМ-СИСТЕМОЙ	4
1.1 Введение в технологию динамического фрезерования.....	4
1.2 Динамические траектории.....	4
1.2.1 Динамическая контурная (Dynamic Contour)	5
1.2.2 Торцевание (Face).....	5
1.2.3 Динамическое фрезерование (Dynamic Mill)	6
1.2.4 Петлеобразное фрезерование (Peel Mill)	8
1.2.5 Динамическая черновая (Dynamic OptiRough).....	8
1.3 Параметры динамического фрезерования	9
1.4 Траектория «Динамическое фрезерование».....	11
1.5 Верификация траекторий.....	39
1.6 Постпроцессирование	42
1.7 Траектория <i>Face</i> (Торцевание)	42
1.8 Траектория <i>Dynamic Contour</i> (Динамическая контурная)	47
1.9 Траектория <i>Peel Mill</i> (Петлеобразное фрезерование).....	64
2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ	76
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	78

1 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С САМ-СИСТЕМОЙ

Разработке операций механической обработки с помощью программного обеспечения предшествует подготовка MasterCAM и подготовка геометрии детали. Также необходимо настроить описание станка и определить геометрию заготовки.

1.1 Введение в технологию динамического фрезерования

Траектории динамических перемещений инструмента в Mastercam 2020 предоставят дополнительные преимущества и современные функции, которые помогут получить максимальную отдачу от любого станка с ЧПУ.

Высокоскоростные динамические траектории позволяют с максимальной эффективностью использовать при фрезеровании всю длину режущей части инструмента. Траектории предназначены для максимально быстрого удаления материала при одновременном сведении к минимуму износа инструмента.

Преимущества использования траекторий динамических перемещений инструмента:

- постоянный объём снимаемого материала предотвращает чрезмерную нагрузку на инструмент;
- минимальный нагрев инструмента позволит сохранить его режущую способность длительное время;
- более эффективное удаление стружки улучшит условия процесса резания;
- увеличение времени использования инструмента позволит сэкономить средства.

1.2 Динамические траектории

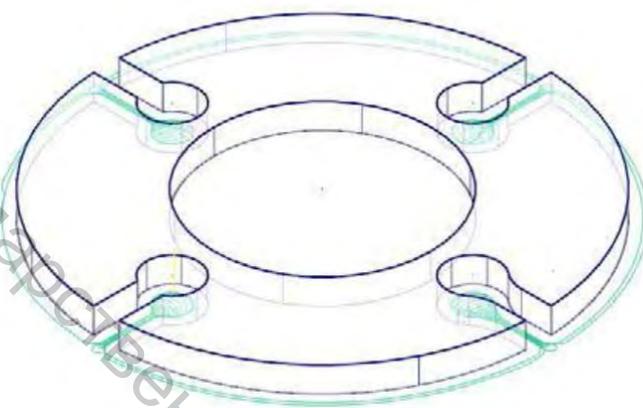
Технологию динамических перемещений используют следующие траектории:

- динамическая контурная (Dynamic Contour);
- торцевание (Face);
- динамическое фрезерование (Dynamic Mill);
- петлеобразное фрезерование (Peel Mill);
- 3D Динамическая черновая (Dynamic OptiRough).

У каждой из перечисленных выше траекторий имеются свои преимущества. Эти преимущества делают их уникальными и отличными от их стандартных аналогов из функционала Mastercam.

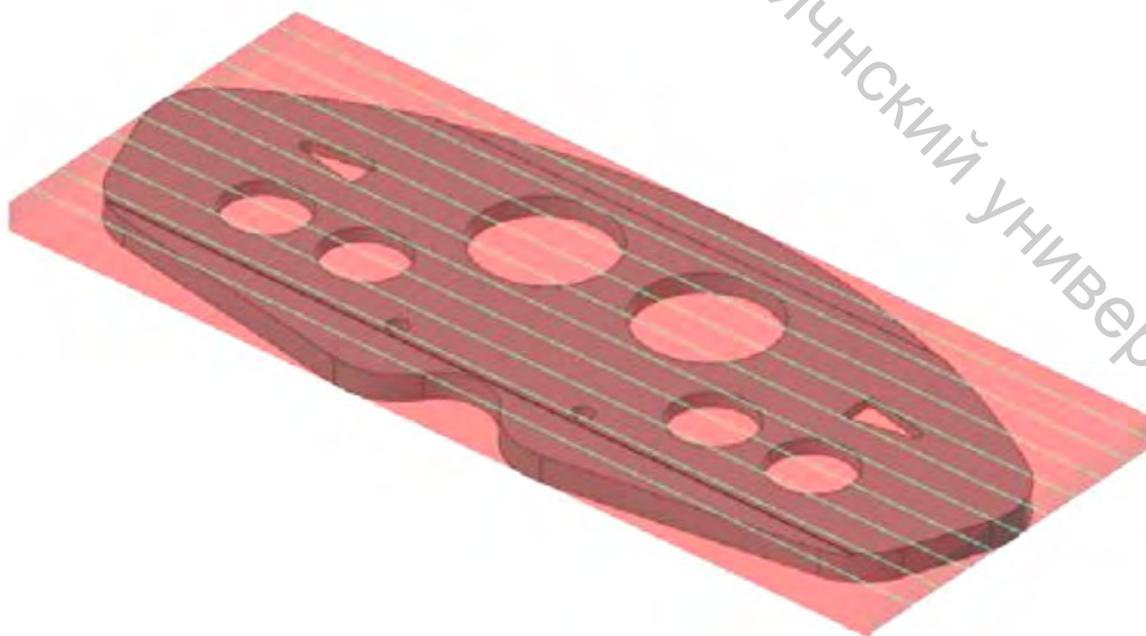
1.2.1 Динамическая контурная (Dynamic Contour)

Траектория *Динамическая контурная* создаёт операцию прохода по контуру с использованием динамических перемещений и имеет специальные опции для задания параметров, влияющих на создание таких перемещений. Динамические перемещения препятствуют чрезмерному износу инструмента при обработке углов с малыми радиусами. Кроме того, имеются параметры, которые используются при определении оставшегося припуска и влияют на количество дополнительных проходов вдоль стенок.



1.2.2 Торцевание (Face)

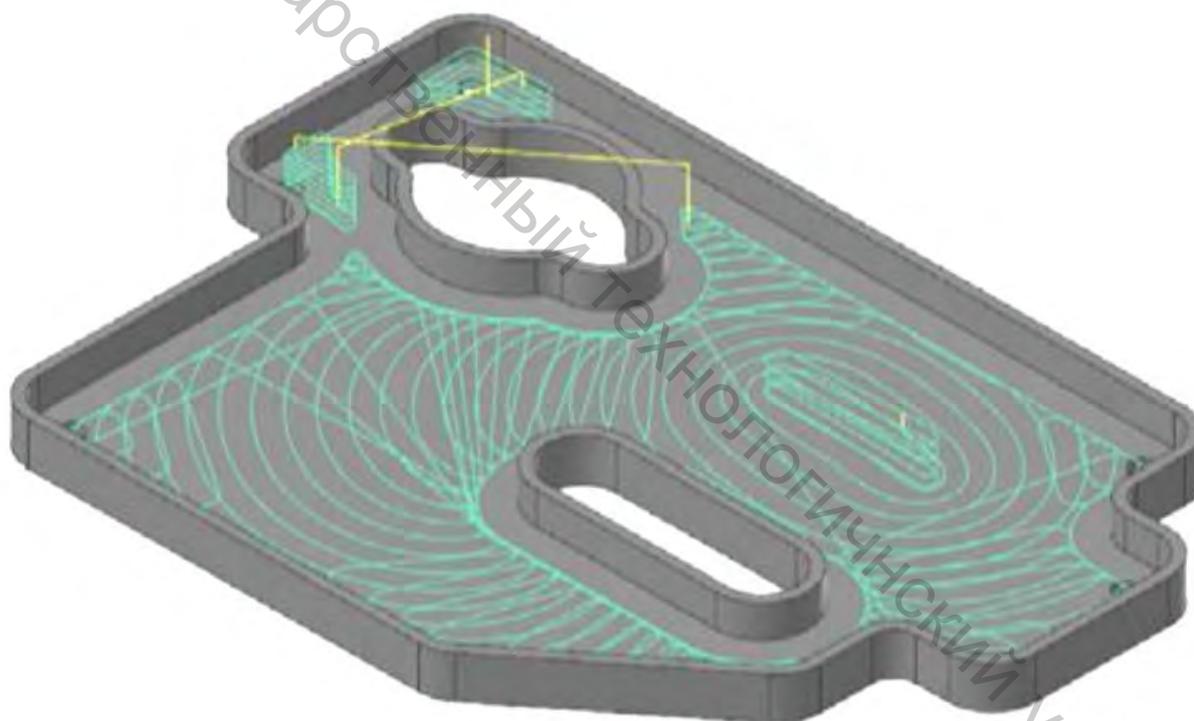
Траектория *Торцевание* в случае выбора опции *Динамически* (Dynamic) в поле *Стиль* (Style) поможет быстро создать операцию обработки верхней плоскости детали. Траектория базируется на каркасной геометрии детали или на геометрии текущей заготовки.



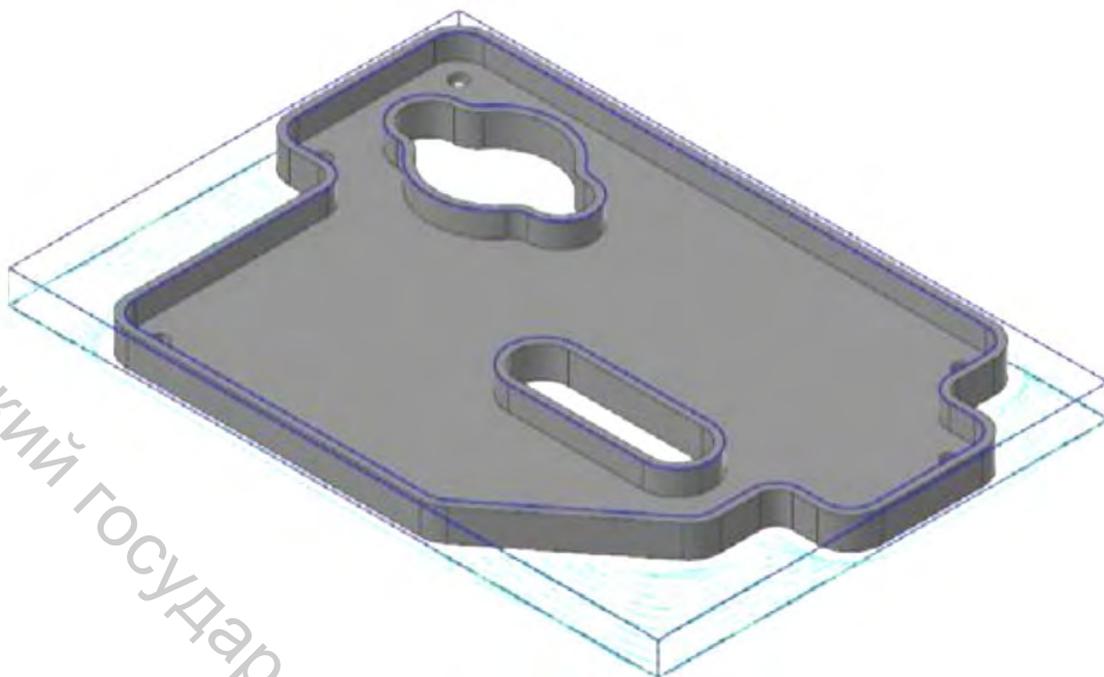
1.2.3 Динамическое фрезерование (Dynamic Mill)

Траектория *Динамическое фрезерование* (Dynamic Mill) позволит создать операции обработки карманов, выступов или бобышек, а также операции дообработки остатков материала по текущей заготовке. После выбора стратегий обработки зон *Изнутри* (Stay inside) или *Снаружи* (From outside) можно создать операцию обработки кармана или операцию обработки плоскости с островами, которые будут использовать технологию динамических перемещений инструмента.

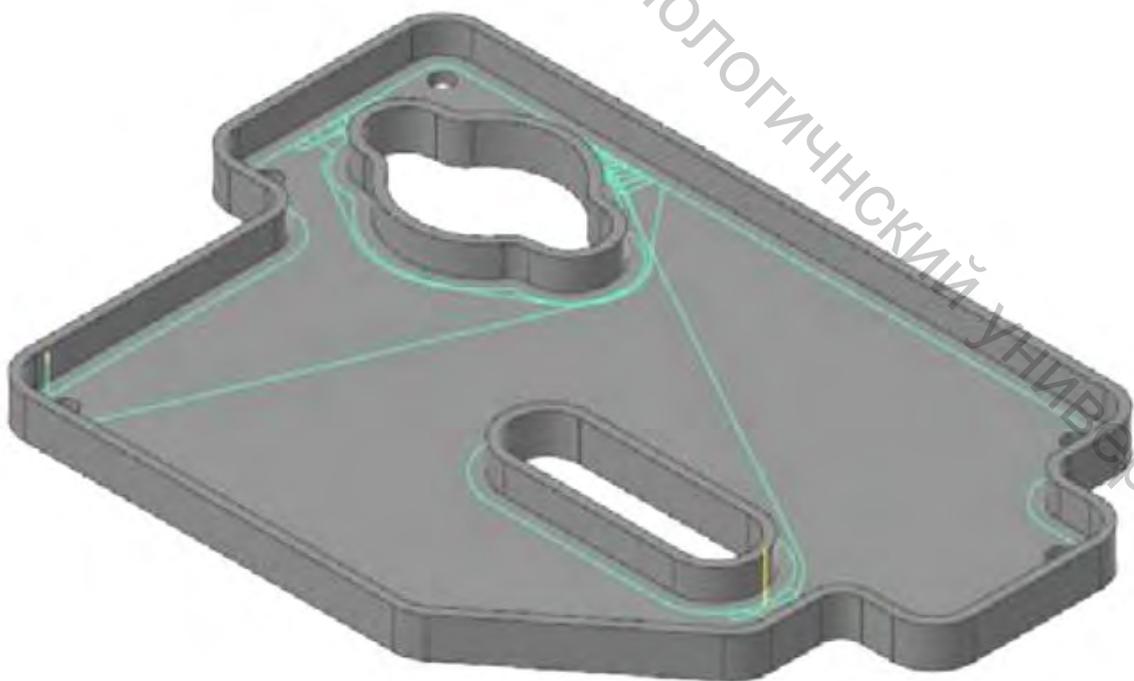
При выборе стратегии *Изнутри* будет необходимо задать внешнюю границу области, границы выступов или бобышек, выбрать инструмент, необходимые опции, метод врезания в материал, параметры ускоренных перемещений и затем сгенерировать траекторию. Материал будет удаляться изнутри к внешней границе наиболее эффективным способом.



При выборе *Снаружи* будет создана операция обработки плоскости снаружи выступов или бобышек. Эта стратегия создаёт траекторию перемещений инструмента, которому разрешено выходить за пределы внешней границы области. Материал удаляется с внешней стороны к внутренней.

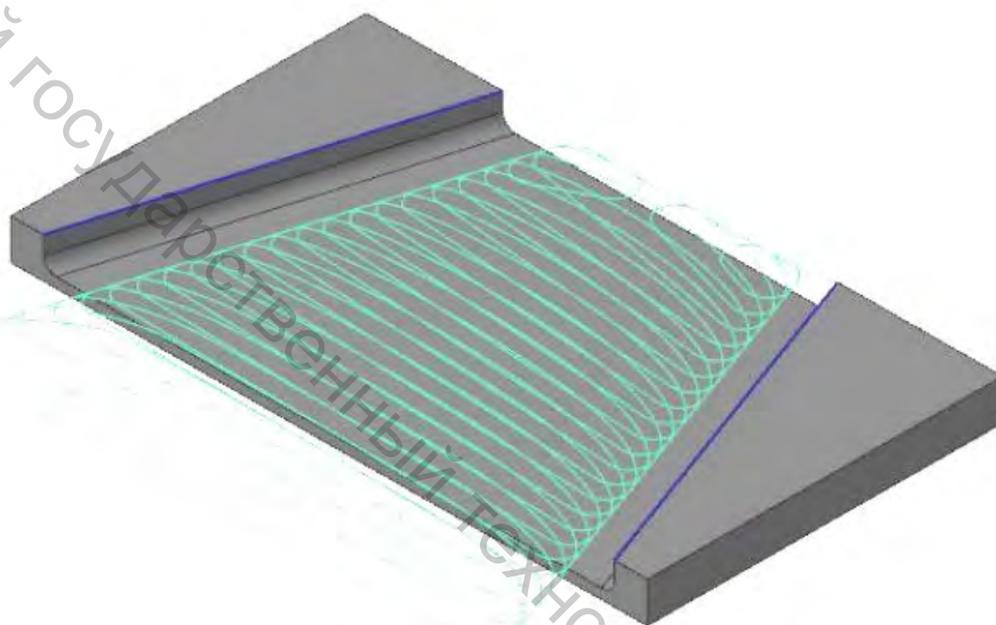


При включении опции *Остат. материал* (Rest Material) на странице *Заготовка* (Stock) будет создана операция удаления остатков материала после предыдущих операций. Расчёт может базироваться на всех предыдущих операциях, на операции *Модель заготовки* (Stock model) или на предыдущем черновом диаметре инструмента. В этом случае созданная операция будет удалять материал только из необработанных ранее зон.



1.2.4 Петлеобразное фрезерование (Peel Mill)

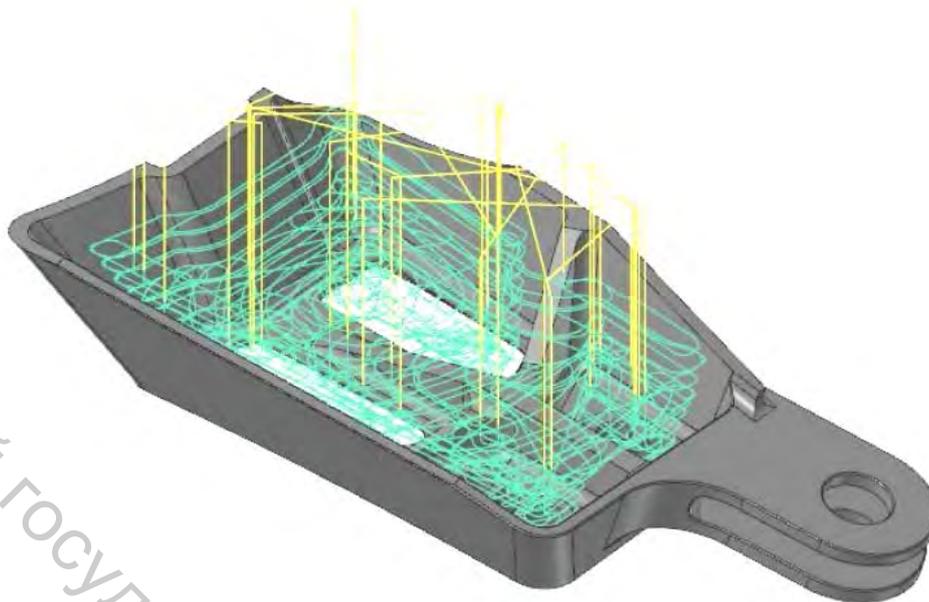
Траектория *Петлеобразное фрезерование* (Peel Mill), в случае выбора опции *Динамические петли* (Dynamic Peel), позволит эффективно удалить материал между двумя открытыми границами. Траектория использует динамическую технологию с перемещениями на быстрой подаче между рабочими проходами, т. е. в тот момент, когда инструмент не режет материал. Если будет задана одна цепочка, то дополнительно будет необходимо задать ширину паза. Если же будут заданы две цепочки, то область обработки будет находиться между ними.



1.2.5 Динамическая черновая (Dynamic OptiRough)

Динамическая черновая (Dynamic OptiRough) является 3D-траекторией, использующей в Mastercam технологию динамических перемещений. Она поддерживает инструменты, способные резать материал на большую глубину. Созданная операция может удалять материал в двух направлениях: шаг вниз (-Z) и шаг вверх (+Z). Эта двунаправленная стратегия удаляет максимальное количество материала с минимальным количеством шагов вниз, что значительно сокращает время рабочего цикла.

Как и в траектории *Динамическое фрезерование*, есть возможность выбрать между стратегиями *Снаружи* или *Внутри*. Однако вместо выбора каркасной геометрии, необходимо выбрать обрабатываемые или контрольные поверхности, а также границы, внутри или снаружи которых будет осуществляться обработка.



1.3 Параметры динамического фрезерования

Существует несколько параметров динамических траекторий, отличающих их от остальных:

- микроподъём (Micro lifts);
- метод входа (Entry methods);
- подачи/скорости подвода (Entry feeds/speeds);
- контур стенки (Contour wall);
- дистанция подвода (Approach distance).

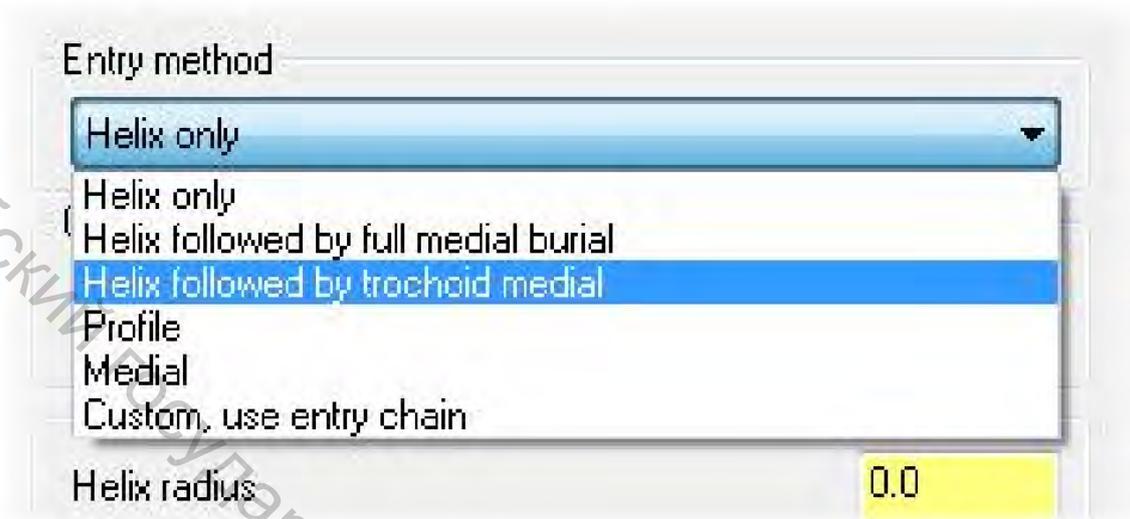
Опция *Микроподъём* позволяет инструменту приподняться над обработанной поверхностью в тот момент, когда не идёт съём материала. Преимущества: быстрое удаление стружки и отвод избыточного тепла. Кроме задания высоты микроподъёма есть возможность увеличить рабочую подачу.

Параметры опции «Микроподъём»:

- micro lift distance (расстояние микроподъёма);
- Back feedrate (подача для обратного движения).



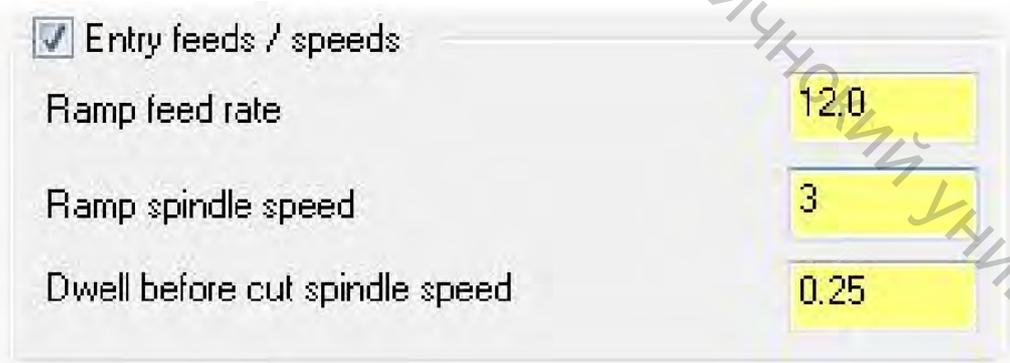
Опция *Метод входа* (Entry methods) обеспечивает несколько способов входа инструмента в материал. Варианты варьируются от простой спирали до выбранного оператором открытого контура.



Использование раздела *Подачи/Скорости подвода* (Entry feeds / speeds) позволит избежать чрезмерной нагрузки на инструмент при входе в материал. Установка короткого временного интервала после входа в материал даст возможность шпинделю достичь необходимой скорости до начала процесса фрезерования.

Параметры раздела «Подачи/Скорости подвода»:

- ramp feed rate (скорость подачи);
- ramp spindle speed (скорость вращения шпинделя);
- dwell before cut spindle speed (задержка до начала процесса фрезерования).



Параметры на странице *Контур стенки* (Contour wall) предоставляют информацию о геометрии предыдущего инструмента и припуске на стенках. Эти значения помогают рассчитать наиболее эффективные перемещения для удаления материала вдоль стенок.

Параметры раздела «Контур стенки»:

- radius of tool that shaped the stock (радиус предыдущего инструмента, сформировавшего припуск);
- min Toolpath radius that shaped the stock (минимальный радиус траектории сформированного припуска);
- stock thickness (толщина припуска).

Radius of tool that shaped the stock	12.0
Min toolpath radius that shaped the stock	0.5
Stock thickness	0.25

Параметр *Подвод* (Approach distance) позволяет задать абсолютное расстояние до начала траектории.

Tip comp	Tip	
<u>Approach distance</u>	12.5	Bottom left
First pass offset	0.0	

Динамические траектории создают эффективные перемещения, базируясь на выбранных цепочках или поверхностях. Они являются частью наборов 2D и 3D VCO (высокоскоростная обработка, 2D HST – high speed machining) траекторий и имеют с ними много общего, но отличаются своими специфическими параметрами.

1.4 Траектория «Динамическое фрезерование»

Траектории «Динамическое фрезерование» дают возможность создать перемещения инструмента для обработки карманов, открытых карманов или их сложных форм, выступов или бобышек, а также получить траектории для дообработки остатков материала после предыдущих операций.

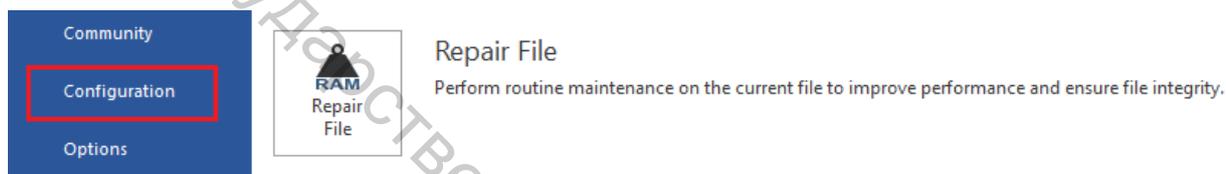
Для создания траекторий необходимо:

После запуска Mastercam выбрать метрический конфигурационный файл (если он не выбран по умолчанию).

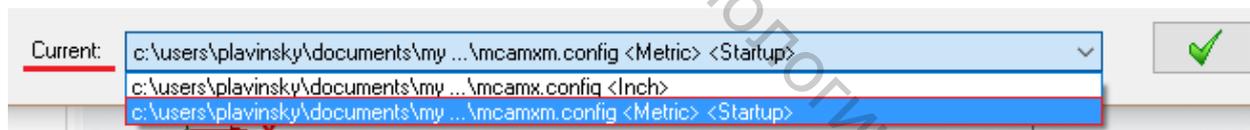
Для этого кликнуть на меню *Файл* (File) в левой верхней части экрана.



Выбрать раздел *Конфигурация* (Configuration).

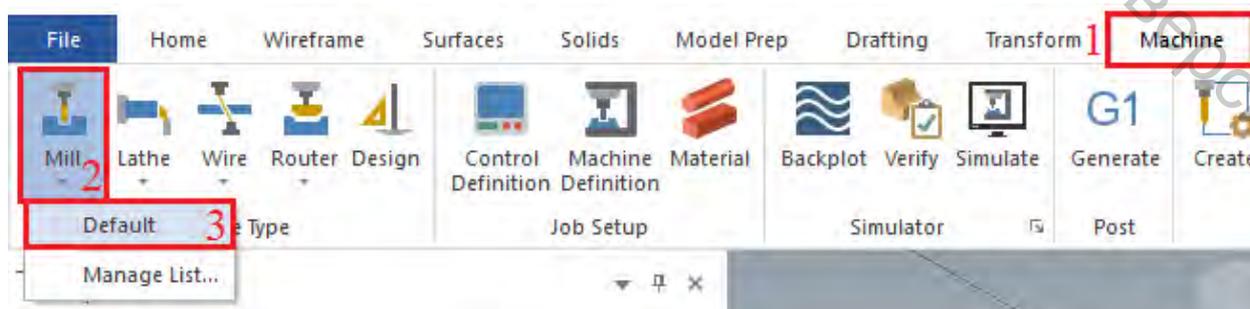


Откроется диалоговое окно *Конфигурация системы* (System Configuration), где значение параметра *Current* (Текущий) нужно установить на следующее:

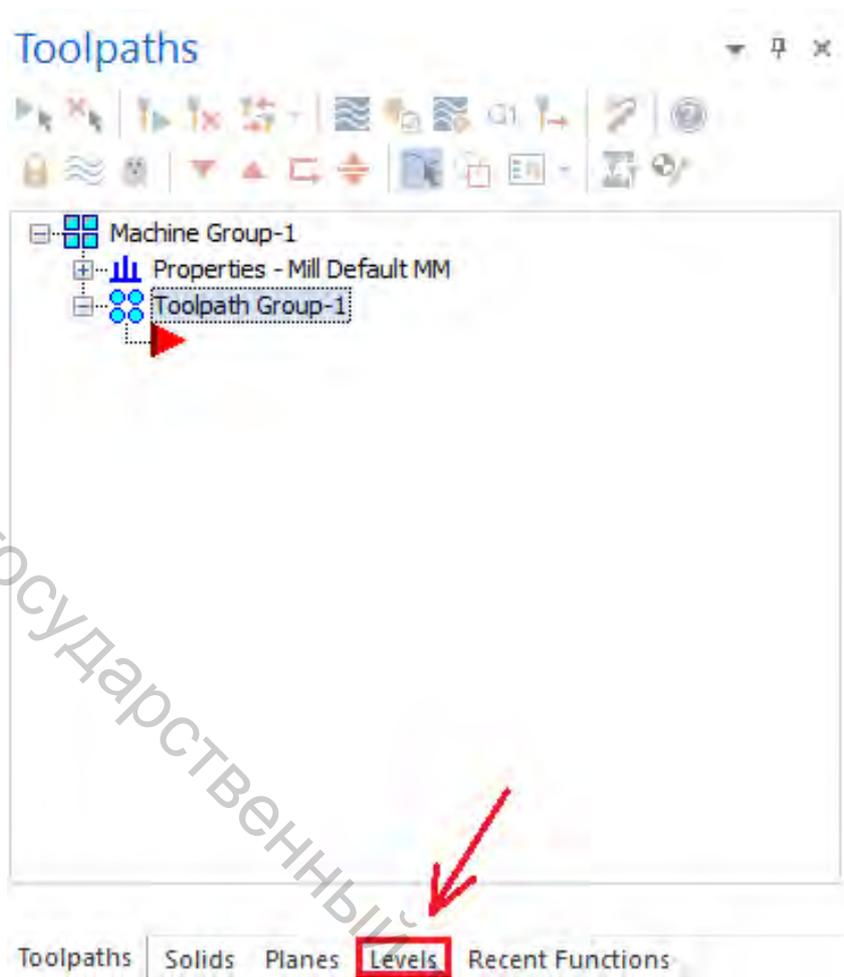


После чего необходимо «определить заготовку». Для этого:
Открыть файл «DynamicMill.mcam».

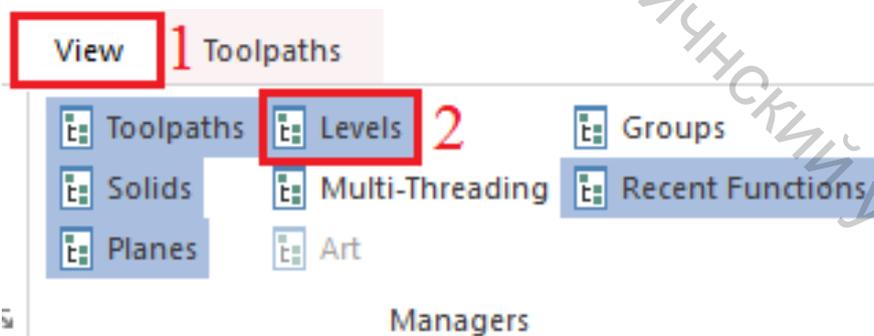
На вкладке *Machine* (Станок) выбрать *Mill* (Фрезерование), *Default* (По умолчанию).



Выбрать менеджер *Levels* (Слой). Если меню не отображается, см. ниже.



Если меню не отображается, необходимо на вкладке *View* (Вид) выбрать *Levels* (Слои) или нажать сочетание клавиш **<Alt> + <Z>**.



Перед созданием заготовки необходимо создать для неё свой слой видимости. Это значительно облегчает работу с файлами, которые имеют тысячи линий, дуг, твёрдых тел или поверхностей. При работе с такими файлами будет необходимо разделить элементы по своим слоям видимости.

В менеджере *Levels* выбрать *Add a new level* (Добавить новый слой).

Дважды кликнуть в колонке *Name* (Имя) напротив созданного слоя и набрать имя *Stock geometry* (Геометрия заготовки).

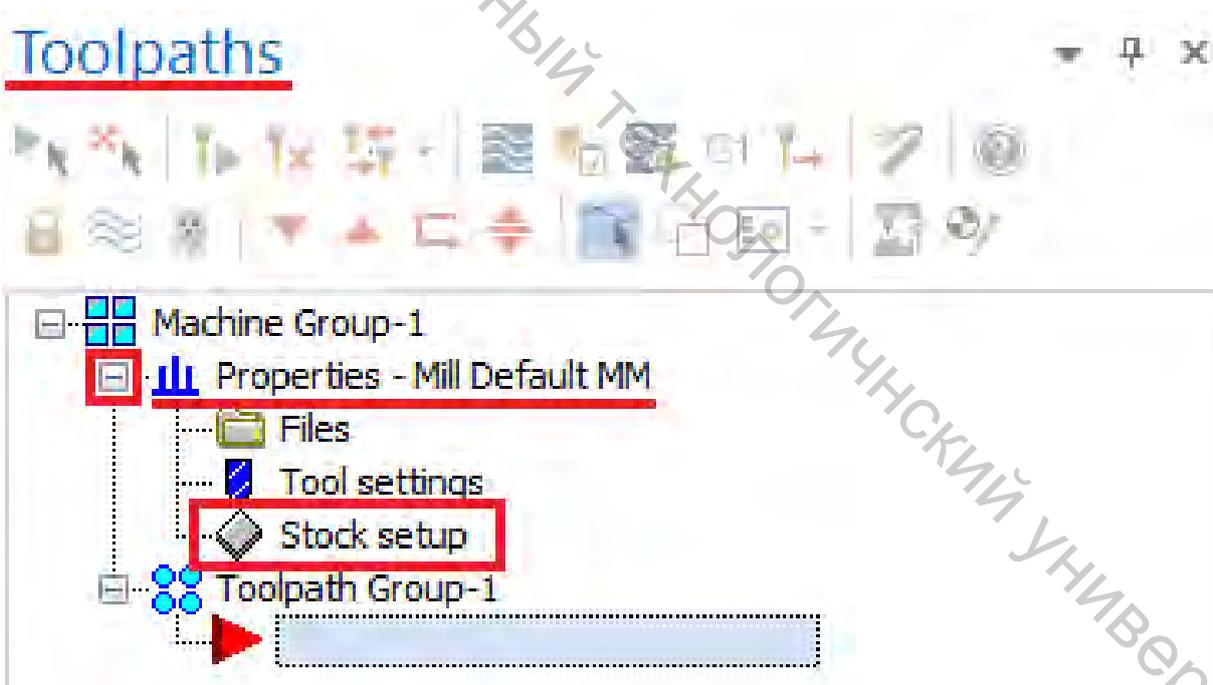
Levels



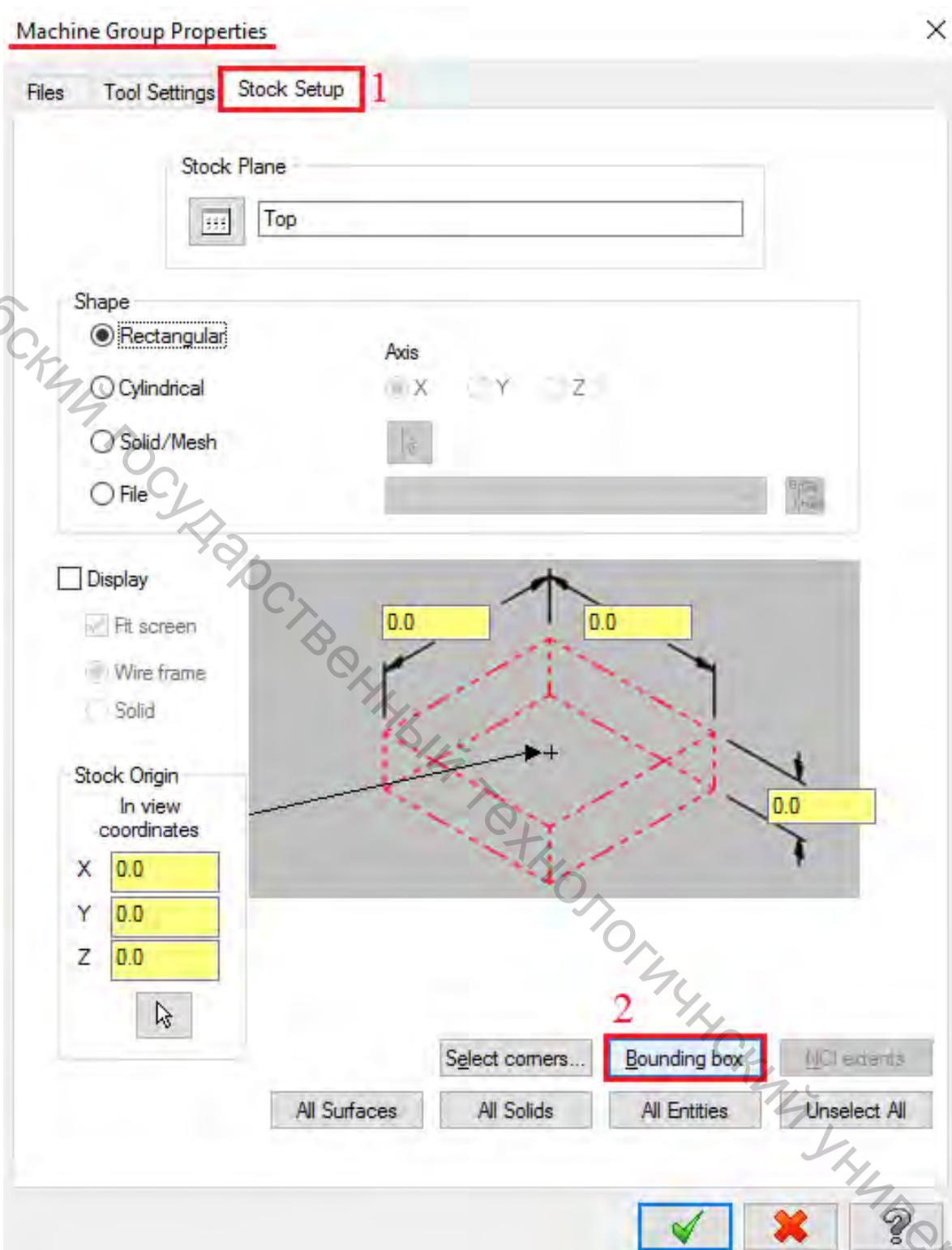
Nu...	Visible	Name	Level Set	Entities
1	X	Solid		1
2		Part geometry		72
3	X	Stock geometry		0

Этот слой теперь будет использоваться для размещения геометрии заготовки.

В менеджере *Toolpaths* (Траектории) выбрать *Stock setup* (Настройка заготовки). Появится диалоговое окно *Machine Group Properties* (Свойства станочной группы).

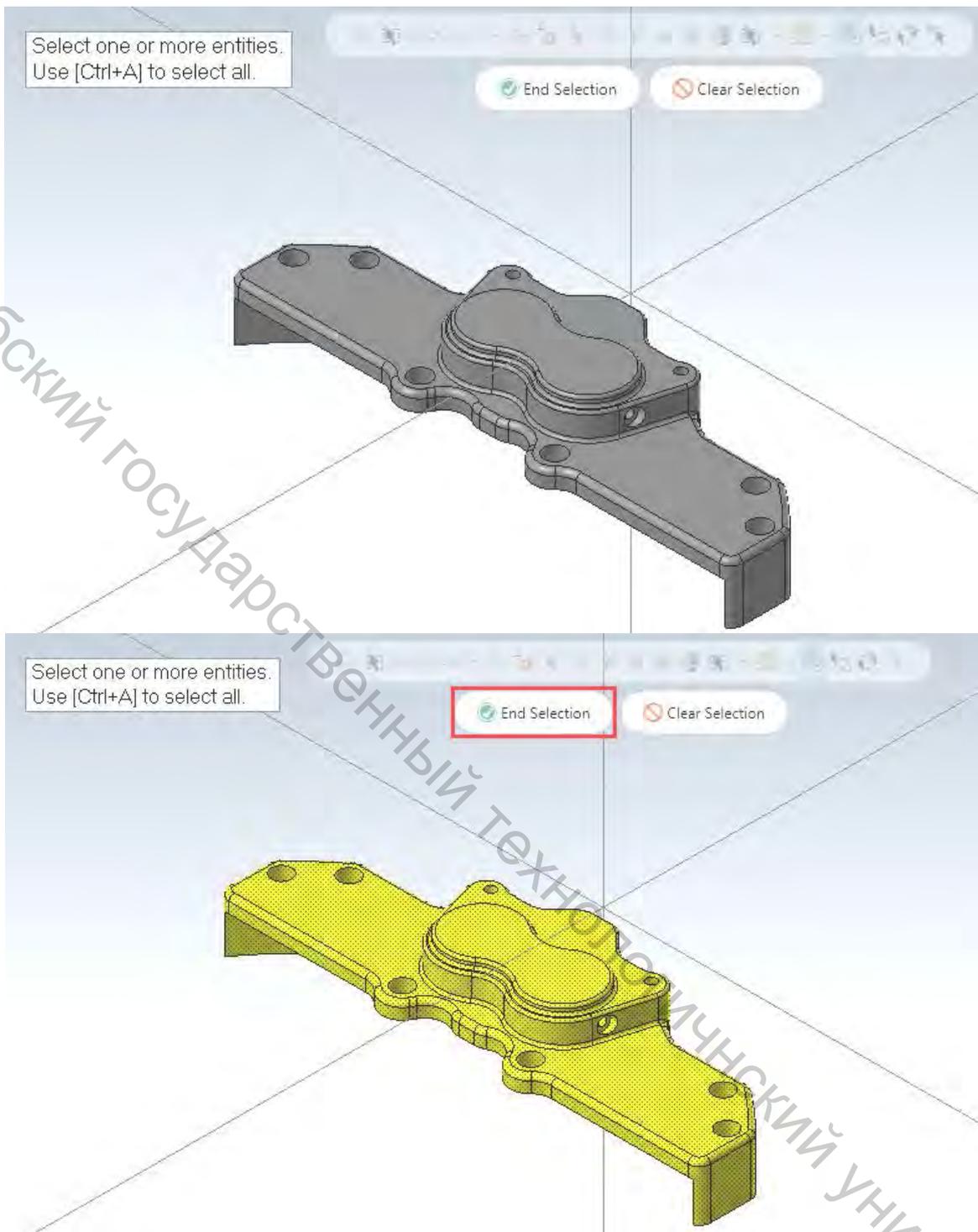


На странице *Stock Setup* выбрать *Bounding box* (Ограничивающий контур). Появится панель функции *Bounding Box*.



Кликнуть на модель детали. Деталь окрасится в цвет выбора (по умолчанию – желтый).

Нажать **<Enter>** или кликнуть *End Selection* (Завершить выбор).



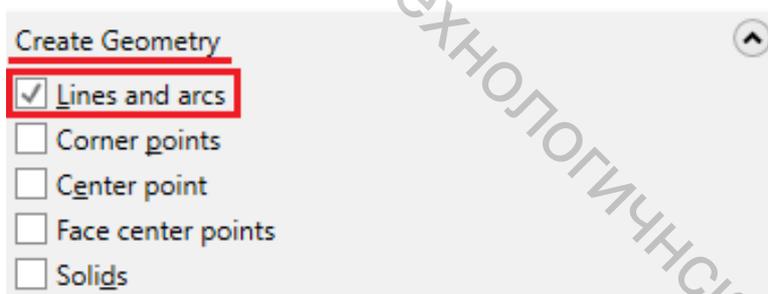
Установить следующие параметры:

Shape (Форма) – *Rectangular* (Rectangular). Это оптимальная форма заготовки для этой детали.

В строке «Z» набрать 28.6. Это размер заготовки по оси Z.



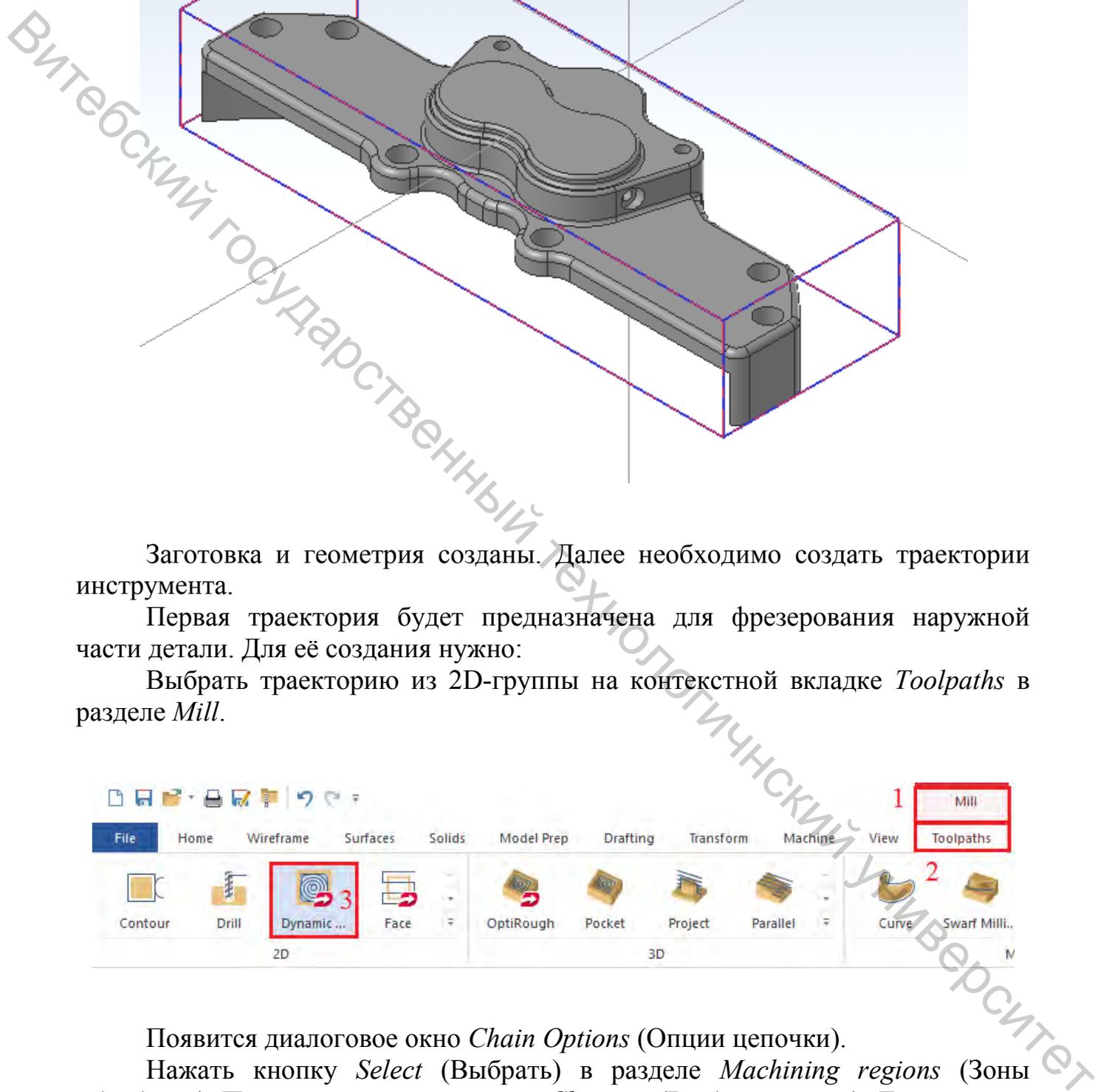
В разделе *Create Geometry* (Создать геометрию) выбрать *Lines and arcs* (Линии и дуги). По границам заготовки будут созданы линии и дуги, которые затем могут быть использованы для других целей.



Нажать «ОК». Произойдёт возврат к диалоговому окну *Свойства станочной группы*.



Нажмите «ОК» в диалоговом окне *Свойства станочной группы*. Вокруг детали будет создана геометрия заготовки.



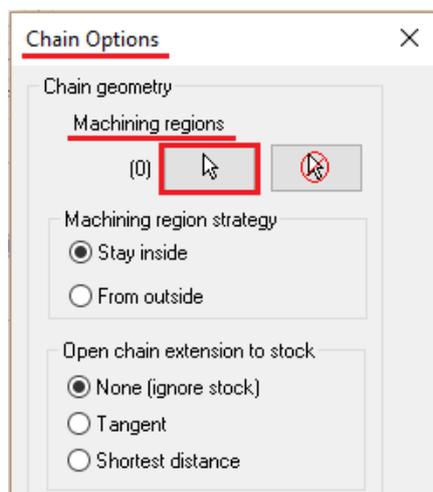
Заготовка и геометрия созданы. Далее необходимо создать траектории инструмента.

Первая траектория будет предназначена для фрезерования наружной части детали. Для её создания нужно:

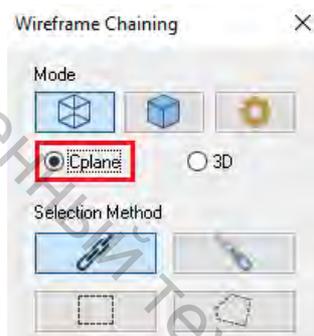
Выбрать траекторию из 2D-группы на контекстной вкладке *Toolpaths* в разделе *Mill*.

Появится диалоговое окно *Chain Options* (Опции цепочки).

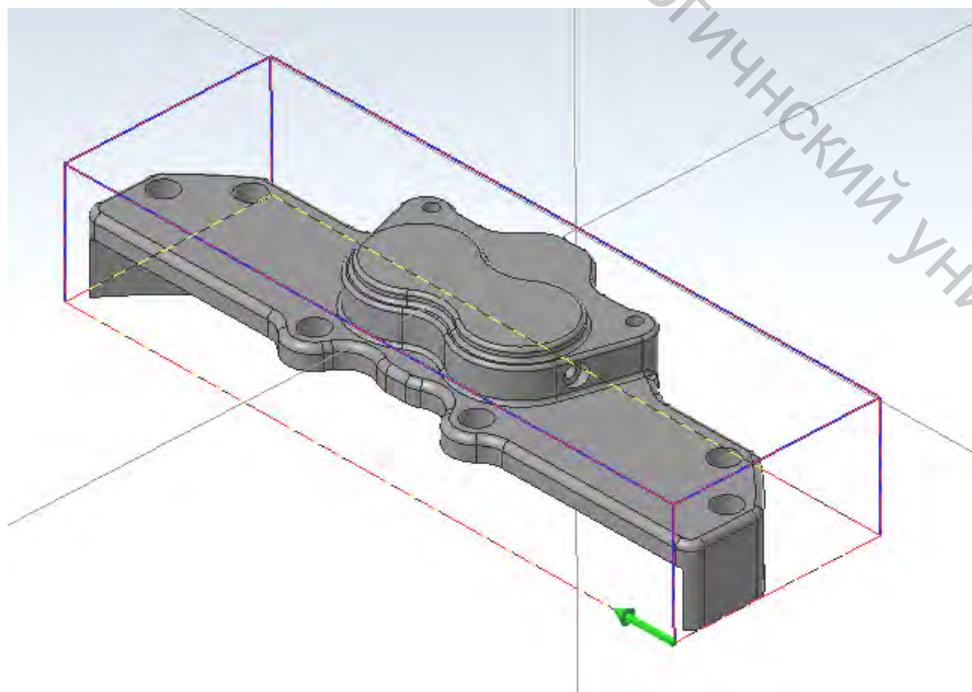
Нажать кнопку *Select* (Выбрать) в разделе *Machining regions* (Зоны обработки). Появится диалоговое окно *Chaining* (Выбор цепочки). Далее нужно выбрать зону, в которой будет осуществляться обработка.



Установить *C-Plane*. Эта опция позволяет выбрать цепочки, которые параллельные текущему конструкционному плану и находятся на одинаковой высоте по координате Z.



В качестве зоны обработки необходимо выбрать цепочку, показанную ниже:

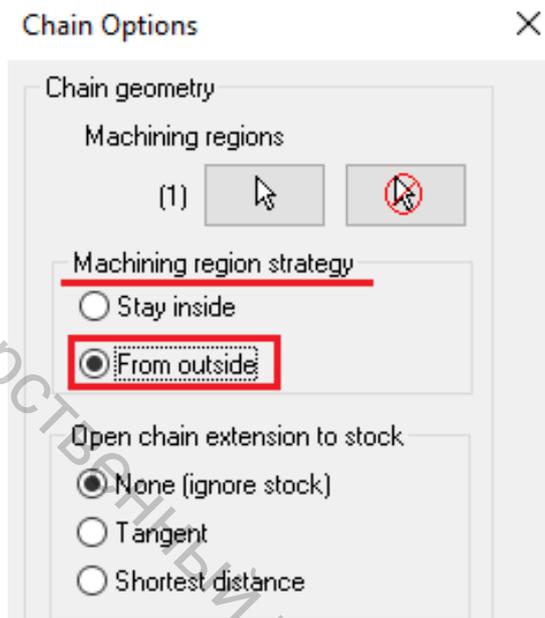


Опция *C-plane* позволит сразу выбрать весь контур, без необходимости выбирать каждый из элементов контура по отдельности.

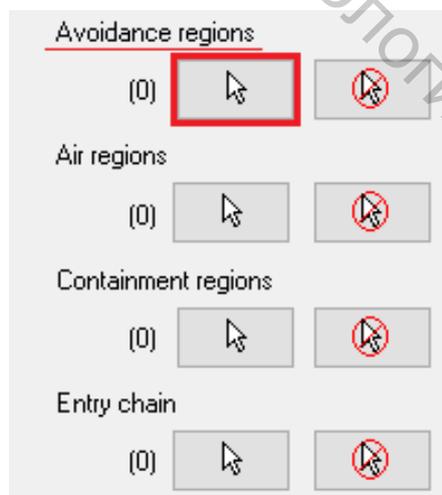
Нажать «ОК» и вернуться в диалоговое окно *Chain Options*.

Установить *Machining region strategy* (Стратегия обработки зон) на *From outside* (Снаружи).

Данная стратегия выбирается, если необходимо удалить материал вокруг выступов или бобышек.



Нажать кнопку *Select* под разделом *Avoidance regions* (Запрещенные зоны). Появится диалоговое окно *Chaining*.



Запрещённые зоны – это регионы, которые не нужно фрезеровать. В данном случае материал удаляется между наружной зоной обработки и выступами, обработка которых запрещена. Для выбора геометрии нужно включить другой слой видимости.

Выбрать в окне *Chaining* режим 3D. Данный режим позволяет выбирать геометрию, находящуюся не в одной плоскости.



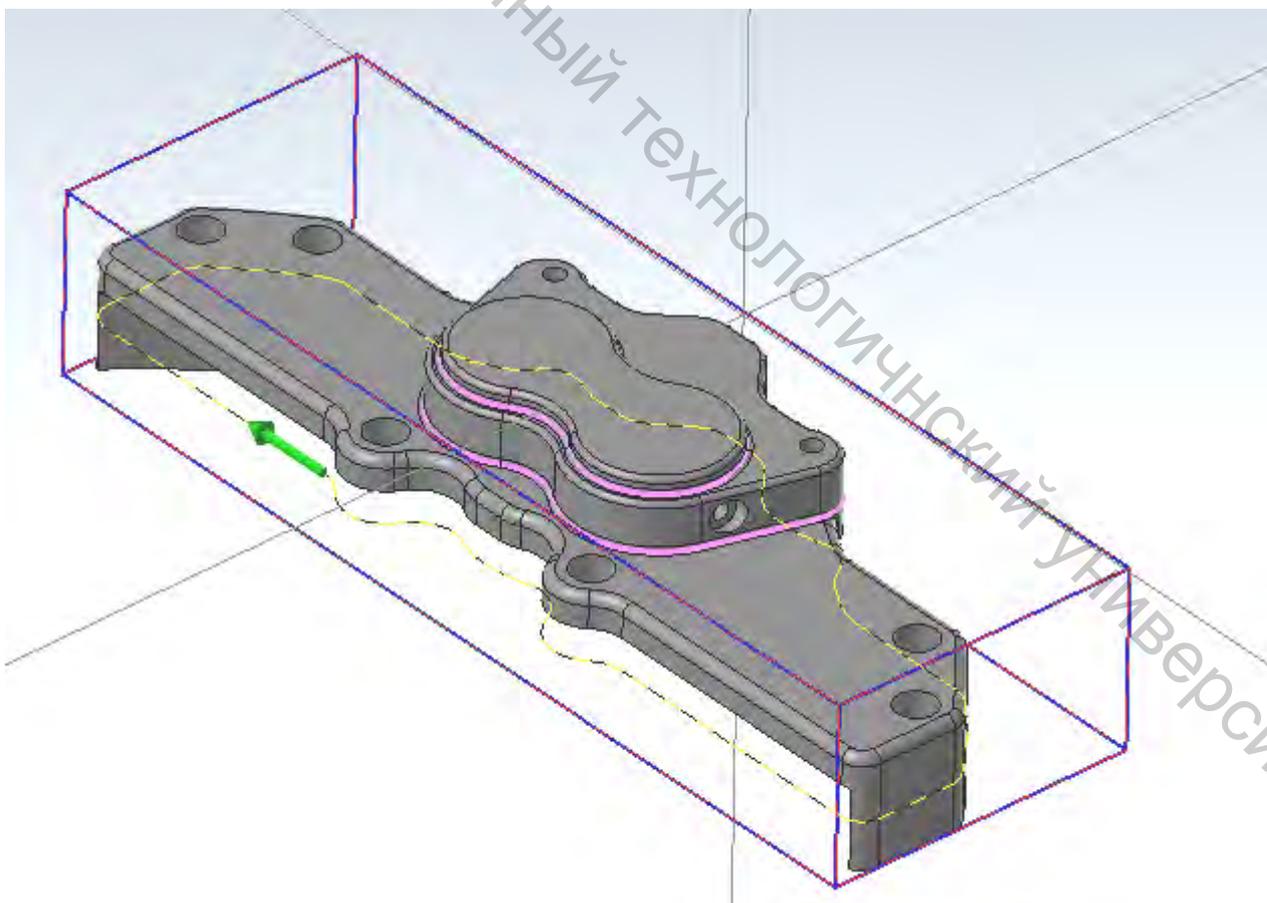
Далее в менеджере *Levels* в колонке *Visible* (Видимый) кликнуть напротив слоя *Part geometry*.

Levels [dropdown] [refresh] [close]

+ [search] [stack] [undo] [redo] [help] [info]

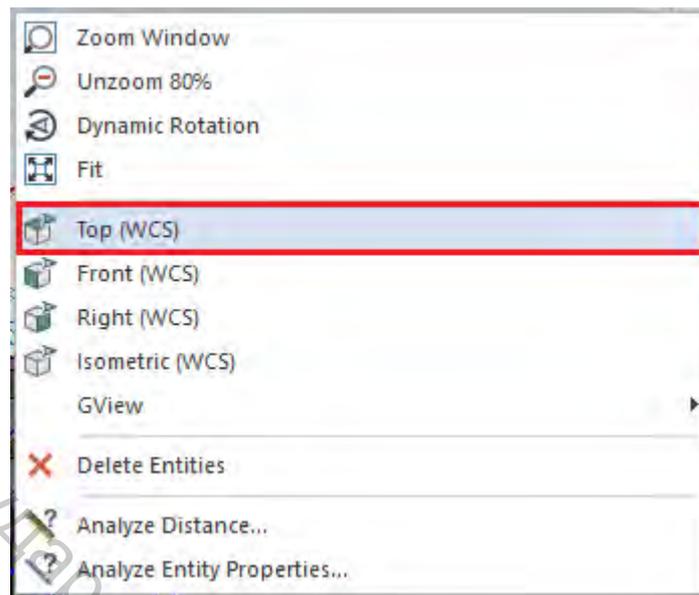
Nu...	Visible	Name	Level Set	Entities
1	X	Solid		1
2	X	Part geometry		72
3	X	Stock geometry		12

На экране появится геометрия, которую нужно выбрать. В качестве запрещённой зоны нужно выбрать силуэтный контур детали, как показано ниже. Это позволит удалить материал вокруг внешнего контура детали.

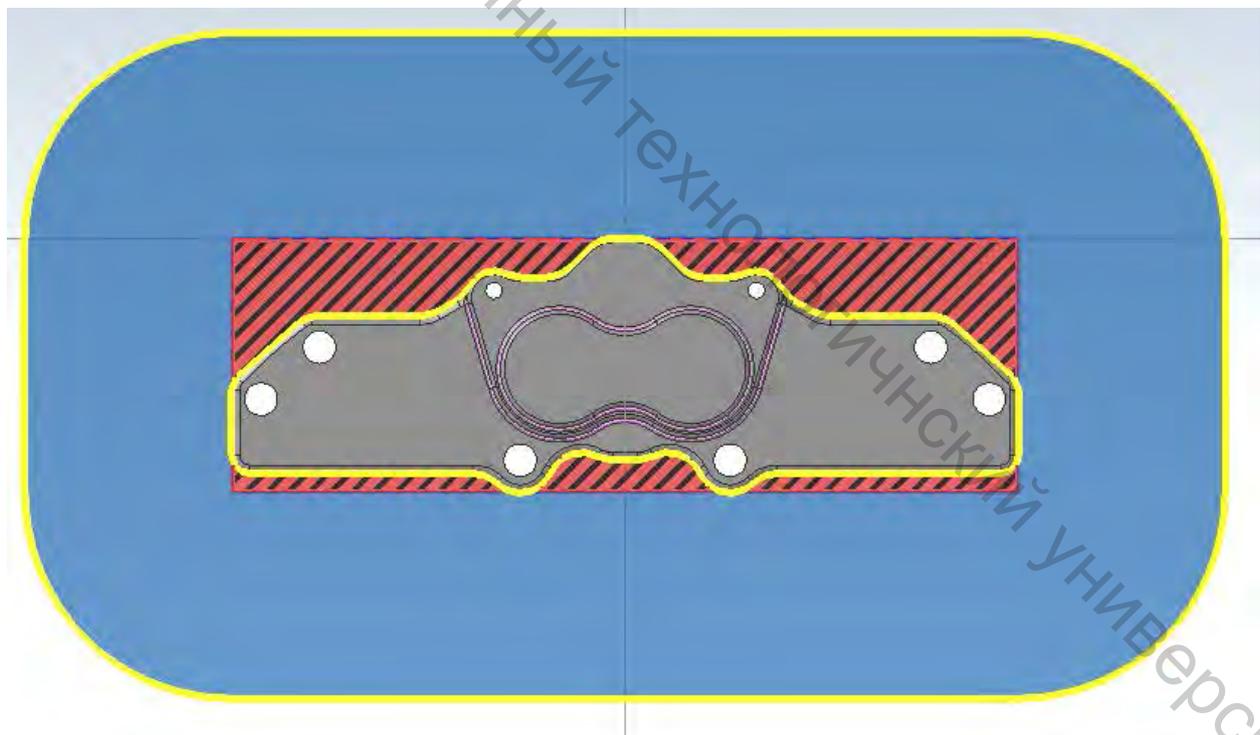


Нажать «ОК» и вернуться в диалоговое окно *Chains Option*.

Далее нажать правой кнопкой мыши в графическом окне и выбрать в меню вид *Top (WCS)* (Сверху (РСК)).

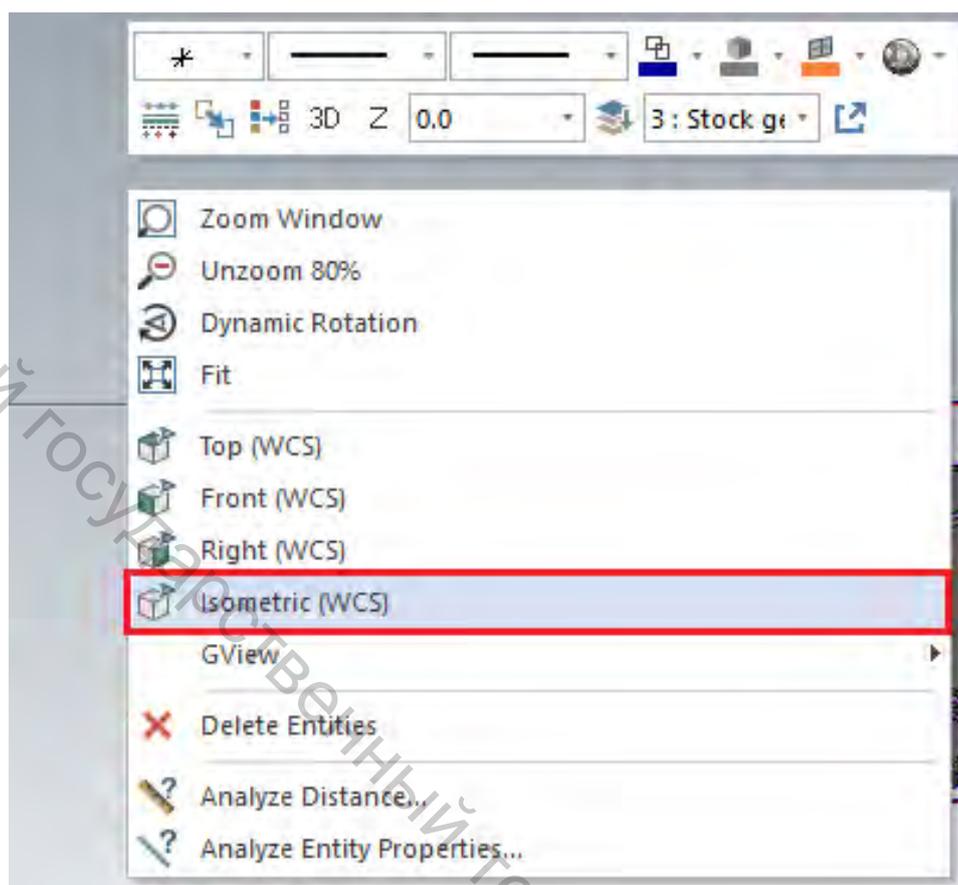


В окне *Chains Options* нажать на кнопку *Preview chains* (Просмотр зон). На экране будет картинка, показанная ниже:



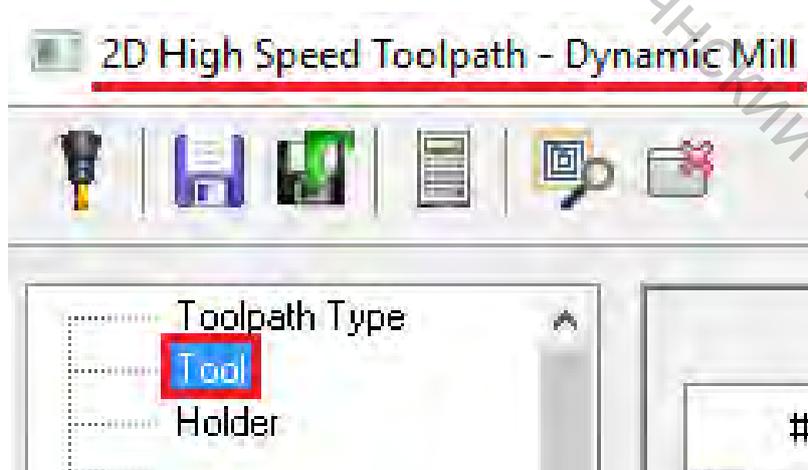
Зона, из которой будет удаляться материал, показана в виде красной и чёрной штриховки, синим цветом отображается зона свободного перемещения инструмента, желтым цветом показана запрещённая зона. Используя опцию *Просмотр зон*, можно заранее, до ввода каких-либо других параметров, проверить правильность выбора геометрических цепочек.

После проверки кликнуть правой кнопкой мыши в графическом окне и выбрать в меню *Isometric (WCS)* (Изометрия (PCK)).

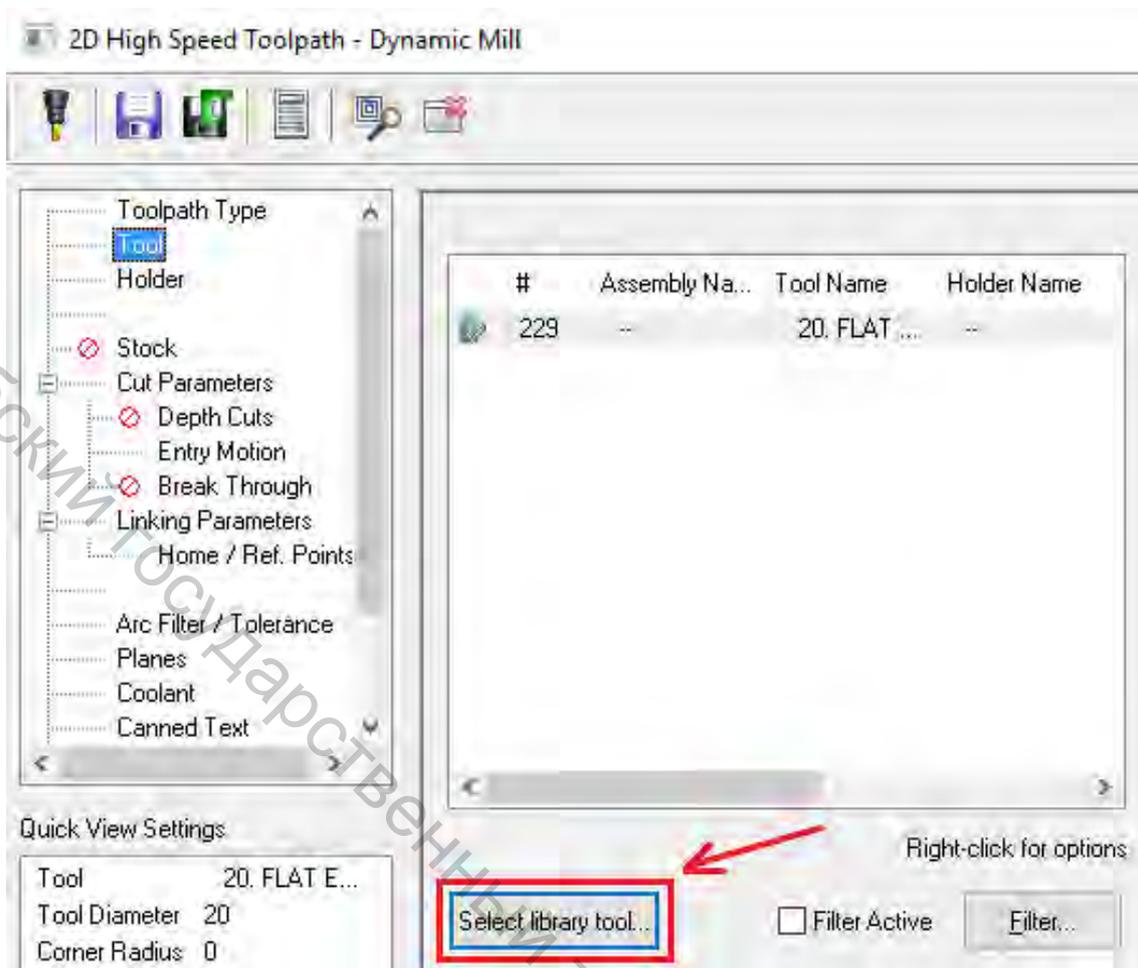


Кликнуть «ОК», чтобы подтвердить выбор цепочек. Появится диалоговое окно *2D High Speed Toolpath – Dynamic mill* (2D ВСО траектории – Динамическое фрезерование).

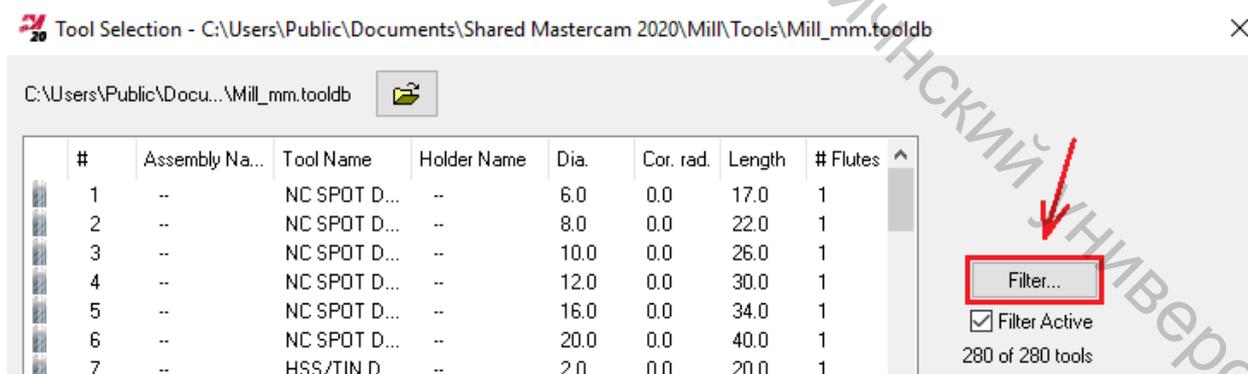
Перейти на страницу *Tool* (Инструмент).



Нажать на кнопку *Select library tool* (Инструмент из библиотеки). Появится диалоговое окно *Tool Selection* (Выбор инструмента).

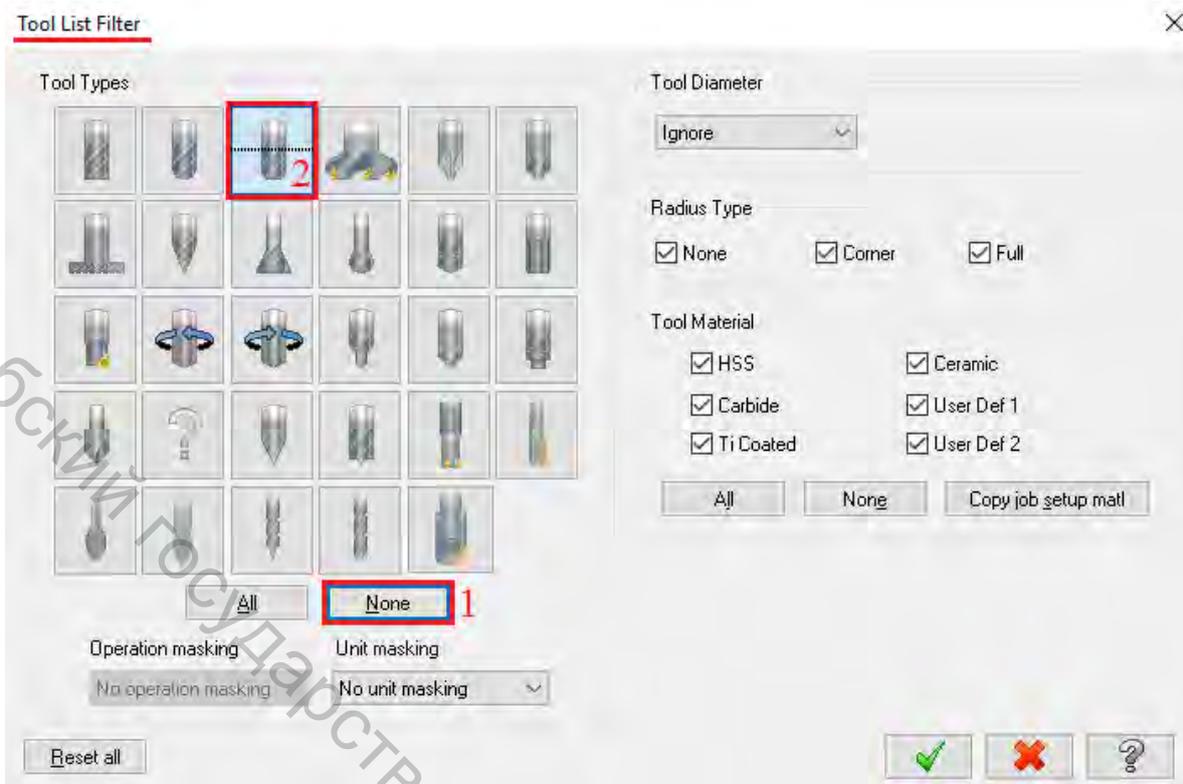


Нажать на кнопку *Filter* (Фильтр). Появится диалоговое окно *Tool List Filter* (Фильтр списка инструментов).



Нажать кнопку *None* (Нет) и отменить все фильтры.

Выбрать тип *Endmill3 Bull*. Теперь есть возможность просматривать только инструменты с радиусом на режущей кромке.



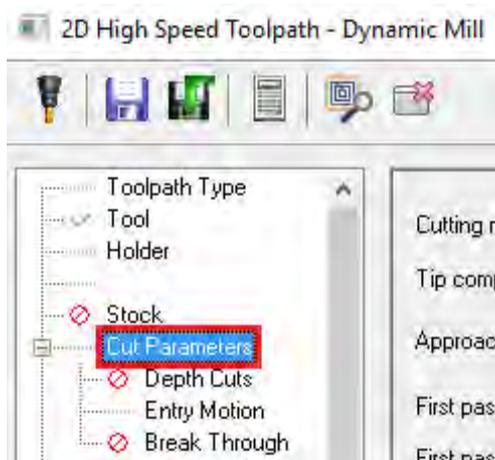
Нажать на кнопку «OK».

В окне Tool Selection, выбрать инструмент *END MILL WITH RADIUS - 20 / R1.0*.

#	Assembly Na...	Tool Name	Holder Name	Dia.	Cor. rad
257	--	END MILL WITH RADIUS - 3 / R0.5	--	3.0	0.5
258	--	END MILL WITH RADIUS - 3 / R0.2	--	3.0	0.2
259	--	END MILL WITH RADIUS - 4 / R0.2	--	4.0	0.2
260	--	END MILL WITH RADIUS - 4 / R0.5	--	4.0	0.5
261	--	END MILL WITH RADIUS - 5 / R0.5	--	5.0	0.5
262	--	END MILL WITH RADIUS - 5 / R1.0	--	5.0	1.0
263	--	END MILL WITH RADIUS - 6 / R0.5	--	6.0	0.5
264	--	END MILL WITH RADIUS - 6 / R1.0	--	6.0	1.0
265	--	END MILL WITH RADIUS - 8 / R1.0	--	8.0	1.0
266	--	END MILL WITH RADIUS - 8 / R2.0	--	8.0	2.0
267	--	END MILL WITH RADIUS - 8 / R0.5	--	8.0	0.5
268	--	END MILL WITH RADIUS - 10 / R0.5	--	10.0	0.5
269	--	END MILL WITH RADIUS - 10 / R1.0	--	10.0	1.0
270	--	END MILL WITH RADIUS - 10 / R2.0	--	10.0	2.0
271	--	END MILL WITH RADIUS - 12 / R1.0	--	12.0	1.0
272	--	END MILL WITH RADIUS - 12 / R0.5	--	12.0	0.5
273	--	END MILL WITH RADIUS - 12 / R2.0	--	12.0	2.0
274	--	END MILL WITH RADIUS - 16 / R0.5	--	16.0	0.5
275	--	END MILL WITH RADIUS - 16 / R1.0	--	16.0	1.0
276	--	END MILL WITH RADIUS - 16 / R2.0	--	16.0	2.0
277	--	END MILL WITH RADIUS - 20 / R1.0	--	20.0	1.0
278	--	END MILL WITH RADIUS - 20 / R4.0	--	20.0	4.0
279	--	END MILL WITH RADIUS - 20 / R2.0	--	20.0	2.0

Нажать «OK». Выбор инструмента закончен.

Далее перейти на страницу *Cut Parameters* (Параметры резания).



Установить следующие параметры:



– *Approach distance* (Подвод) – 9.5. Заданное расстояние будет добавлено к началу первого прохода.

– *Stepover* (Шаг) – 50.0%. Параметр устанавливает шаг между проходами по X или Y.

– *Min toolpath radius* (Минимальный радиус траектории) – 2.5%. Masterscam использует этот радиус в сочетании с параметрами в разделе *Микроподъем* для расчета величины перемещений по 3D-дуге между рабочими проходами.

– *% of tool diameter* (% от D инструмента) – 500.0. Этот параметр влияет на генерацию холостых проходов на ускоренной подаче. Они не будут создаваться, если расстояние от конца одного прохода к началу следующего меньше, чем заданное расстояние. Инструмент не будет подниматься на

безопасное расстояние. Он останется в рабочем положении, и перемещение между проходами будет осуществляться на рабочей подаче.

– *Micro lift distance* (Величина подъёма) – 0.0. Параметр задаёт высоту подъёма по Z на обратных холостых перемещениях.

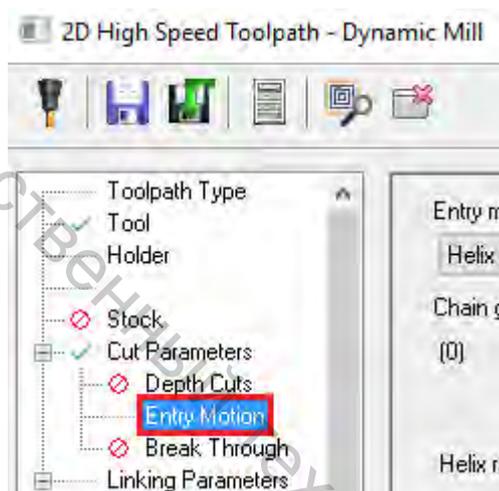
– *Back feed rate* (Обратная подача) – 0.0. Параметр задаёт рабочую подачу на обратных перемещениях.

– *Cut order optimization* (Оптимизация порядка обработки) – None.

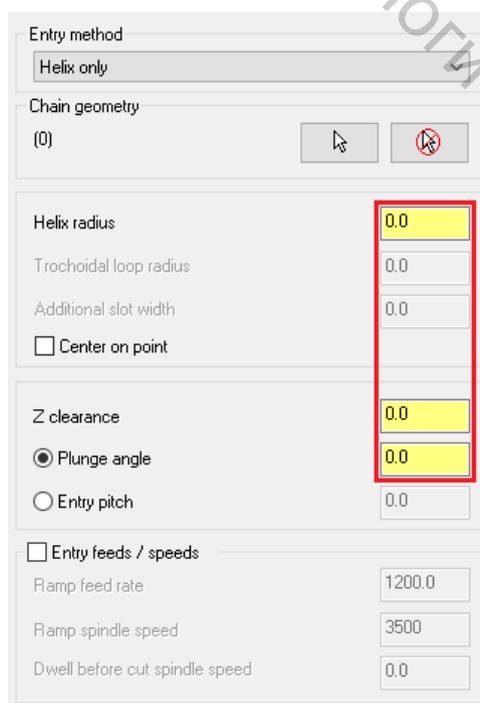
– *Stock to leave on walls* (Припуск на стенках) – 0.5. Параметр определяет припуск на вертикальных стенках.

– *Stock to leave on floors* (Припуск на дне) – 0.0. Параметр определяет припуск на горизонтальных поверхностях.

Далее необходимо перейти на страницу *Entry Motion* (Подход).



Установить следующие параметры:



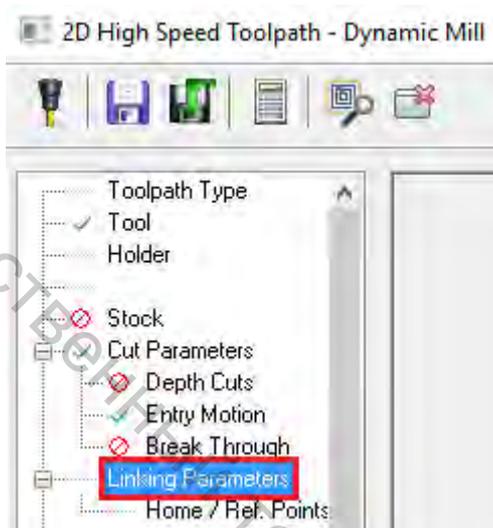
– *Helix radius* (R спирали) – 0.0. Параметр устанавливает радиус врезания в материал.

– *Z clearance* (Z клиренс) – 0.0. Параметр устанавливает дополнительную высоту над деталью, задавая точку, в которой начинает формироваться спираль врезания.

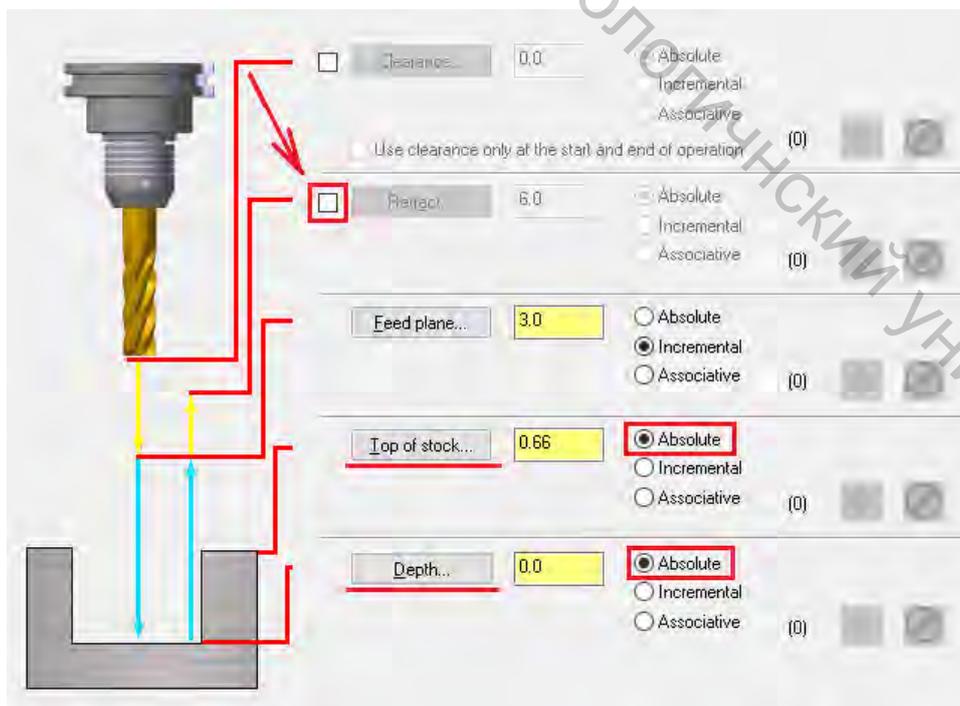
– *Plunge angle* (Угол врезания) – 0.0. Параметр устанавливает угол врезания в материал или количество витков в спирали врезания.

Поскольку траектория не входит в материал сверху, нет необходимости устанавливать вышеперечисленные параметры.

Перейдите на страницу *Linking Parameters* (Параметры переходов).



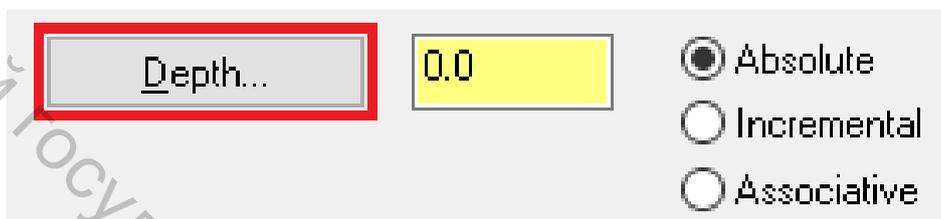
Установите следующие параметры:



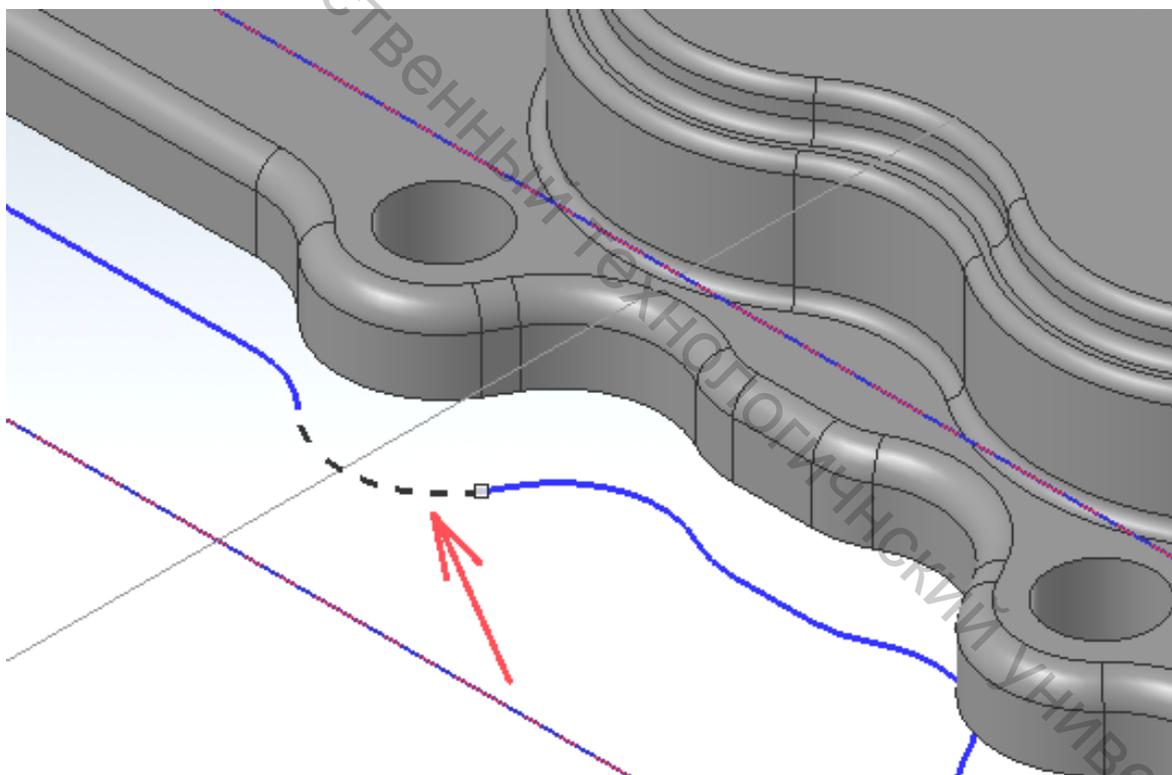
– Отменить выбор параметра *Retract* (Отвод). Параметр устанавливает высоту, на которую инструмент перемещается вверх между проходами.

– Переключить параметры *Top of stock* (Верх заготовки) и *Depth* (Глубина) на абсолютные координаты (Absolute).

Нажать кнопку *Depth*. Система вернётся в графическое окно. Необходимо определить конечную глубину обработки или самую низкую глубину, на которую опускается инструмент. В данном случае глубина обработки будет находиться приблизительно на глубине 20 мм, т. к. в динамических траекториях для фрезерования используется вся длина режущей части инструмента.

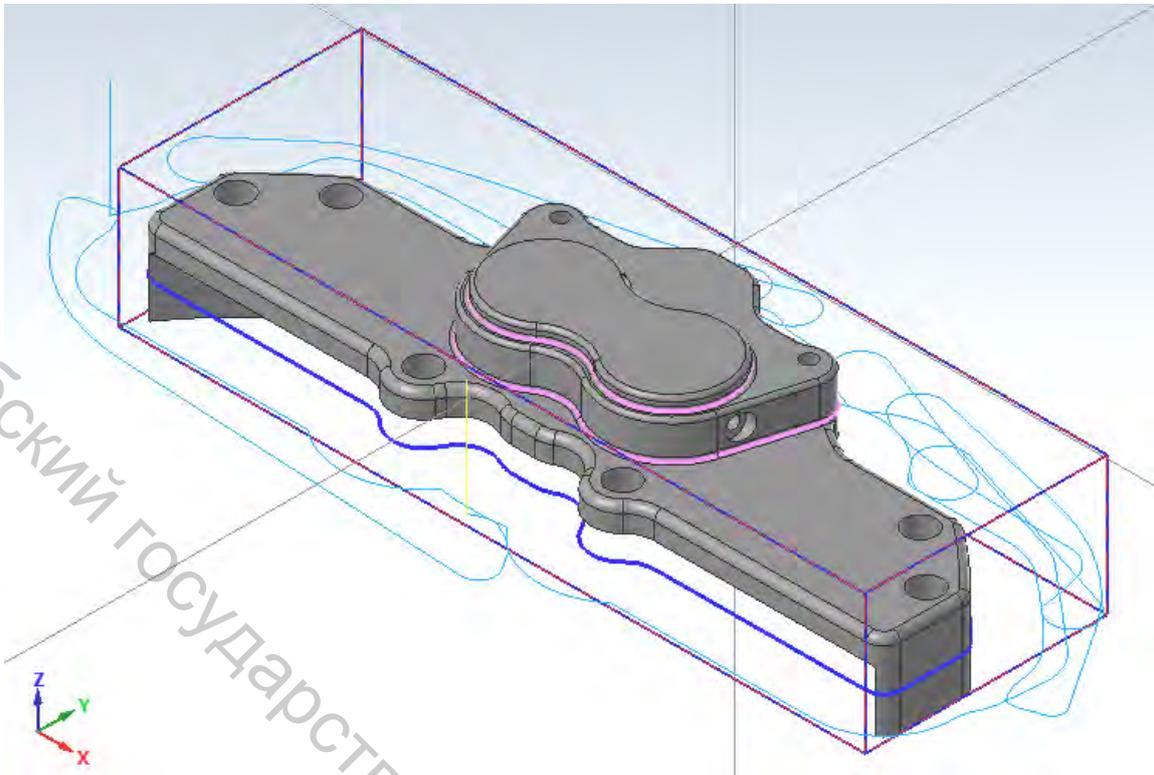


Кликните на цепочку, как показано на картинке:



После этого система автоматически вернёт диалоговое окно *2D BCO траектории динамическое фрезерование*. Параметр *Depth* установлен на 20.32.

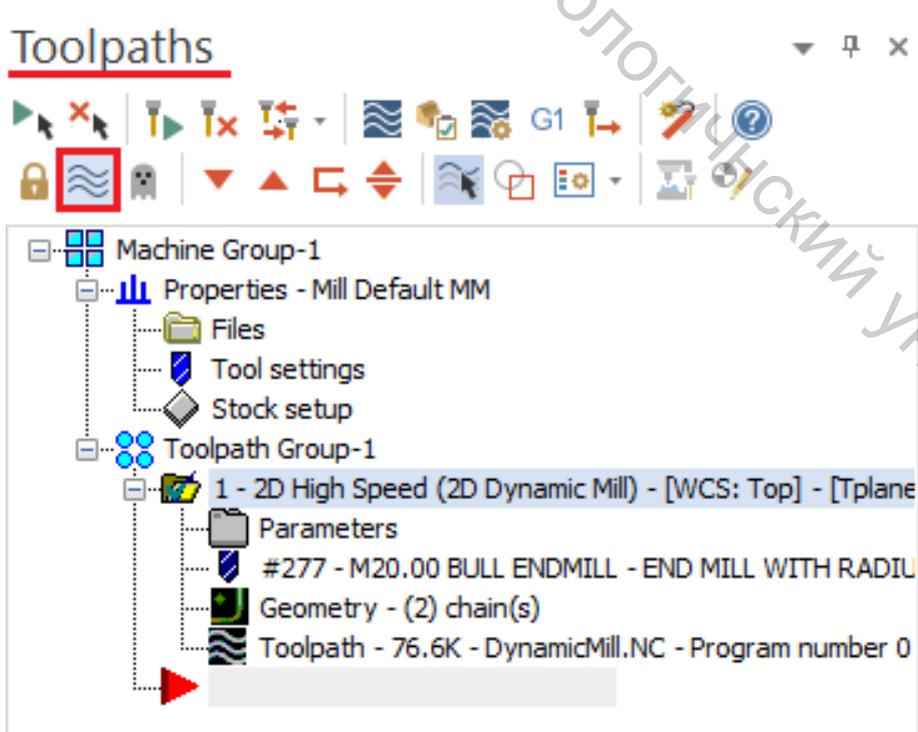
После нажатия «ОК» будет сгенерирована траектория, показанная на картинке:



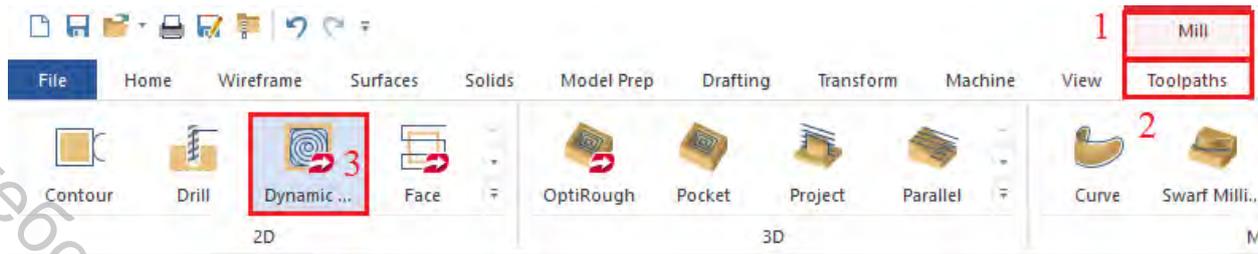
Далее необходимо создать вторую траекторию.

Во второй траектории будет использована опция *Rest material* (Остаточный материал).

В менеджере *Toolpaths* нажать кнопку *Toggle display on selected operations* (Переключение блокировки отображения выбранных операций). Данная функция позволяет скрыть отображение первой траектории.

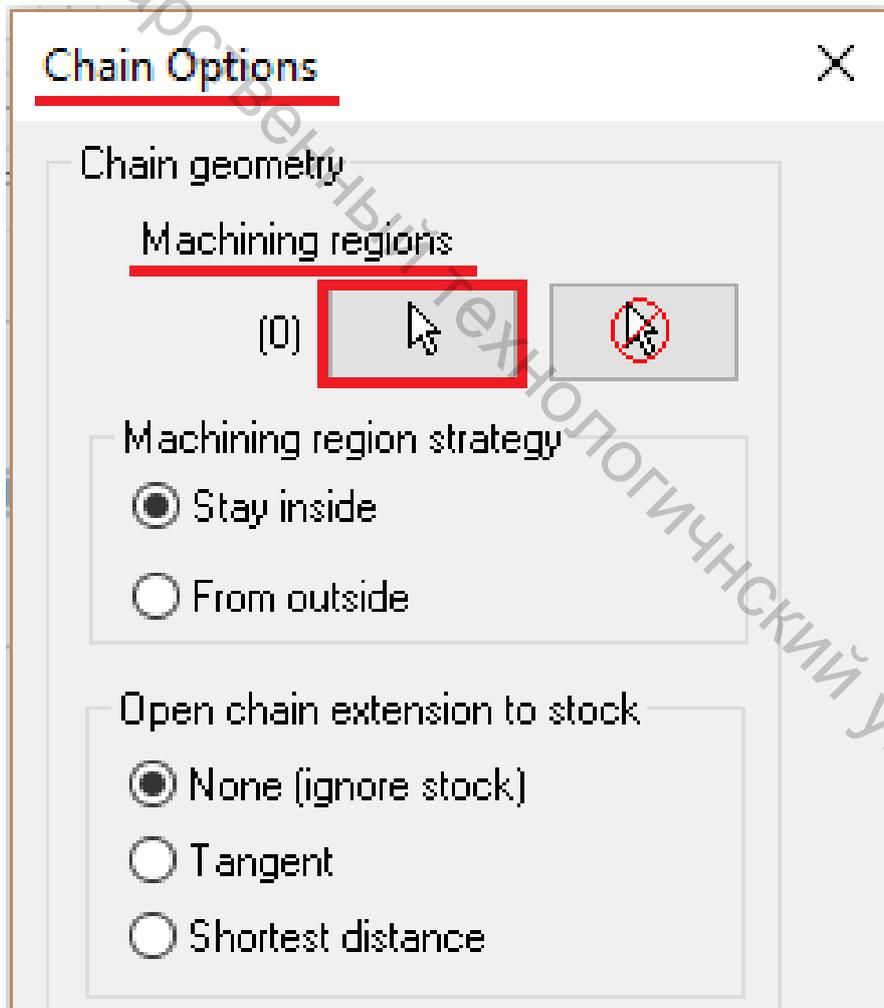


Выбрать траекторию из 2D-группы на контекстной вкладке *Toolpaths* в разделе *Mill*.

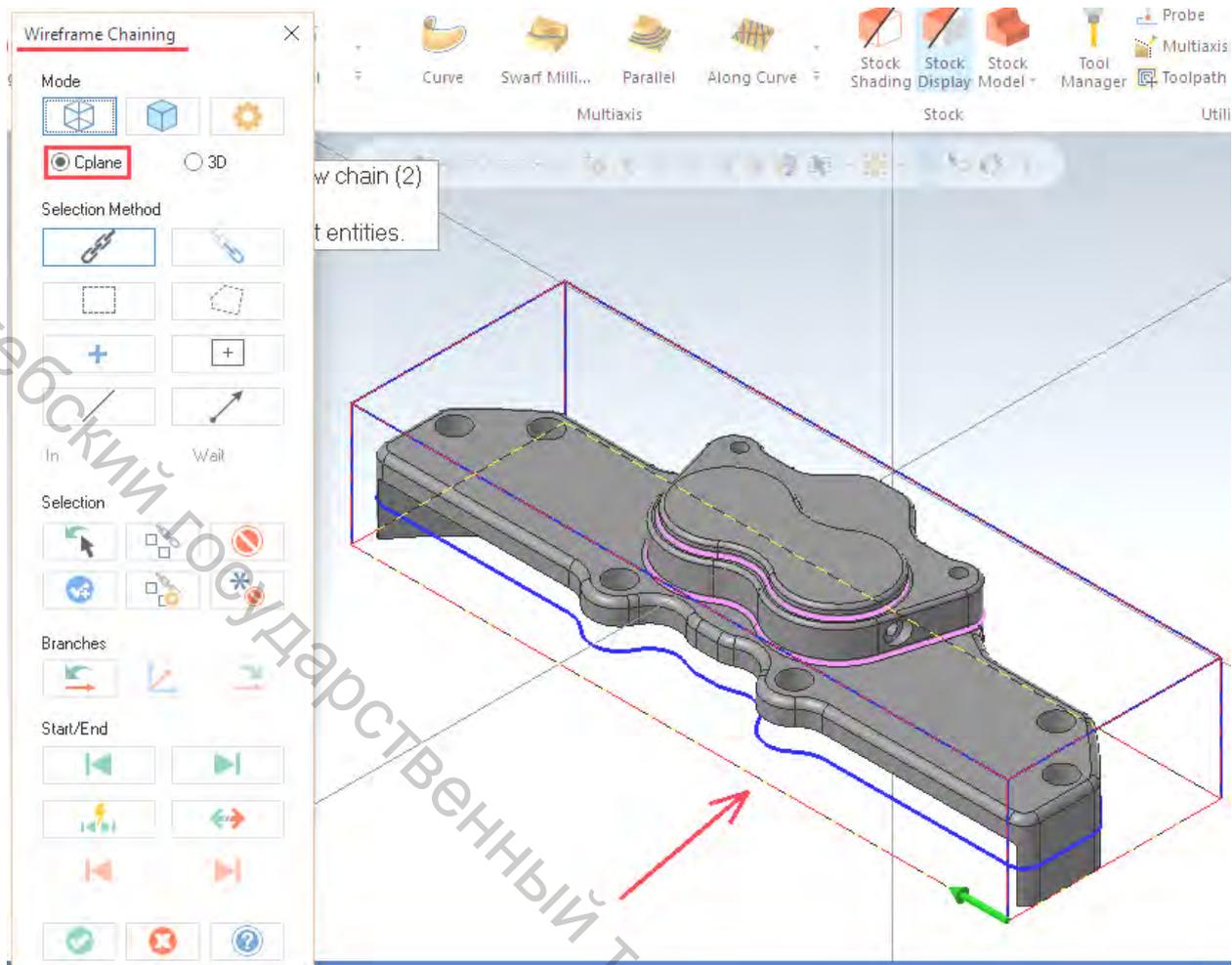


Появится окно *Chain Options*.

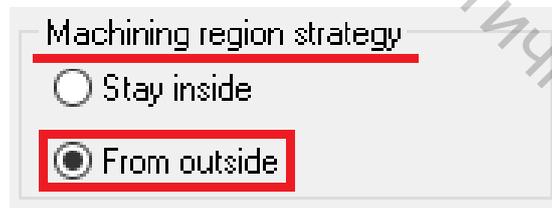
Нажмите кнопку *Select* в разделе *Machining regions*. Появится окно *Wireframe Chaining*.



Далее выбрать ограничивающий контур, показанный ниже, используя опцию *C-Plane*.



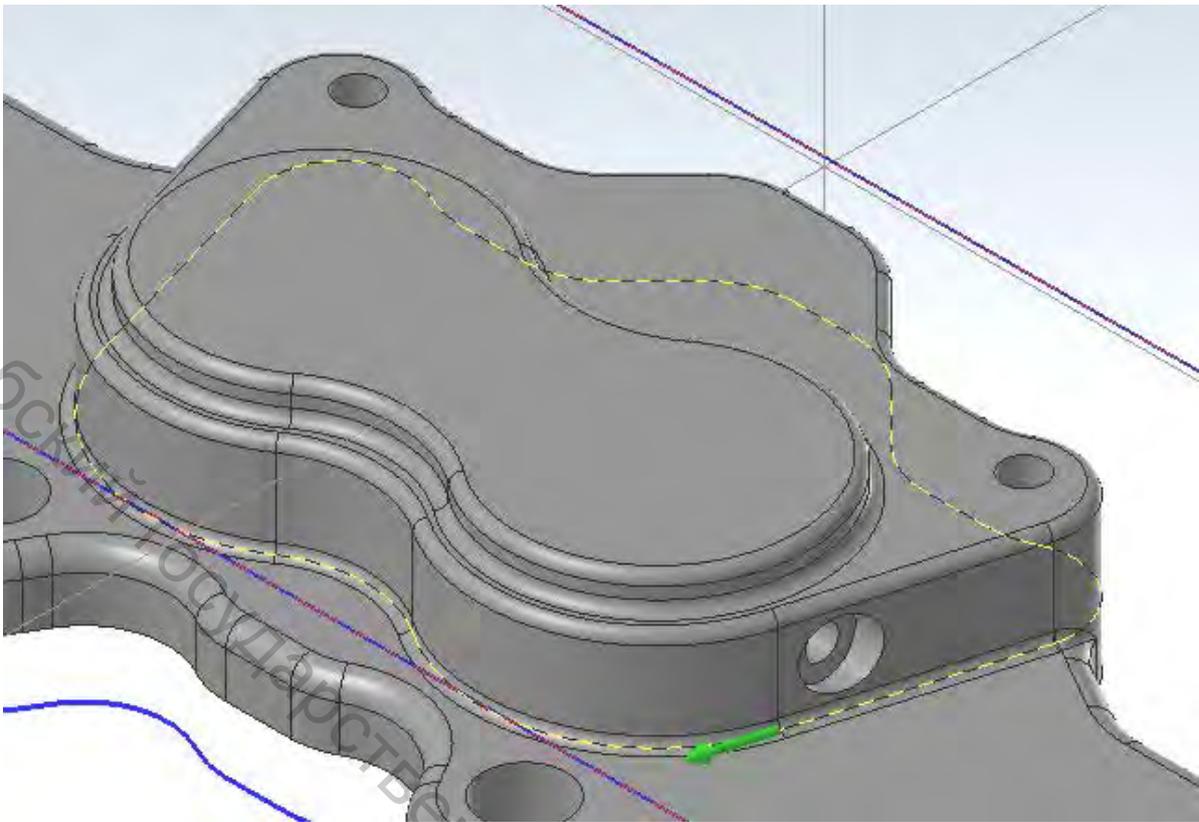
Идентичная геометрия использовалась при создании первой траектории.
 Нажать «OK» и вернуться к окну *Chain Options*.
 В разделе *Machining region strategy* установить *From outside* (Снаружи).



Нажать кнопку *Select* в разделе *Avoidance regions*. Появится окно *Chaining*.



Выберите цепочку, показанную ниже, установив опцию 3D:

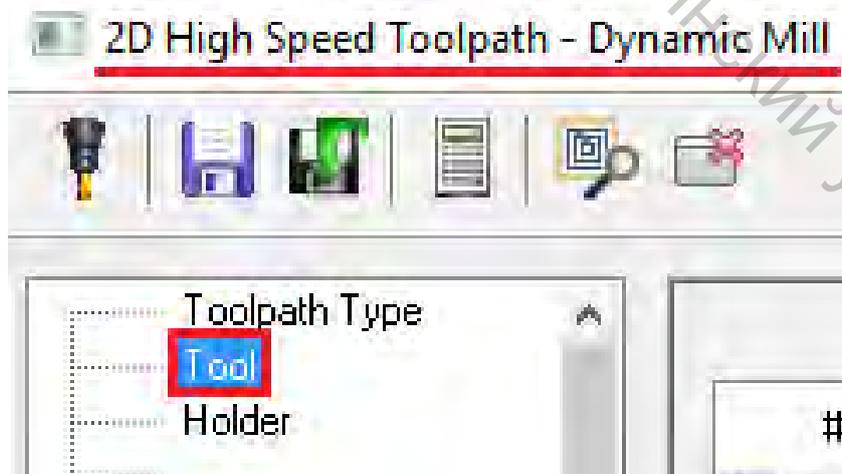


При необходимости при выборе цепочки повернуть деталь в графическом окне.

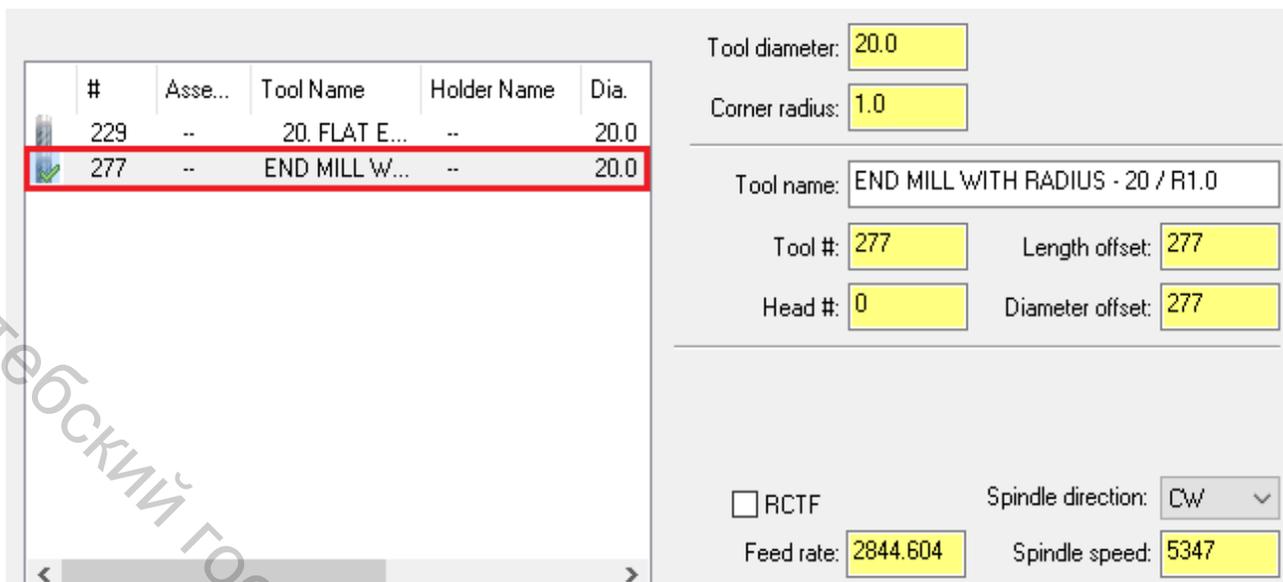
Нажать «ОК» и вернуться в диалоговое окно *Chain Options*.

Нажмите «ОК» и подтвердить выбор цепочек. Появится главное окно траектории Dynamic Mill.

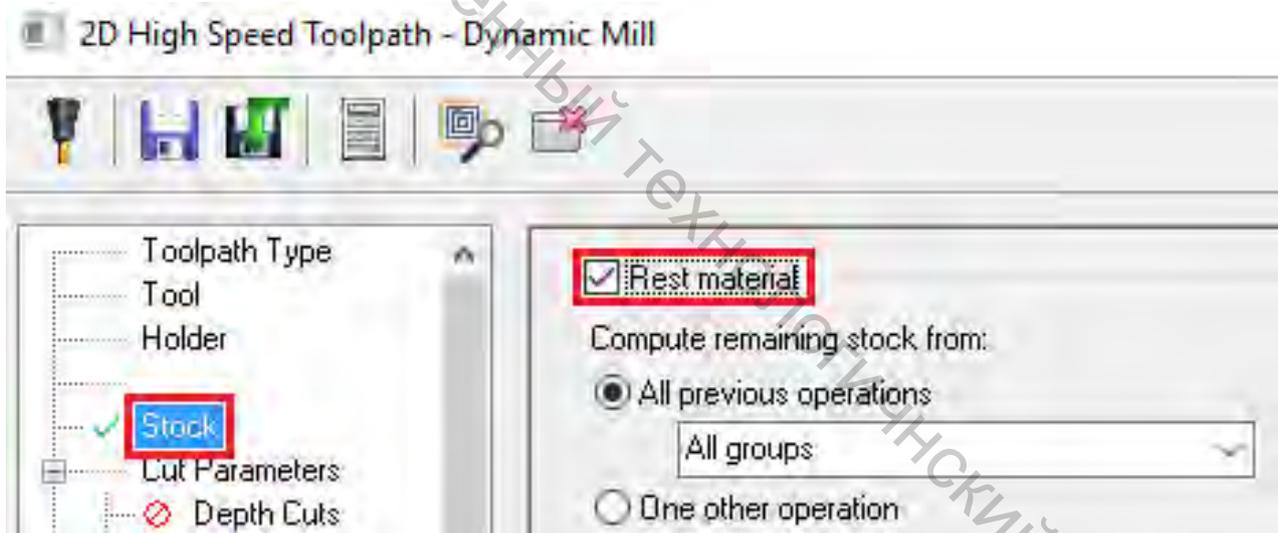
Перейти на страницу *Tool*.



Выбрать инструмент, который был использован в предыдущей операции – END MILL WITH RADIUS - 20/R1.0.

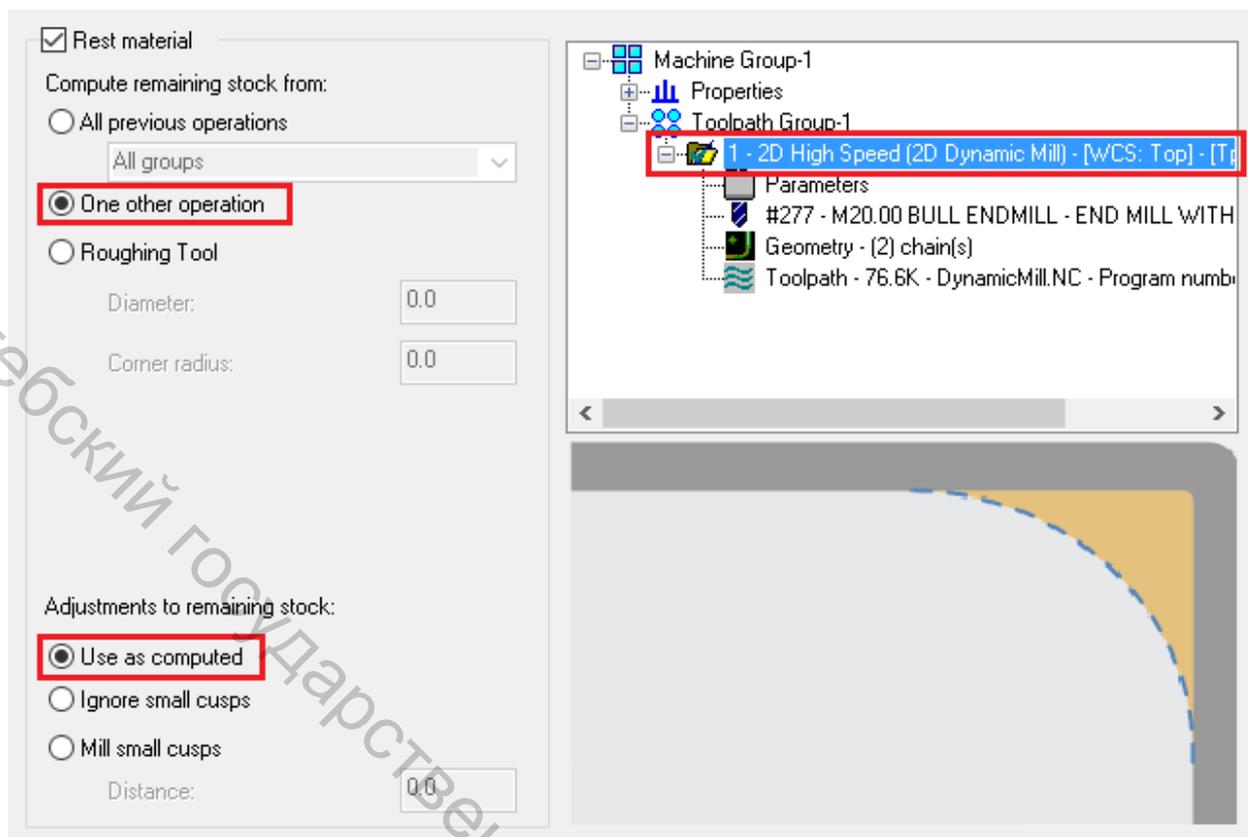


Перейти на страницу *Stock* и активизировать функцию *Rest material* (Остаточный материал).



После активизации этой страницы система будет рассчитывать траекторию с учётом остатков материала.

Установить следующие параметры:

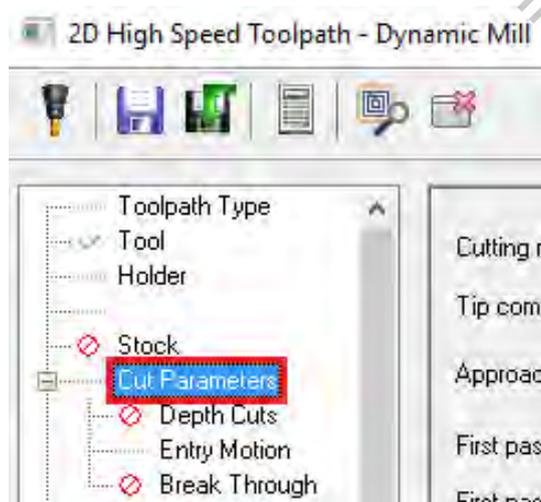


В разделе *Compute remaining stock from* (Вычислить оставшийся припуск из) установить опцию *One other operation* (Одной др. операции). Расчёт оставшегося припуска будет вестись по предыдущей операции.

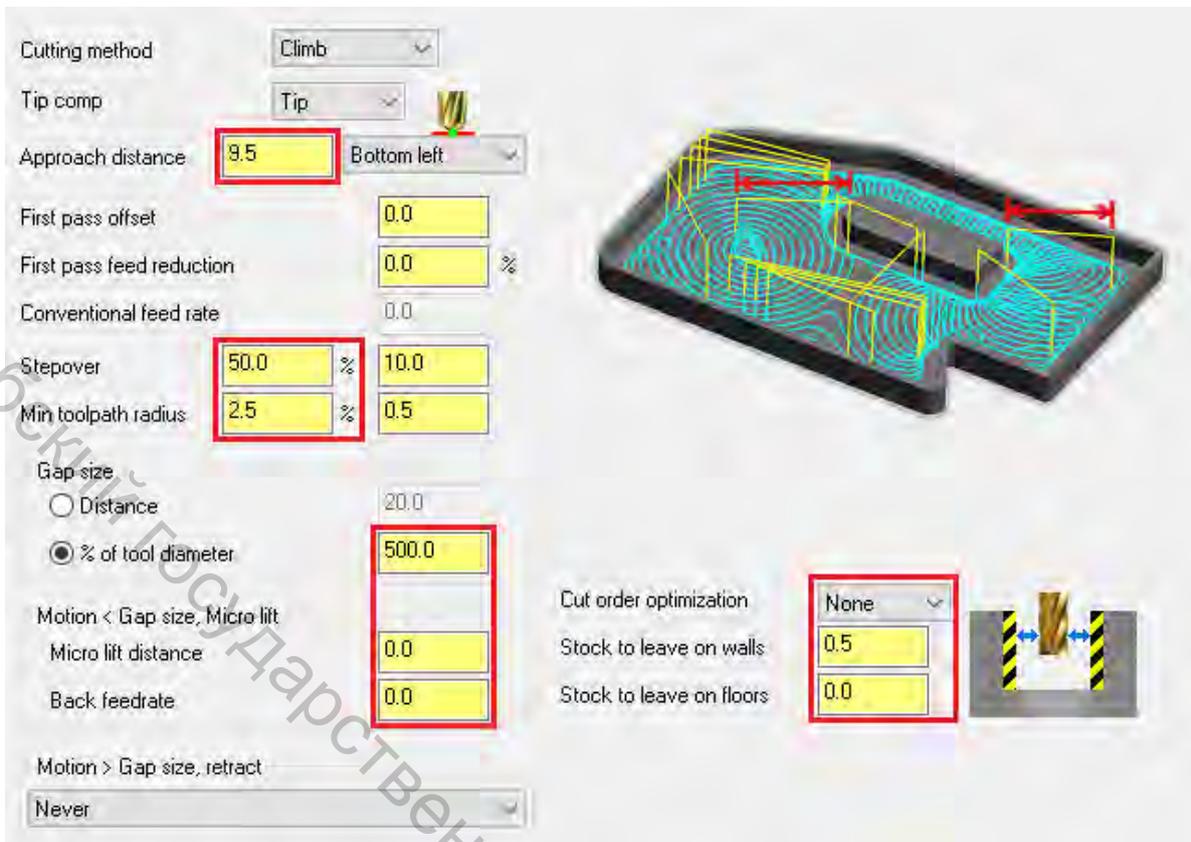
В списке операций выбрать предыдущую траекторию.

В разделе *Adjustments to remaining stock* (Припуск на рассчитанную заготовку) установить *Use as computed* (Как рассчитано). Это опция по умолчанию без дополнительных коррекций заготовки.

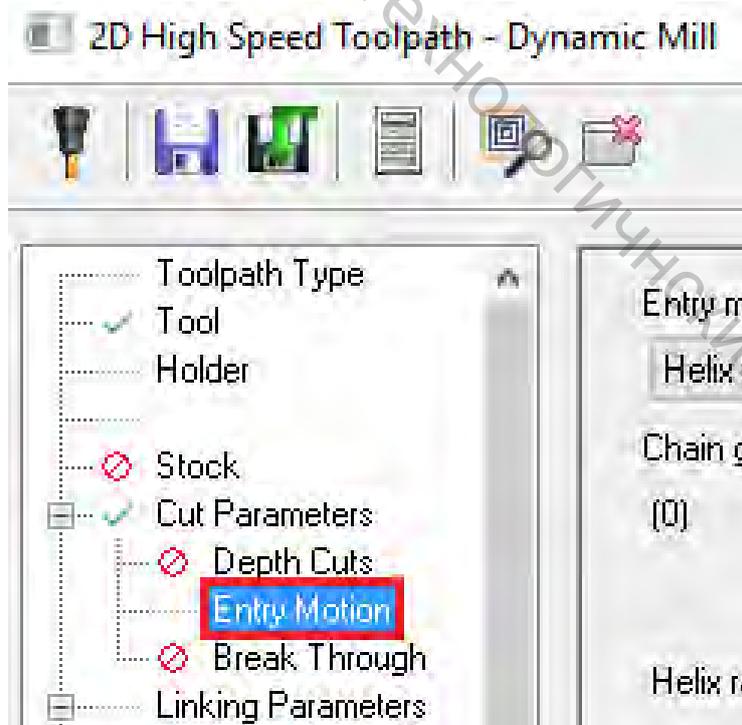
Перейти на страницу *Cut Parameters*.



Установить параметры, идентичные предыдущей операции, и проверить, что они соответствуют параметрам, показанным ниже:



Перейти на страницу *Entry Motion*.



Установить параметры, идентичные предыдущей операции, и проверить, что они соответствуют параметрам, показанным ниже:

Entry method
Helix only

Chain geometry
(0)

Helix radius 0.0

Trochoidal loop radius 0.0

Additional slot width 0.0

Center on point

Z clearance 0.0

Plunge angle 0.0

Entry pitch 0.0

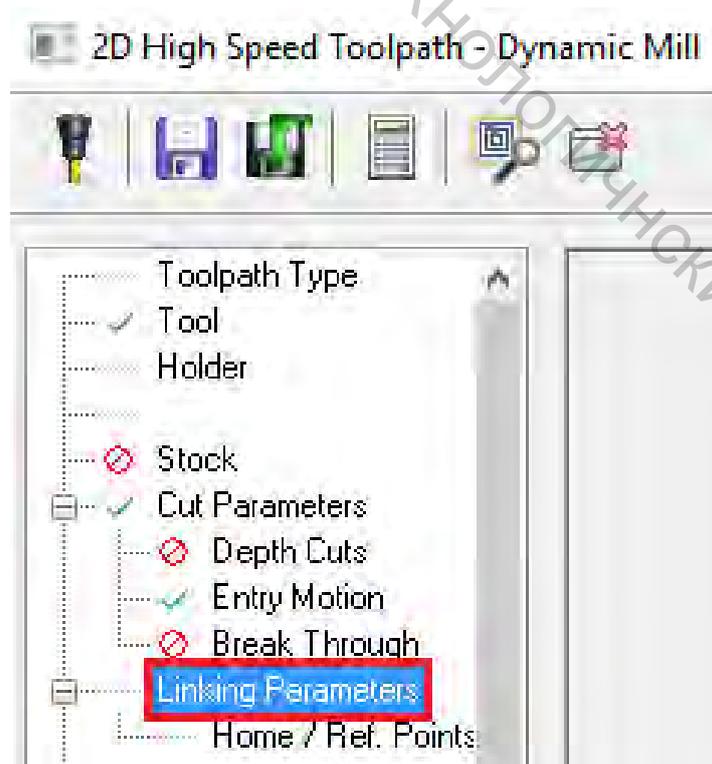
Entry feeds / speeds

Ramp feed rate 1200.0

Ramp spindle speed 3500

Dwell before cut spindle speed 0.0

Перейти на страницу *Linking Parameters*.



Установить следующие параметры:

Feed plane...	2.5	<input type="radio"/> Absolute <input checked="" type="radio"/> Incremental <input type="radio"/> Associative (0)
Top of stock...	0.0	<input checked="" type="radio"/> Absolute <input type="radio"/> Incremental <input type="radio"/> Associative (0)
Depth...	-20.32	<input checked="" type="radio"/> Absolute <input type="radio"/> Incremental <input type="radio"/> Associative (0)

Feed plane (Пл. Подачи) – 2.5. Параметр устанавливает высоту включения рабочей подачи.

Убедиться, что включена опция *Incremental* (Относительно).

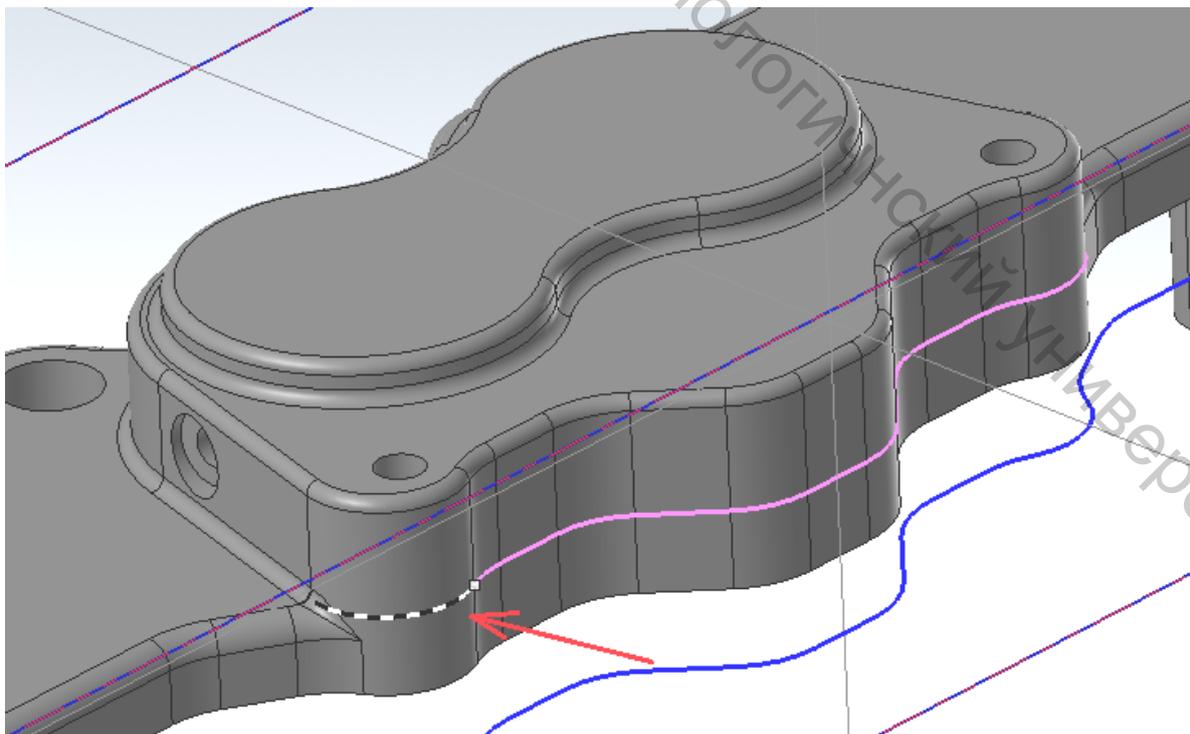
Top of Stock (Верх заготовки) – 0.0.

Убедиться, что опции параметров *Top of stock* и *Depth* установлены на *Absolute* (Абсолютно).

Нажать кнопку *Depth*.

Depth...	0.0	<input checked="" type="radio"/> Absolute <input type="radio"/> Incremental <input type="radio"/> Associative
----------	-----	---

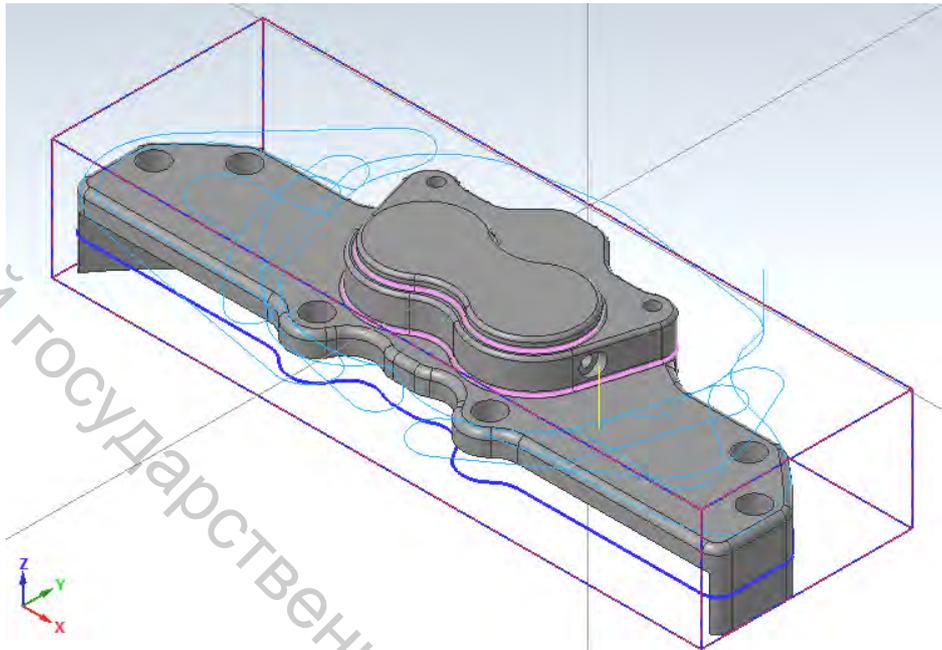
В графическом окне указать точку на выбранной ранее цепочке:



После выбора система автоматически вернётся на страницу *Linking Parameters*. *Depth* должна быть – 10.16.

Нажать «ОК» и сгенерировать траекторию.

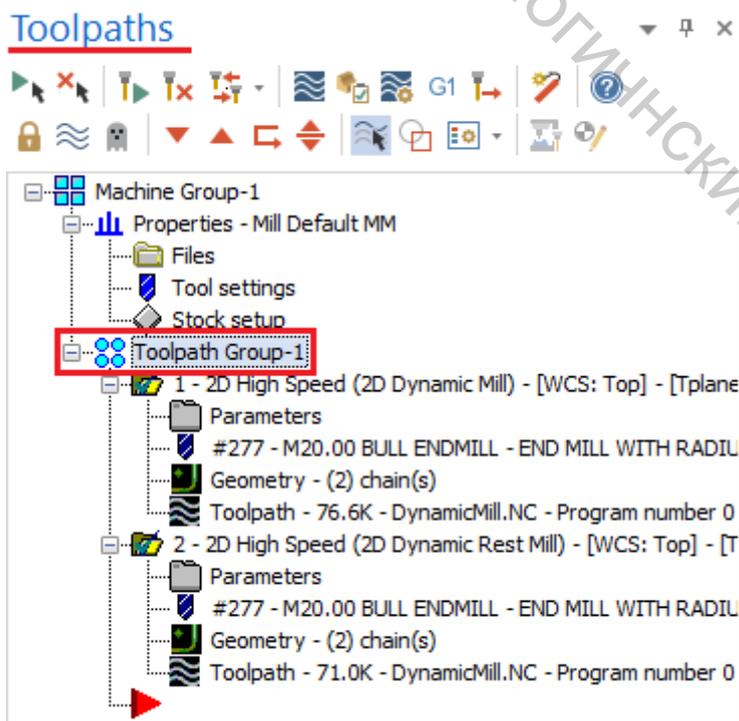
Появится траектория, показанная на картинке внизу:



1.5 Верификация траекторий

Для проверки траекторий:

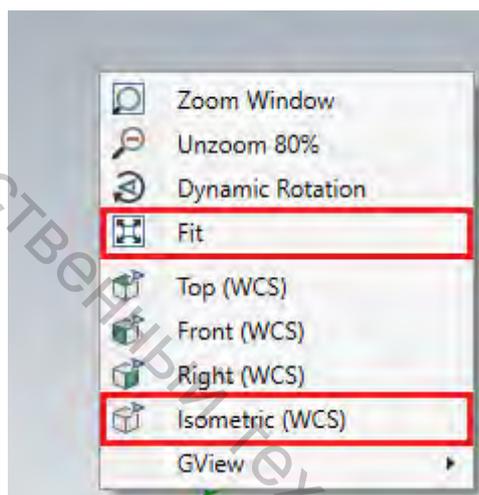
Кликнуть на *Toolpath Group1* в менеджере *Toolpath*. Обе траектории будут отмечены зелёными галочками выбора.



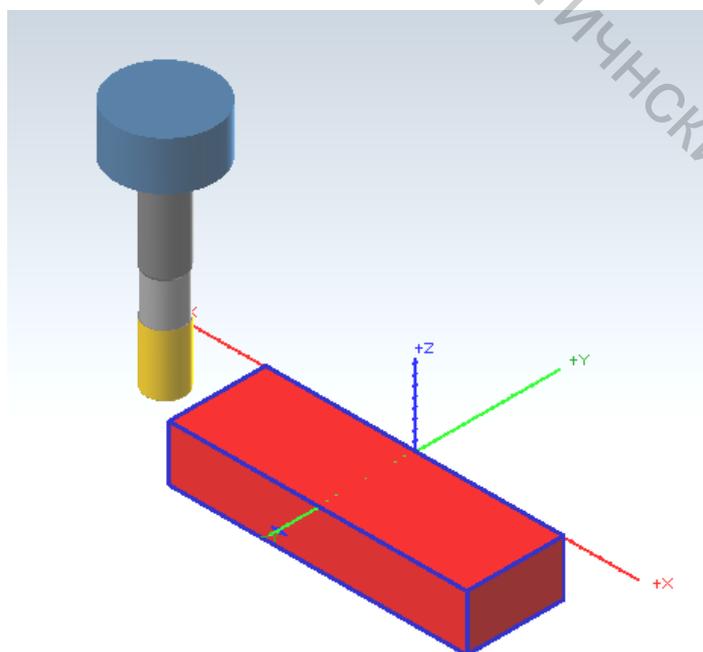
Нажмите на кнопку *Verify selected operations* (Верификация выбранных операций). Откроется окно *Mastercam Simulator*.

Mastercam Симулятор позволяет проверить траектории с помощью твердотельных моделей, имитируя обработку деталей из выбранных заготовок. В результате вы получите изображение детали после всех выбранных операций с одновременной проверкой всех перемещений на столкновения инструмента с заготовкой, если таковые столкновения будут обнаружены. С помощью Mastercam Симулятор можно идентифицировать ошибки и устранить их в процессе дальнейшей отладки траекторий и в результате получить правильную программу до её передачи в стойку управления станка с ЧПУ.

Далее кликнуть правой кнопкой в графическом окне и выбрать из меню *Fit* (Экран) и *Isometric* (Изометрия).



Mastercam Симулятор отобразит заготовку, показанную на картинке ниже:



Move List (Список перемещений) содержит необходимую информацию о траекториях обработки.

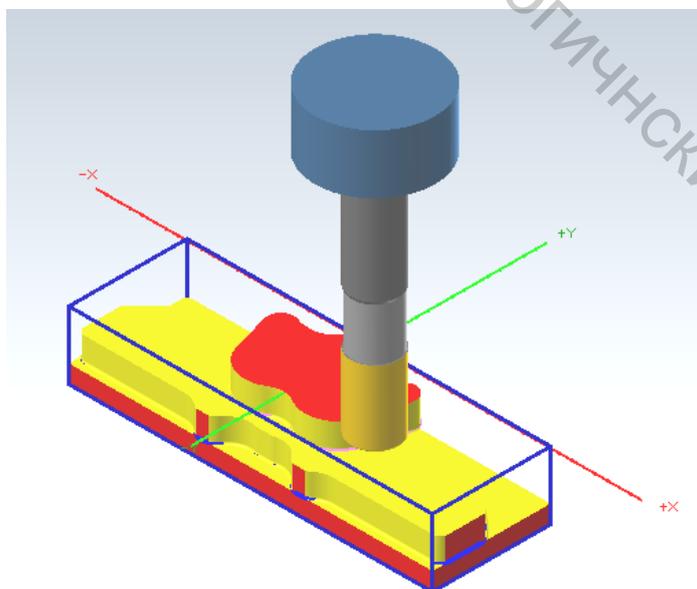
Toolpath Info	
Feed Length	2542.204
Feed Time	56.05s
Min/Max X	-96.735 / 96.625
Min/Max Y	-66.667 / 19.181
Min/Max Z	-20.320 / 3.660
Rapid Length	110.325
Rapid Time	0.53s
Total Length	2652.529
Total Time	56.58s

Среди прочего показано общее время, за которое будет обработана данная деталь при использовании созданных траекторий с указанными в них режимами резания.

Нажать кнопку *Play* (Запуск) для просмотра траектории перемещений инструмента в выбранных операциях обработки.



Деталь после верификации:



С помощью траектории *Динамическое фрезерование* есть возможность быстро удалить основной материал и подготовить деталь для последующих чистовых операций.

1.6 Постпроцессирование

Постпроцессирование — это операция, в ходе которой созданные в MasterCAM траектории инструмента преобразовываются в код управляющей программы, читаемый СЧПУ станка. За данную операцию отвечает специальный файл постпроцессора, в котором описаны алгоритмы расчёта, синтаксис УП и т. д.

Чтобы выполнить постпроцессирование операций:

Нажать кнопку *Post selected operation* (Постпроцессирование выбранных операций).



Если выбраны не все операции в проекте, MasterCAM выведет на экран соответствующее предупреждение и предложит осуществить постпроцессирование всех операций.

Появится диалог *Постпроцессирование*. Опции в данном диалоге позволяют настроить параметры файла, в котором будет записана управляющая программа.

Нажать «ОК», после чего появится диалог *Сохранить как*. В результате будет сгенерирован файл УП.

```
1  §
2  O0000 (DYNAMICMILL)
3  (DATE=DD-MM-YY - 16-06-20 TIME=HH:MM - 07:14)
4  (MCM FILE - D:\UNIVERSITY\ DYNAMICMILL.MCAM)
5  (NC FILE - D:\UNIVERSITY\ DYNAMICMILL.NC)
6  (MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)
7  ( T277 | END MILL WITH RADIUS - 20 / R1.0 | H277 | XY STOCK TO LEAVE - .5 | Z STOCK TO LEAVE - 0. )
8  N100 G21
9  N110 G0 G17 G40 G49 G80 G90
10 N120 T277 M6
11 N130 G0 G90 G54 X-89.493 Y-38.102 A0. S5347 M3
12 N140 G43 H277 Z3.66
13 N150 G1 Z-20.32 F1000.
14 N160 X-88.079 Y-34.701 F2844.6
15 N170 X-87.045 Y-32.213
```

1.7 Траектория *Face* (Торцевание)

Траектория *Торцевание* позволяет удалить материал с верхней плоскости детали и создать ровную поверхность для последующих операций.

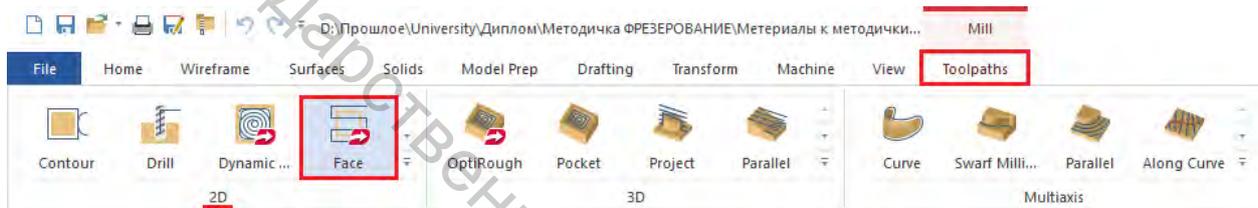
Для создания траекторий необходимо:

В ранее использованном файле в менеджере траекторий нажать *Toggle display on selected operations* (Переключение блокировки отображения выбранных операций).

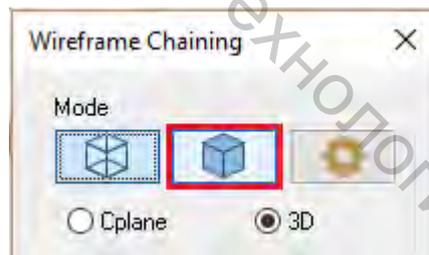
Впоследствии будет отключено отображение на экране двух предыдущих траекторий.



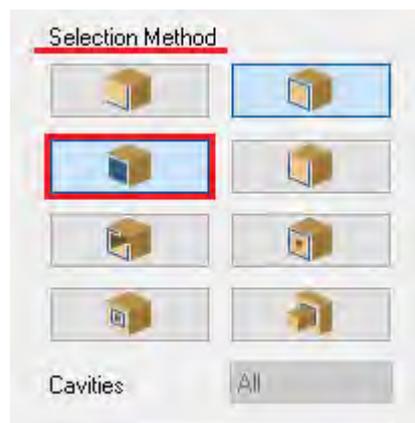
Выбрать траекторию *Face* (Торец) из группы 2D контекстной вкладки Mill. Появится диалоговое окно *Chaining*.



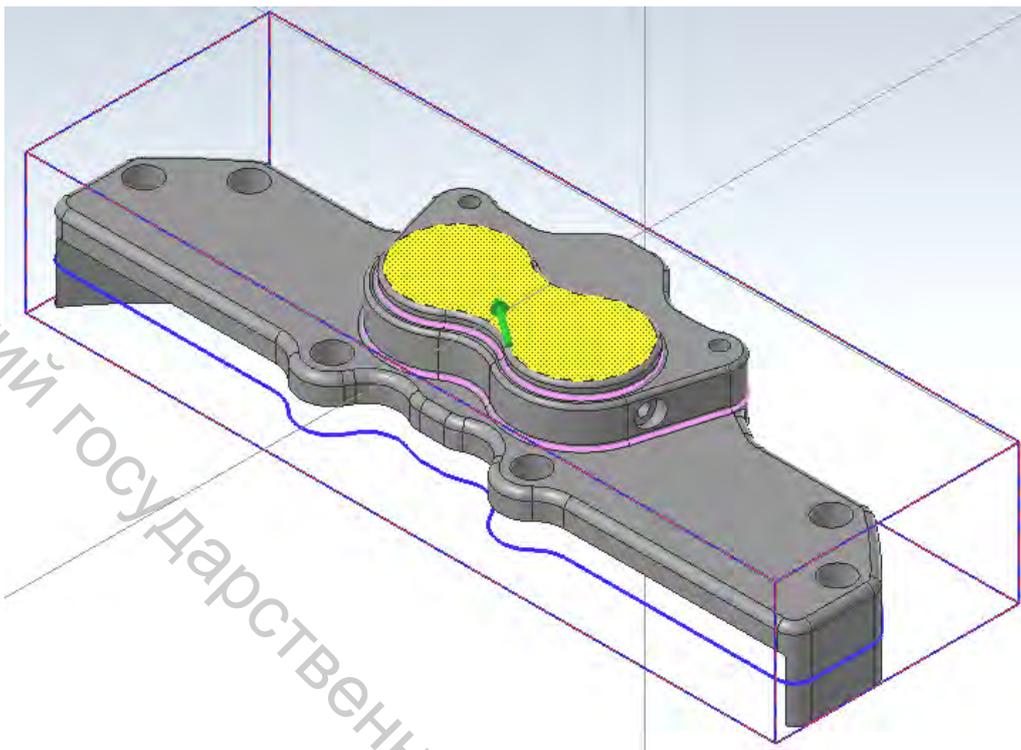
Нажать на кнопку *Solids* (Тела), чтобы активизировать *твёрдый* выбор.



Активировать маску выбора *Face* (Грань). Эта маска позволит выбрать грань твёрдого тела.

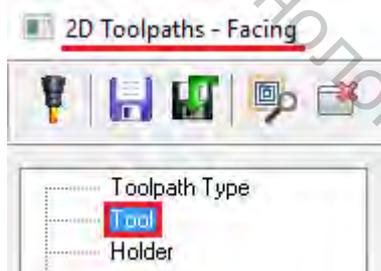


Кликнуть на верхнюю грань твёрдого тела. Грань подсветится цветом выбора (По умолчанию — жёлтым).

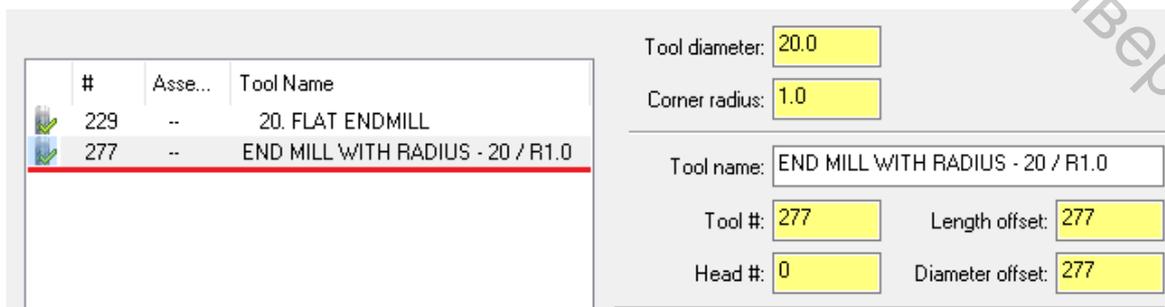


Нажать «ОК» в окне выбора цепочки. Появится диалоговое окно *Траектории*.

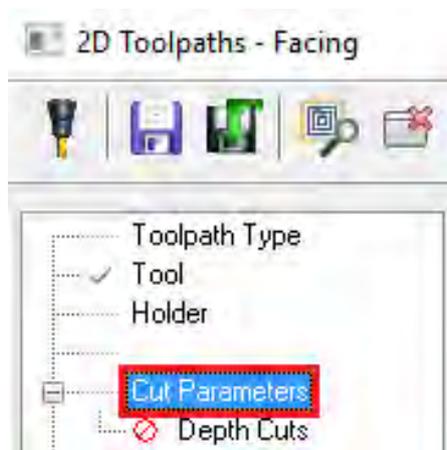
Перейти на страницу *Tool*.



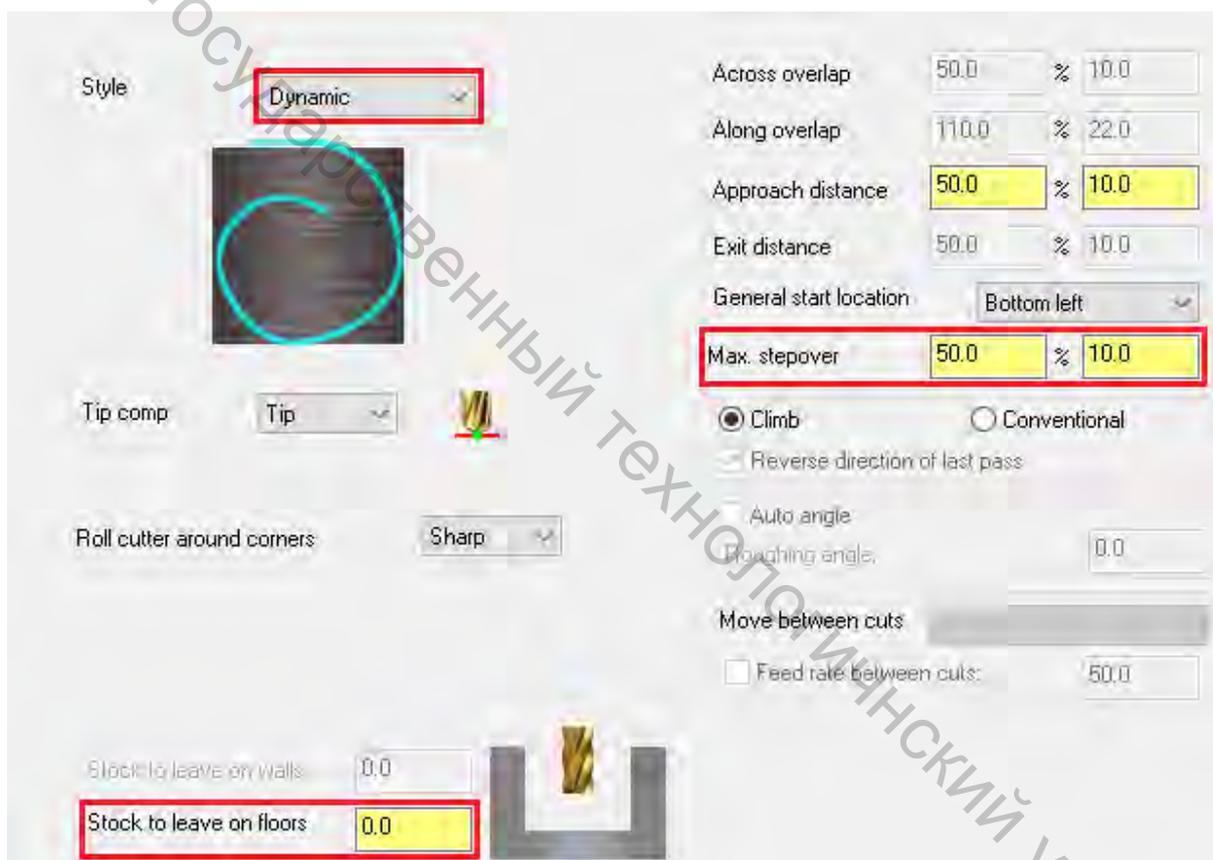
Выбрать инструмент *END MILL WITH RADIUS - 20 / R 1.0*, который уже использовался в ходе предыдущего урока.



Перейти на страницу *Cut Parameters*.



Установить следующие параметры.

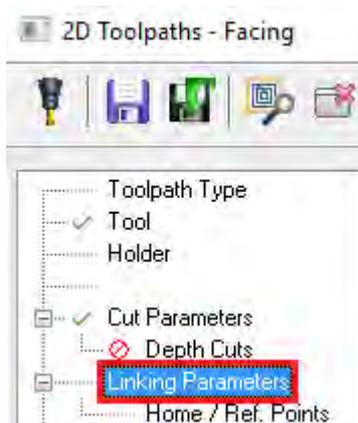


Установить *Style* на *Dynamic*. Данная стратегия создаёт плавные контролируемые перемещения, которые направлены снаружи внутрь. При этом поддерживается постоянная нагрузка на инструмент с минимальным количеством холостых движений.

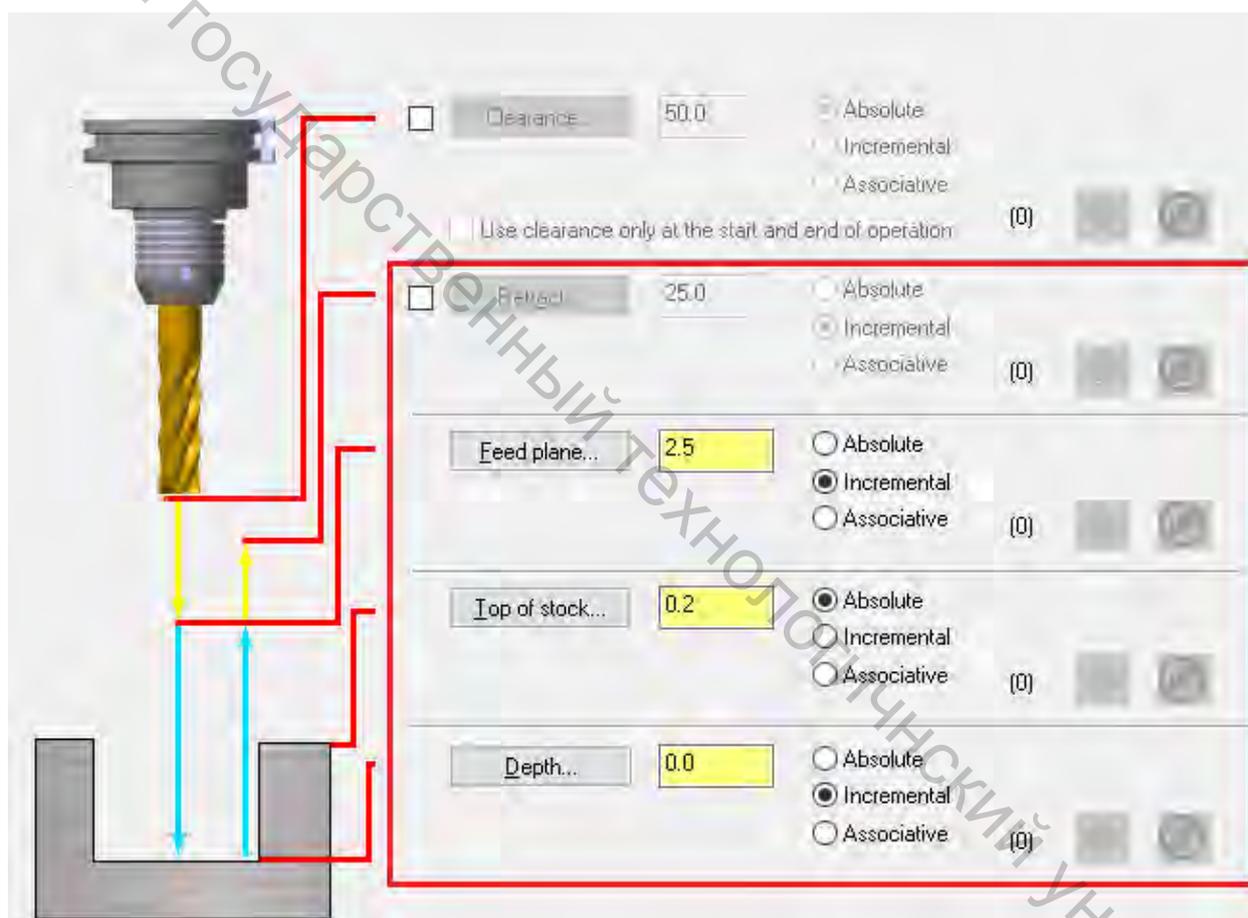
Установить *Stock to leave on floors* (Припуск на дне) в 0.0.

Установите *Max. Stepover* (Максимальный шаг) на 50.0 % от диаметра инструмента. Данная величина устанавливает расстояние между соседними проходами. В данном случае это 10 мм.

Перейти на страницу *Linking Parameters*.



Установить следующие параметры.



Отменить выбор *Retract* (Отвод). Параметр задает безопасную высоту, на которой инструмент перемещается до начала следующего прохода инструмента.

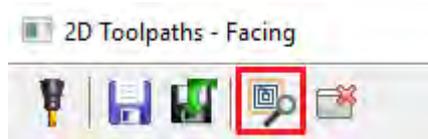
Установить *Feed plane* (Пл. отвода) на 2.5. Параметр устанавливает высоту включения рабочей подачи.

Установить *Top of stock* (Верх заготовки) на 0.2. Параметр задает высоту по Z от нулевой точки траектории, ниже которой находится материал.

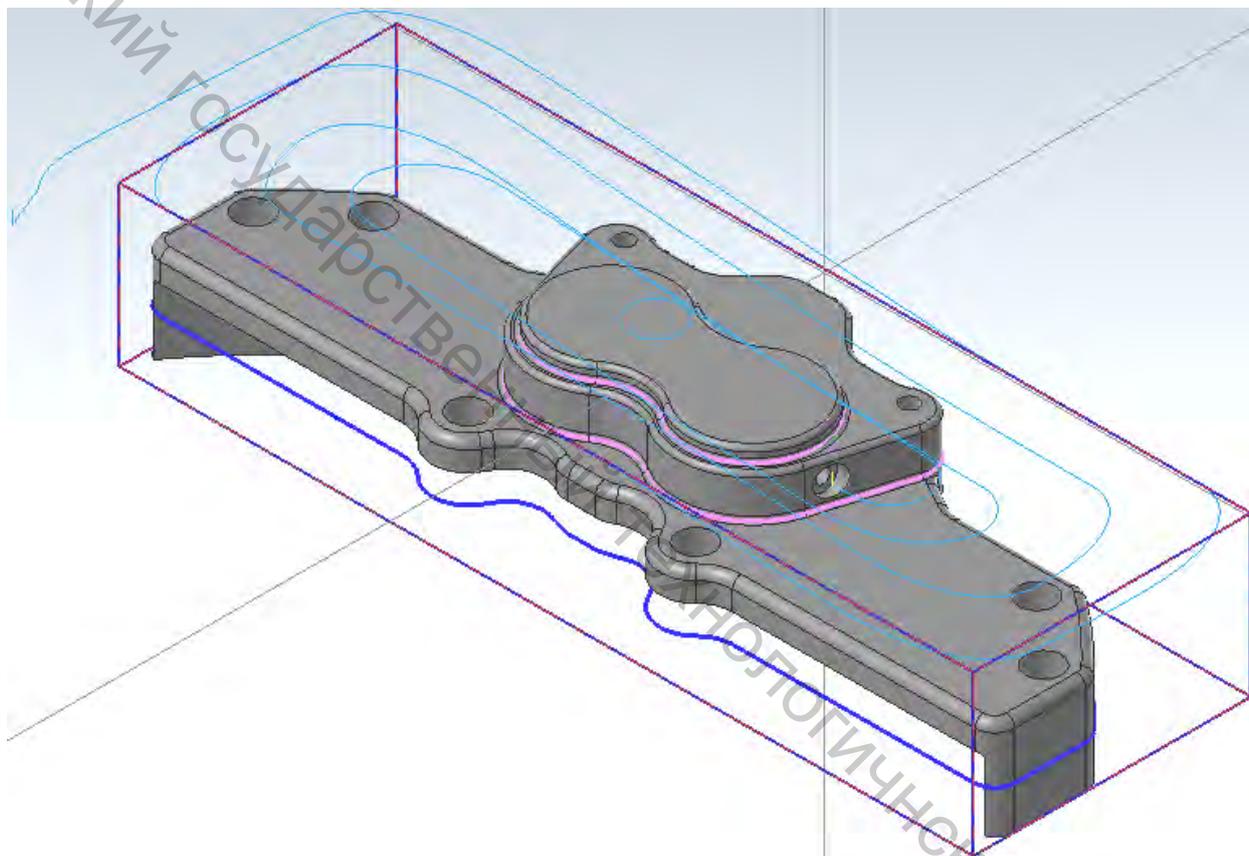
Перед тем как нажать кнопку «ОК», есть возможность просмотреть траекторию. Предварительный просмотр траектории инструмента позволяет

при необходимости внести изменения в её параметры перед окончательным расчётом.

Для этого нажать *Preview Toolpath* (Предпросмотр траектории).



Возможно, будет необходимо сдвинуть диалоговое окно в сторону, чтобы увидеть на экране предварительную траекторию.



Траектории созданы. При необходимости можно произвести верификацию траекторий, как описано выше.

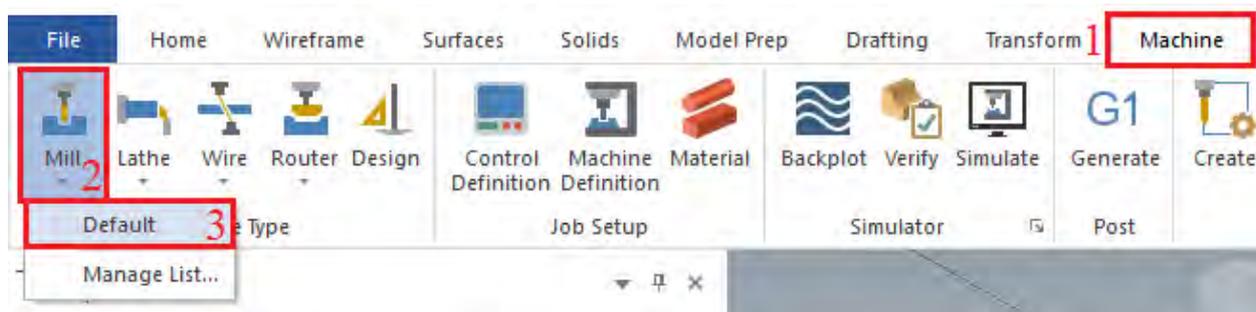
1.8 Траектория *Dynamic Contour* (Динамическая контурная)

Траектория предназначена для удаления материала со стенок детали и поддерживает закрытые или открытые цепочки. По сравнению со стандартной траекторией контурная является гораздо более эффективной при фрезеровании всей длиной режущей части инструмента.

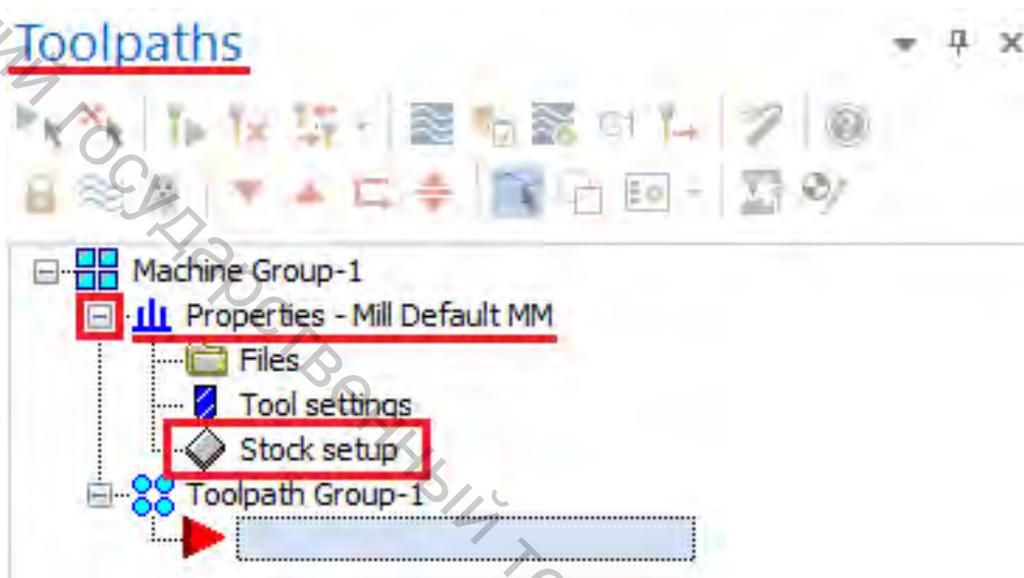
Для создания *Динамических контурных* траекторий необходимо:

Открыть файл модели «DynamicContour.mcam».

На вкладке *Machine* выбрать *Mill* → *Default*.



В менеджере *Toolpath* выбрать *Stock setup*.



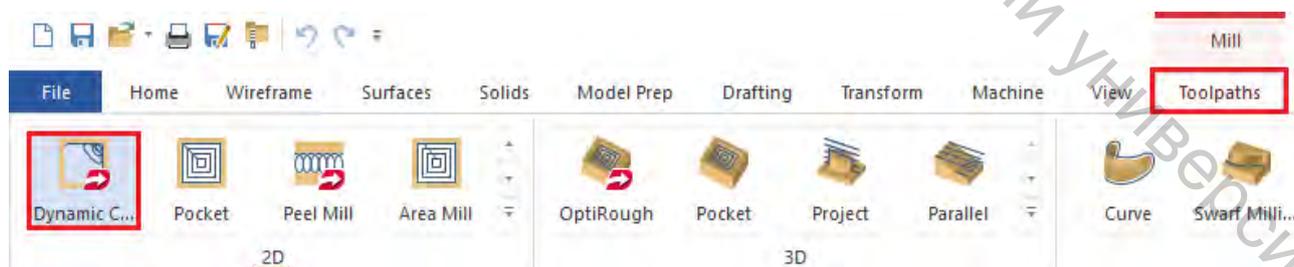
Выбрать *Bounding box* на странице *Stock setup*.

Далее кликнуть на деталь (она должна окраситься по умолчанию в желтый) и нажать **<Enter>** или «End selection».

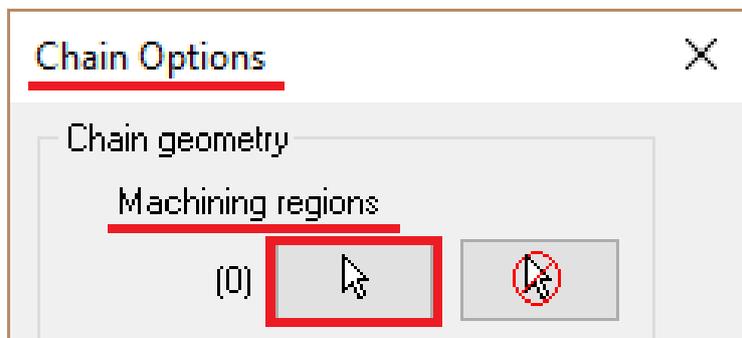
Установить значение «Z» на «13,7». Таким образом будет добавлен припуск по высоте по 0,5 мм на каждую сторону.

Нажать «ОК» и подтвердить создание заготовки.

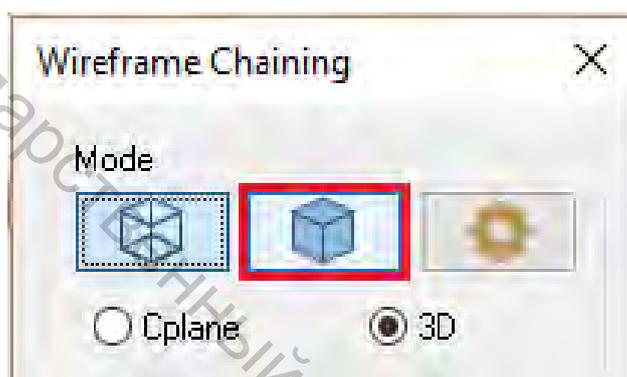
Выбрать траекторию *Dynamic Contour* в контекстном меню *Mill*.



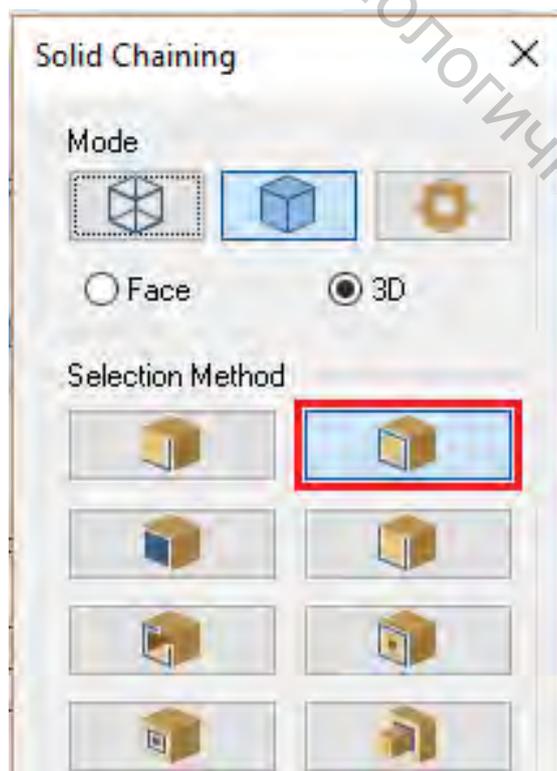
Нажать на кнопку *Select* в разделе *Machining regions*. Появится диалоговое окно *Chaining*.



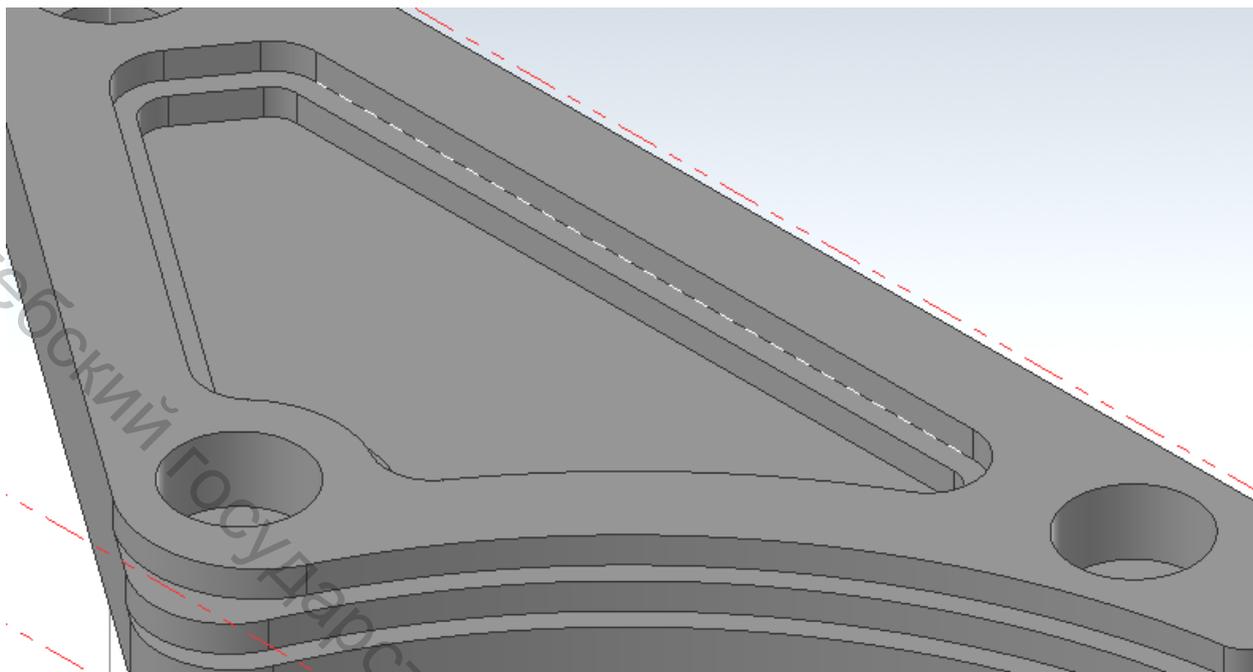
Выбрать *Solids*, чтобы активизировать выбор твёрдотельной геометрии. В этом режиме есть возможность выбрать цепочки по границам твёрдотельных граней.



Кликнуть по кнопке *Loop* (Петля). Эта опция позволит выбрать замкнутую цепочку по границам выбранной грани твёрдого тела.

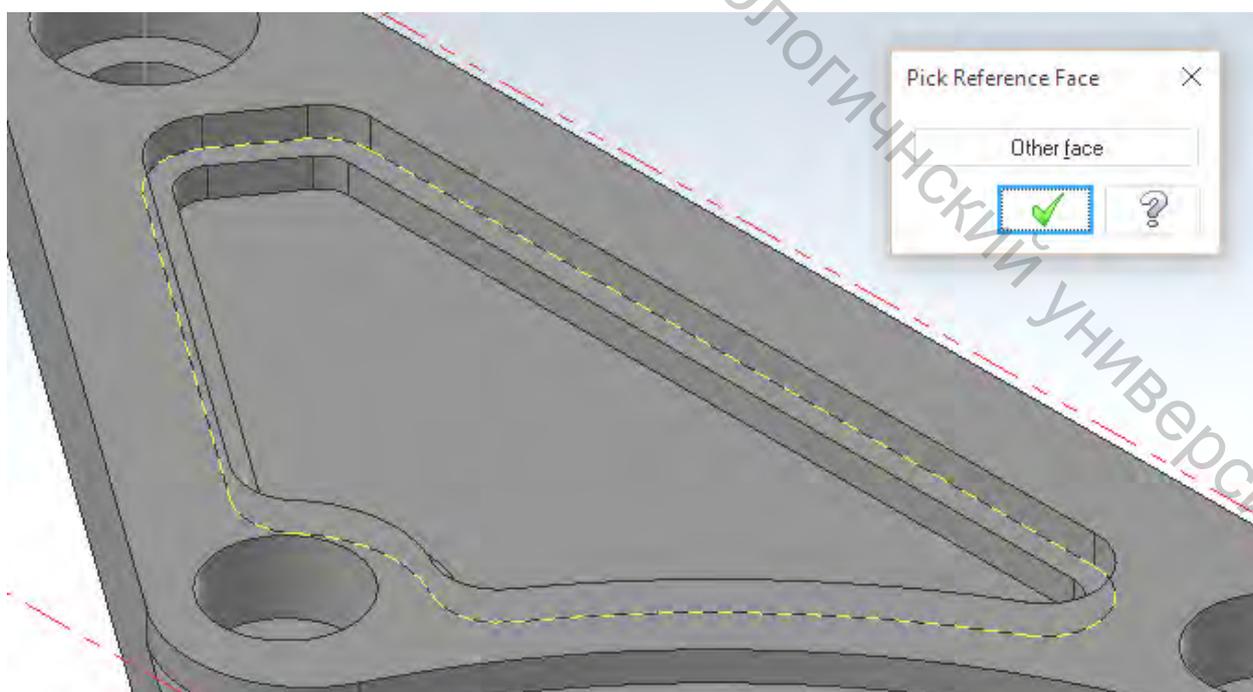


Кликнуть на кромку, показанную ниже:

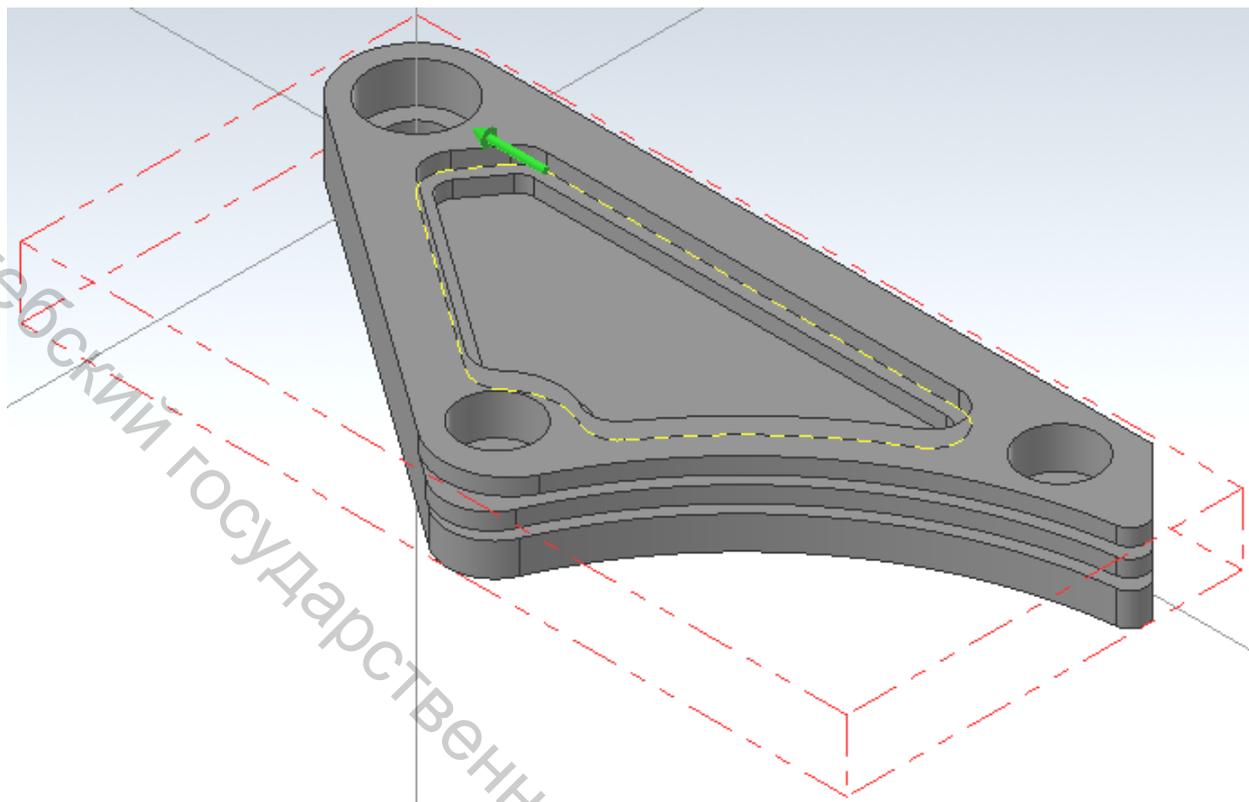


Появится диалоговое окно *Pick Reference face* (Укажите относительную грань). Это диалоговое окно позволит переключать выбор между соседними гранями, пока не будет найден нужный контур.

Убедиться, что выбран контур, показанный ниже (при необходимости кликнуть *Other face* (другая грань)):



Нажать «ОК». На экране должна отобразиться цепочка, показанная ниже:



При необходимости реверсировать цепочку кнопкой *Reverse* в меню *Solid Chaining*.

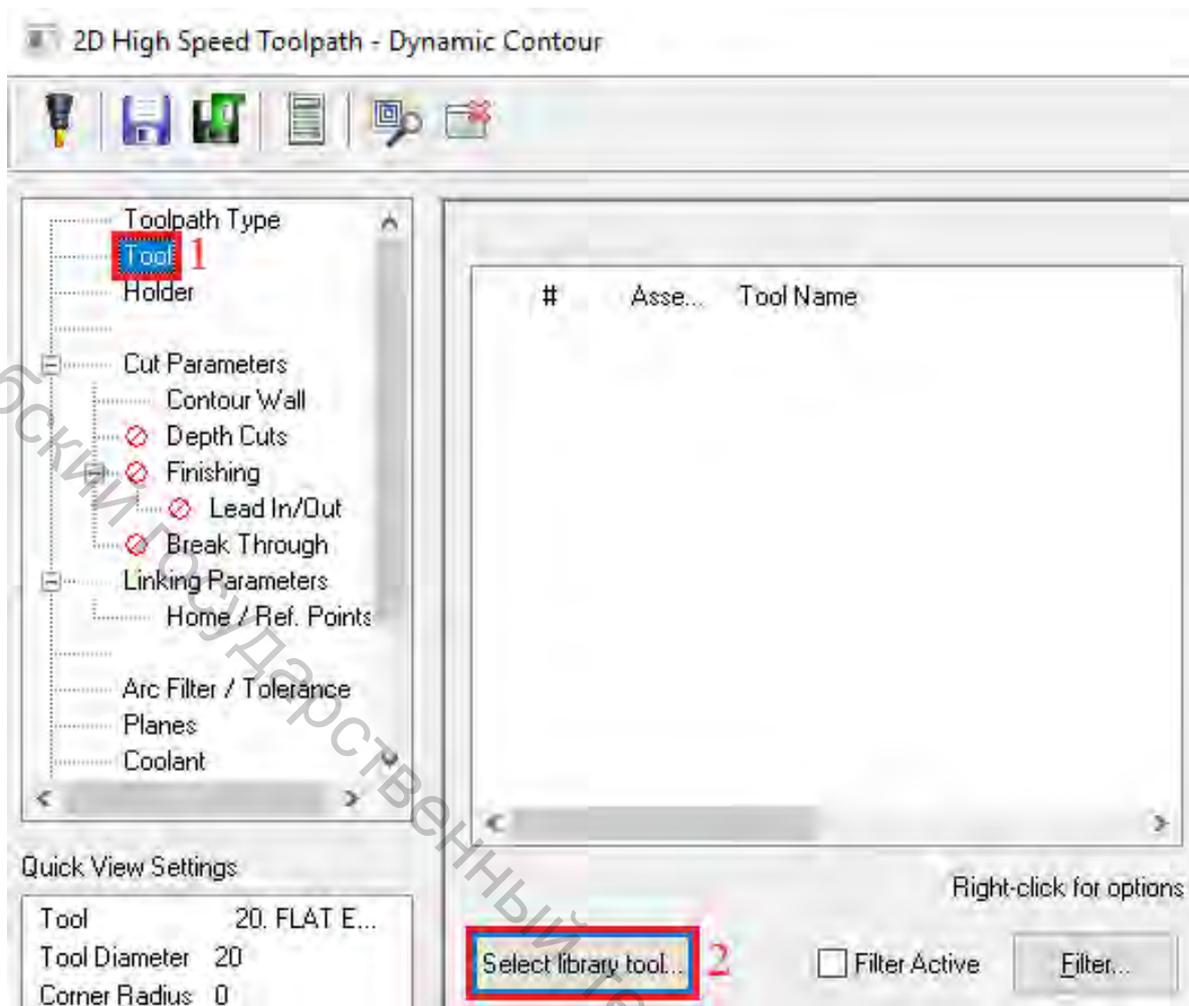


Нажать «ОК» для подтверждения выбора цепочки.

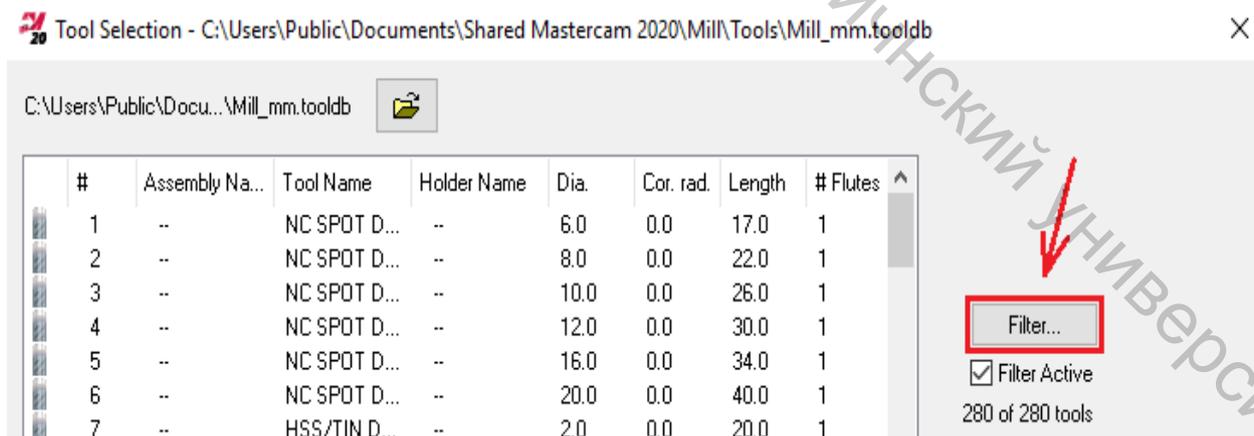
Нажать «ОК» в окне *Chain Options*.

Появится окно *2D High Speed Toolpath - Dynamic Contour* (2D BCO траектории – Динамическая контурная).

Перейти на страницу *Tool*, после чего нажать на кнопку *Select library tool* для вызова диалогового окна *Tool Selection*.



В появившемся окне нажать кнопку *Filter*.



Нажать на кнопку *None*. Активизировать фильтр *Endmill1 Flat*. После подтверждения будет показан список, в котором будут только концевые фрезы.

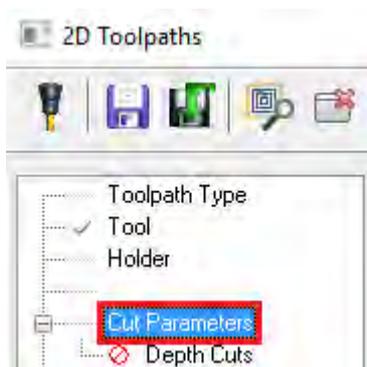
Tool List Filter



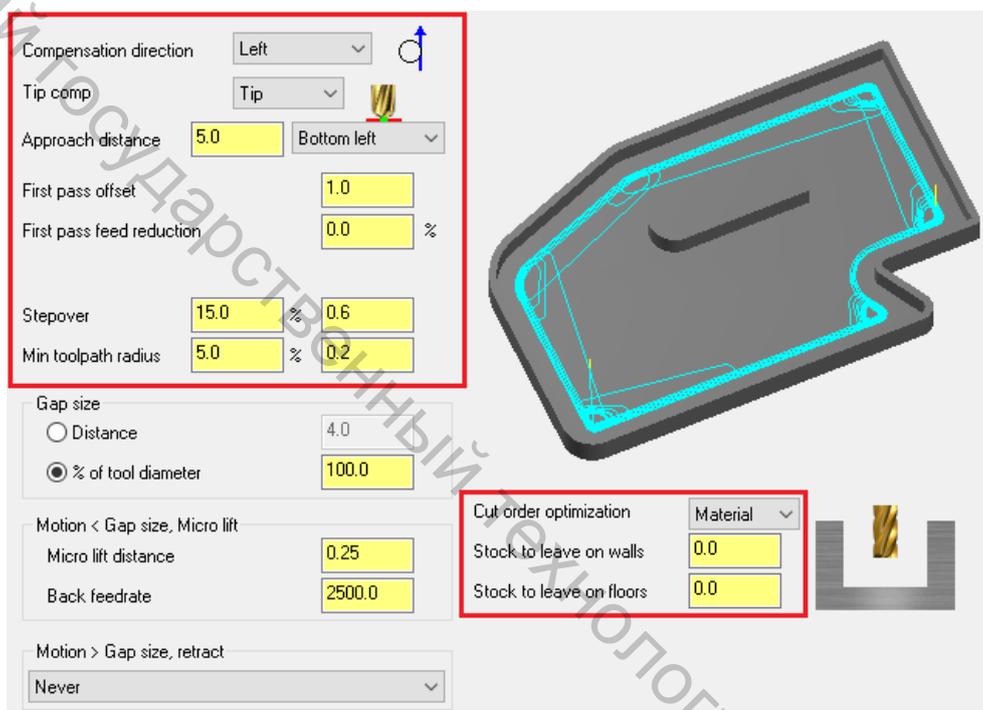
Нажать «OK», после чего выбрать из списка инструмент *FLAT END MILL - 4*.

#	A...	Tool Name	Holder Name	Dia.	Cor. rad.	Length	# Flutes	Type
213	...	FLAT END MILL - 3	--	3.0	0.0	5.0	4	Flat
214	...	FLAT END MILL - 4	--	4.0	0.0	7.0	4	Flat
215	...	FLAT END MILL - 5	--	5.0	0.0	8.0	4	Flat
216	...	FLAT END MILL - 6	--	6.0	0.0	10.0	4	Flat
217	...	FLAT END MILL - 8	--	8.0	0.0	13.0	4	Flat
218	...	FLAT END MILL - 10	--	10.0	0.0	16.0	4	Flat
219	...	FLAT END MILL - 12	--	12.0	0.0	19.0	4	Flat
220	...	FLAT END MILL - 14	--	14.0	0.0	22.0	4	Flat
221	...	FLAT END MILL - 16	--	16.0	0.0	26.0	4	Flat
222	...	FLAT END MILL - 18	--	18.0	0.0	29.0	4	Flat

Нажать «OK» для подтверждения выбора.
Перейти на страницу *Cut Parameters*.



Установить значения следующих параметров:



– *Compensation direction* (Направление) на *Left* (Слева). Здесь задается направление смещения инструмента относительно заданного контура.

– *Approach distance* (Подвод) на 5.0. Это значение добавляет заданное абсолютное расстояние до начала первого прохода.

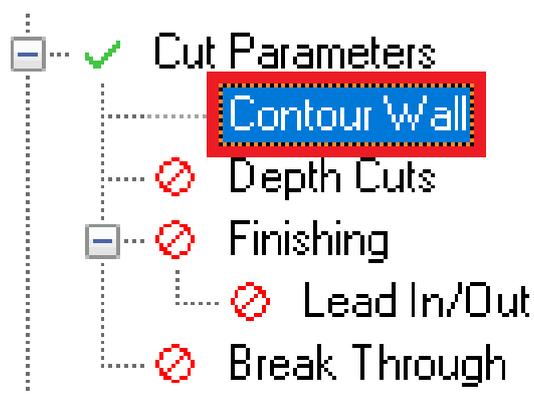
– *First pass offset* (Смещение первого прохода) на 1.0. Значение смещает область обработки, чтобы обезопасить инструмент от чрезмерной нагрузки во время первого прохода.

– *Stepover* (Шаг) на 15.0%. Значение задаёт дистанцию между соседними проходами в плане XY.

– *Min toolpath radius* (Минимальный радиус траектории) на 5.0%. Значение задаёт минимальный радиус траектории для данной операции.

– *Stock to leave on walls* (Припуск на стенках) и *Stock to leave on floors* (Припуск на дне) на 0.0. Значения не оставляют припуска на стенках и на дне, т. е. изделие обрабатывается окончательно.

Перейти на страницу *Contour Wall* (Контур стенки).



Установить значения следующих параметров:

Radius of tool that shaped the stock	8.0
Min toolpath radius that shaped the stock	1.0
Stock thickness	0.025

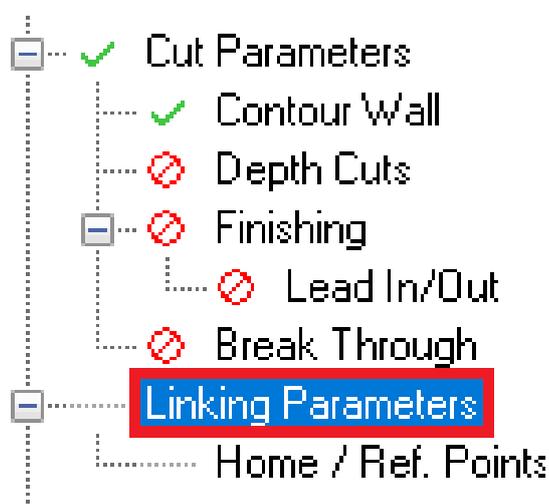
Radius of tool that shaped the stock (Радиус инструмента, образующего заготовку) на 8.0.

– *Min toolpath radius that shaped the stock* (Минимальный радиус траектории обработки) на 1.0.

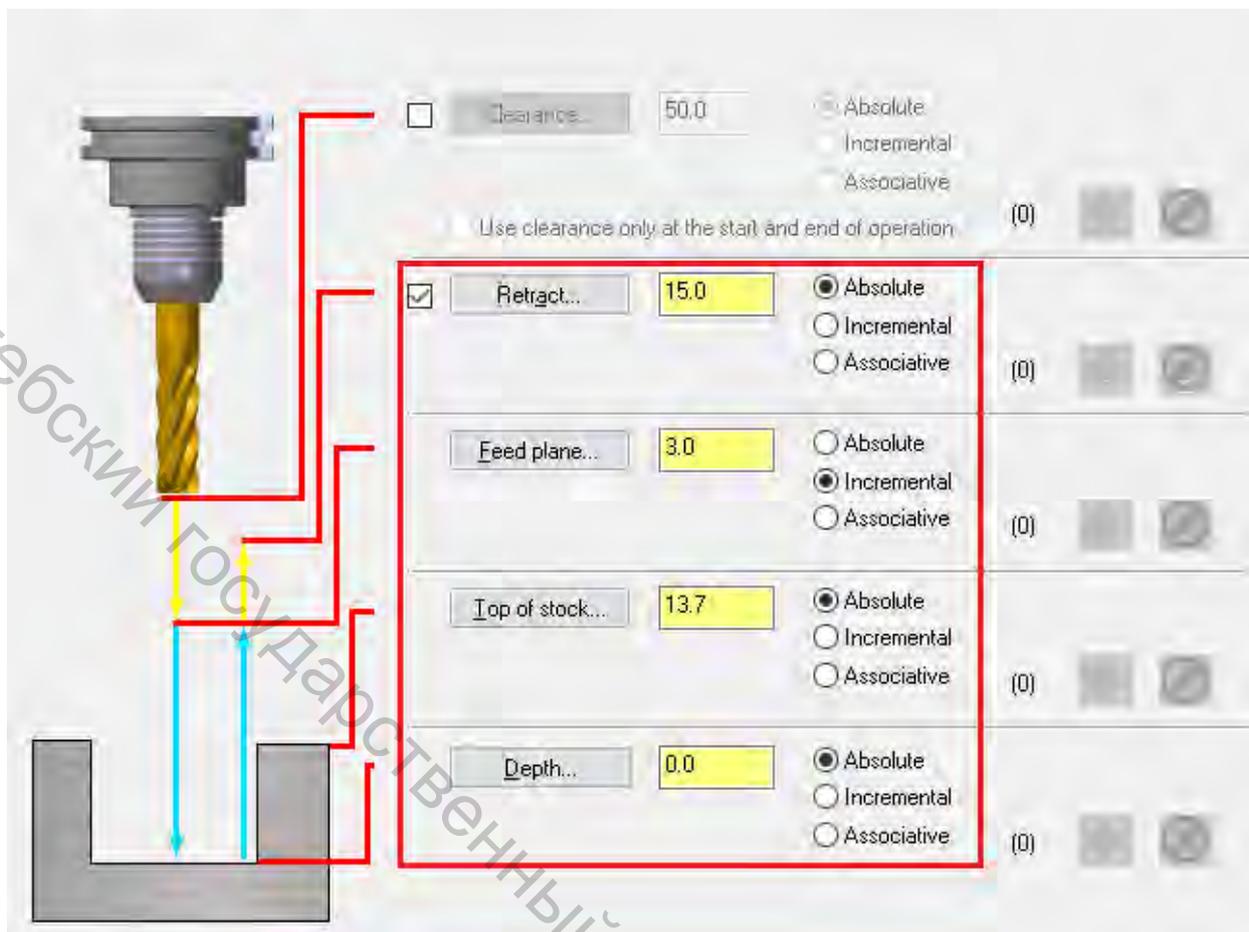
– *Stock thickness* (Толщина заготовки) на 0.025.

Параметры помогают определить форму припуска и количество удаляемого материала. С помощью этих параметров система Mastercam вычисляет количество и форму рабочих проходов инструмента вдоль стенок.

Перейти на страницу *Linking Parameters*.



Установить значения следующих параметров:



Retract (Отвод), *Top of stock* (Верх заготовки) и *Depth* (Глубина) на *Absolute*. Это означает, что величины параметров будут заданы в абсолютных значениях от программного нуля 0,0,0.

– *Retract* на 15.0. Значение устанавливает высоту подъема инструмента между проходами.

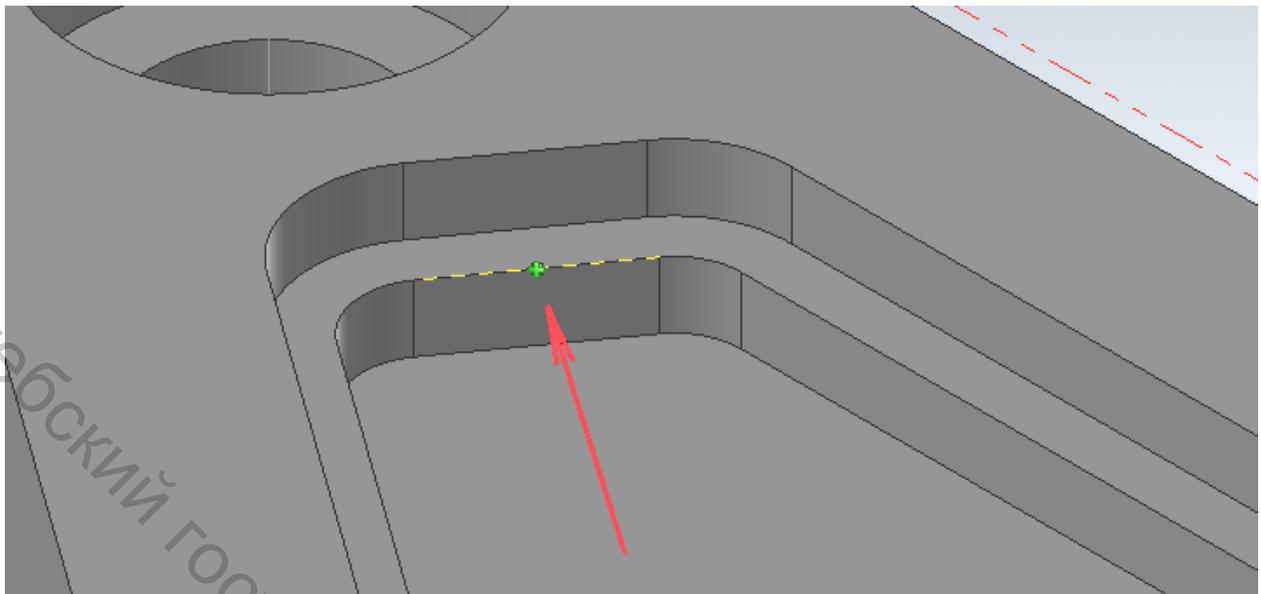
– *Feed plane* (Пл. подачи) на 3.0. Значение устанавливает относительную высоту, на которой происходит включение рабочей подачи.

– *Top of stock* на 13.7. Значение определяет верхнюю плоскость заготовки по оси Z.

Нажмите кнопку *Depth*. Станет доступно графическое окно. Данное значение определяет конечную глубину обработки и самую низкую глубину, на которую опускается инструмент. Будет необходимо указать точку на модели изделия.

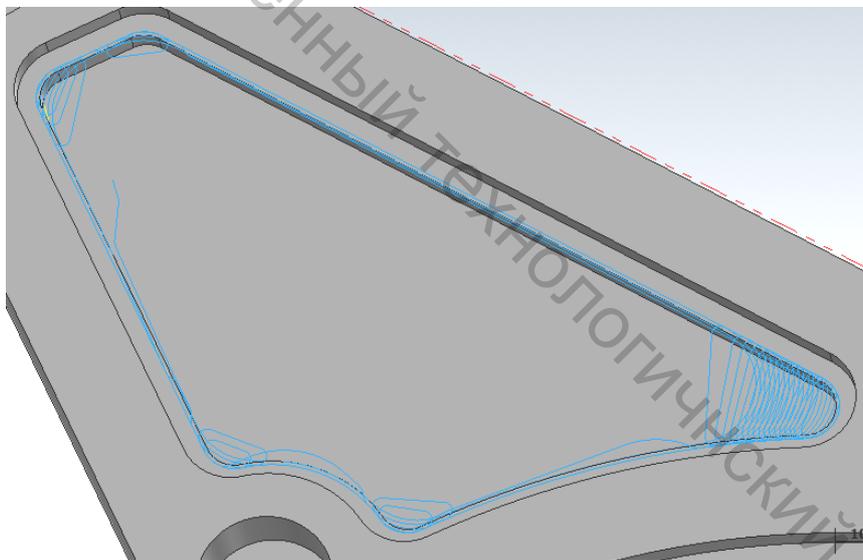


Выбрать точку на грани, как показано ниже:



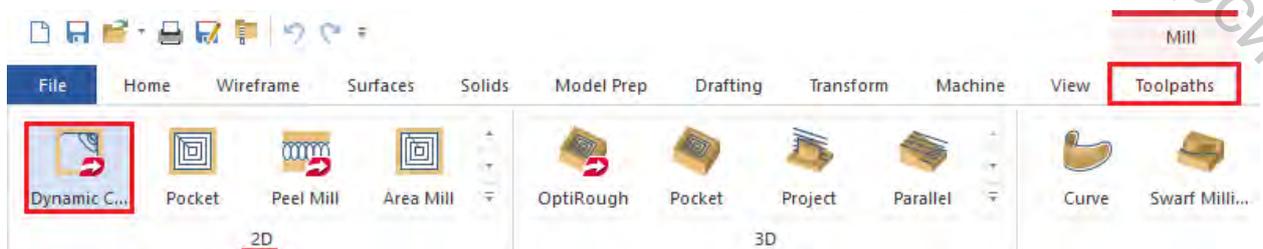
После этого система автоматически вернётся на страницу *Linking Parameters*. Значение *Depth* должно быть 9.525.

Нажать «ОК» и в диалоговом окне *2D High Speed Toolpath - Dynamic Contour* сгенерируется траектория, показанная ниже:

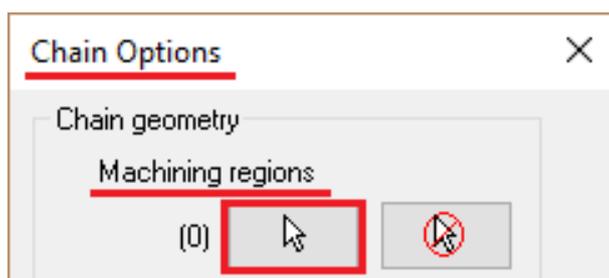


Создание второй траектории:

Выбрать *Dynamic Contour* из группы 2D-траекторий в контекстной вкладке *Mill*.



В открывшемся диалоговом окне *Chain Options* кликнуть на кнопку *Select* опции *Machining regions*.

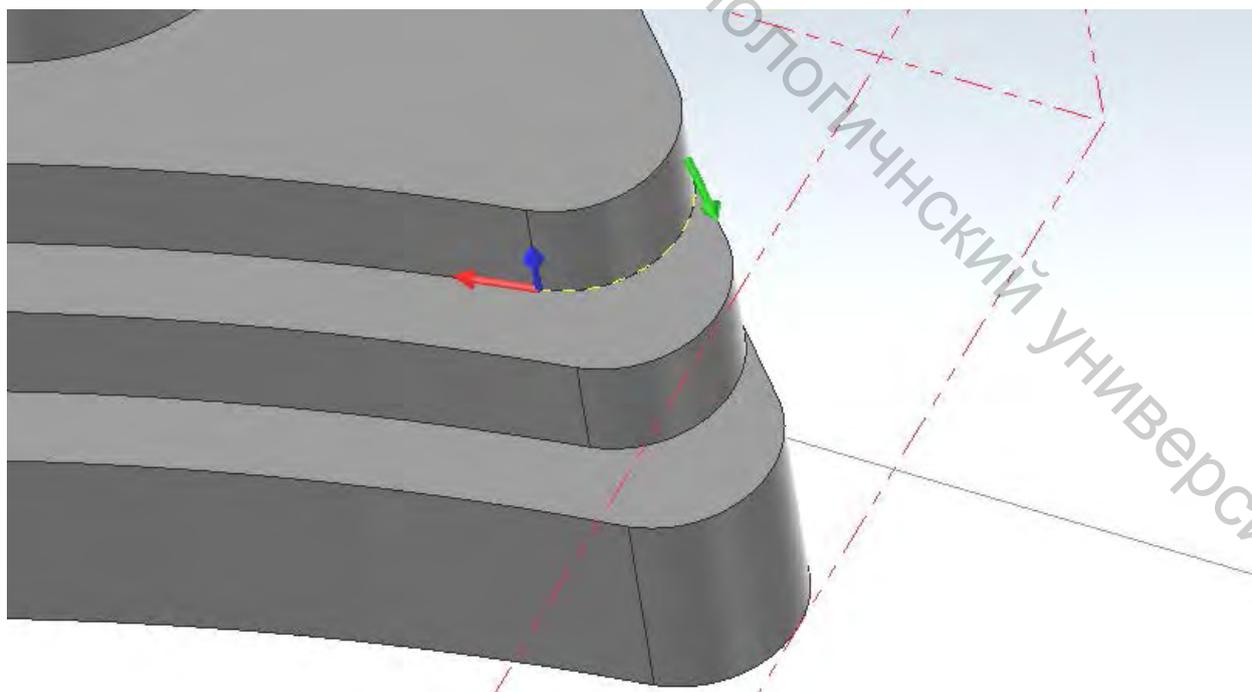


После открытия окна *Solid Chaining* при необходимости активизировать выбор геометрии по твёрдому телу, нажав кнопку *Solids*.

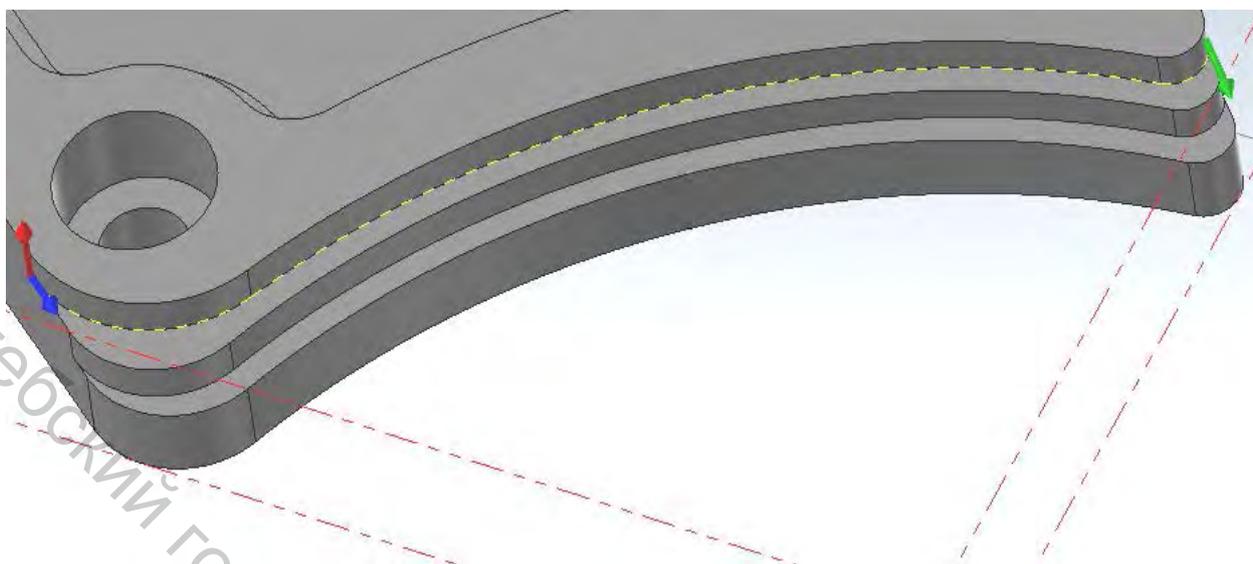


Нажать на кнопки *Edges* (Кромки).

Кликнуть на кромку, показанную ниже. Стрелки должны располагаться так же. При необходимости нажать кнопку *Reverse*, чтобы изменить направление.



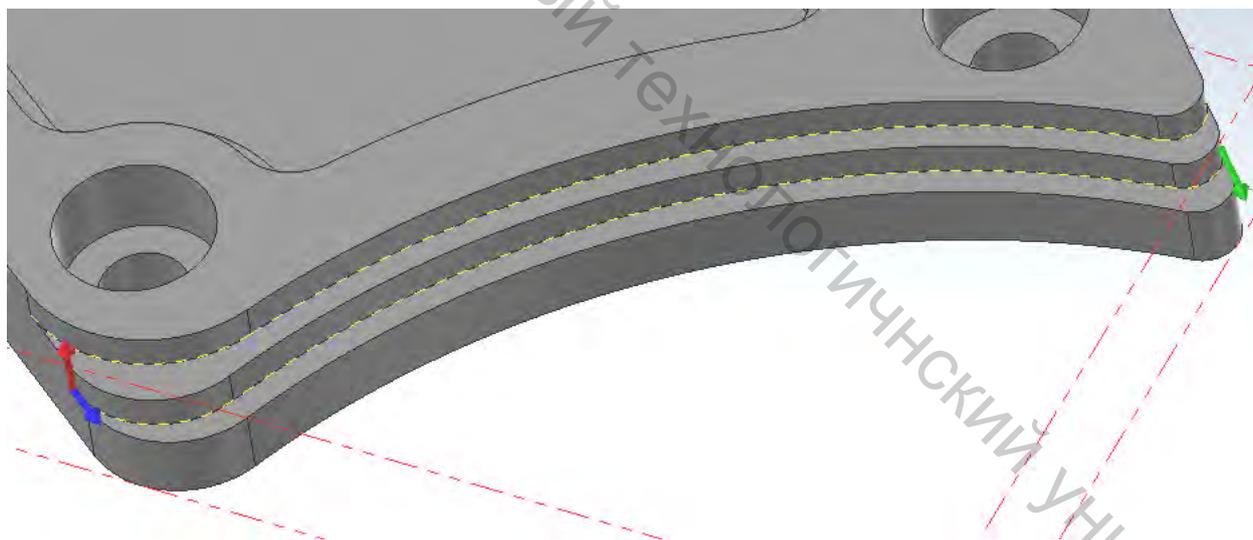
Далее кликнуть на длинную кромку и затем на последнюю, как показано на рисунке ниже:



В диалоговом окне *Solid Chaining* кликнуть на кнопку *End Chain* (Завершить выбор цепочки).

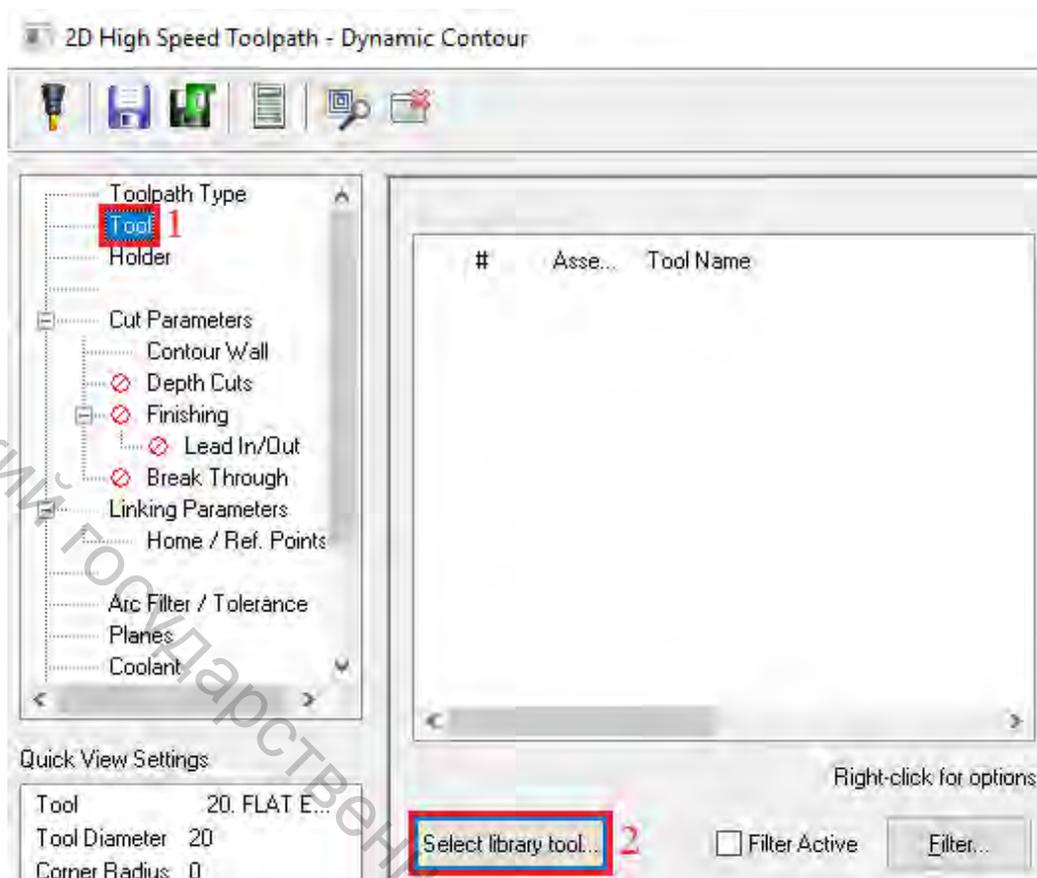
Выбор данной цепочки завершен. После этого можно выбрать вторую цепочку, не связанную с первой.

Выбрать вторую цепочку, показанную ниже:



Нажать «ОК» в диалоговом окне *Solid Chaining*, а после – в окне *Chain Options*.

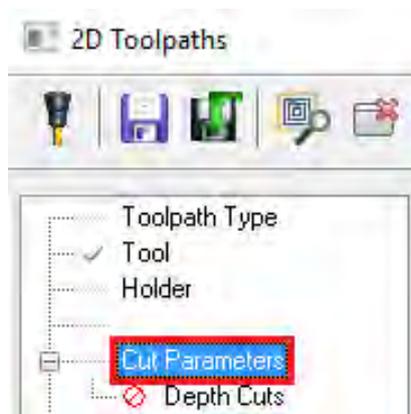
В появившемся окне *2D High Speed Toolpath - Dynamic Contour* перейти на страницу *Tool*, после чего нажать кнопку *Select library tool*.



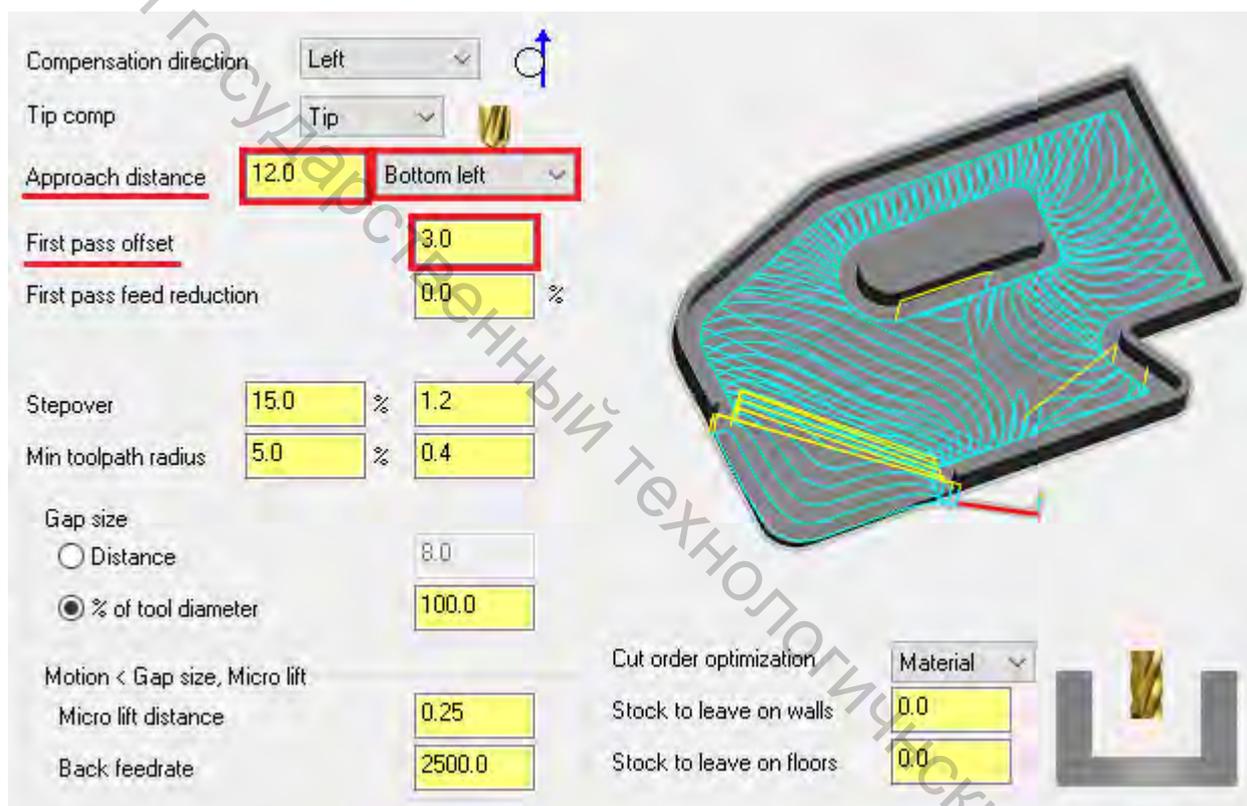
В появившемся окне *Tool Selection* выбрать инструмент *FLAT END MILL - 8* и нажать «OK».

#	A...	Tool Name	Holder Name	Dia.	Cor. rad.	Length	# Flutes	T
218	...	FLAT END MILL - 10	--	10.0	0.0	16.0	4	F
219	...	FLAT END MILL - 12	--	12.0	0.0	19.0	4	F
220	...	FLAT END MILL - 14	--	14.0	0.0	22.0	4	F
221	...	FLAT END MILL - 16	--	16.0	0.0	26.0	4	F
222	...	FLAT END MILL - 18	--	18.0	0.0	29.0	4	F
223	...	FLAT END MILL - 20	--	20.0	0.0	32.0	4	F
213	...	FLAT END MILL - 3	--	3.0	0.0	5.0	4	F
214	...	FLAT END MILL - 4	--	4.0	0.0	7.0	4	F
215	...	FLAT END MILL - 5	--	5.0	0.0	8.0	4	F
216	...	FLAT END MILL - 6	--	6.0	0.0	10.0	4	F
217	...	FLAT END MILL - 8	--	8.0	0.0	13.0	4	F
230	...	SHOULDER MILL - 100	--	100.0	0.0	15.0	8	F
231	...	SHOULDER MILL - 125	--	125.0	0.0	15.0	10	F
232	...	SHOULDER MILL - 160	--	160.0	0.0	15.0	12	F

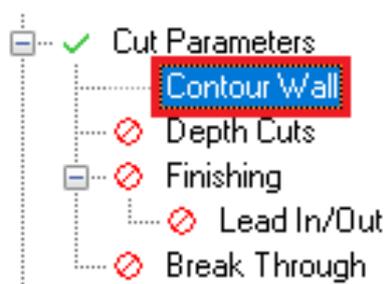
Перейти на страницу *Cut Parameters*.



Установить следующие параметры:



- *Approach distance* (Подвод) — 12.
 - *First pass offset* (Смещение первого прохода) — 3.0.
- Перейти на страницу *Contour Wall*.



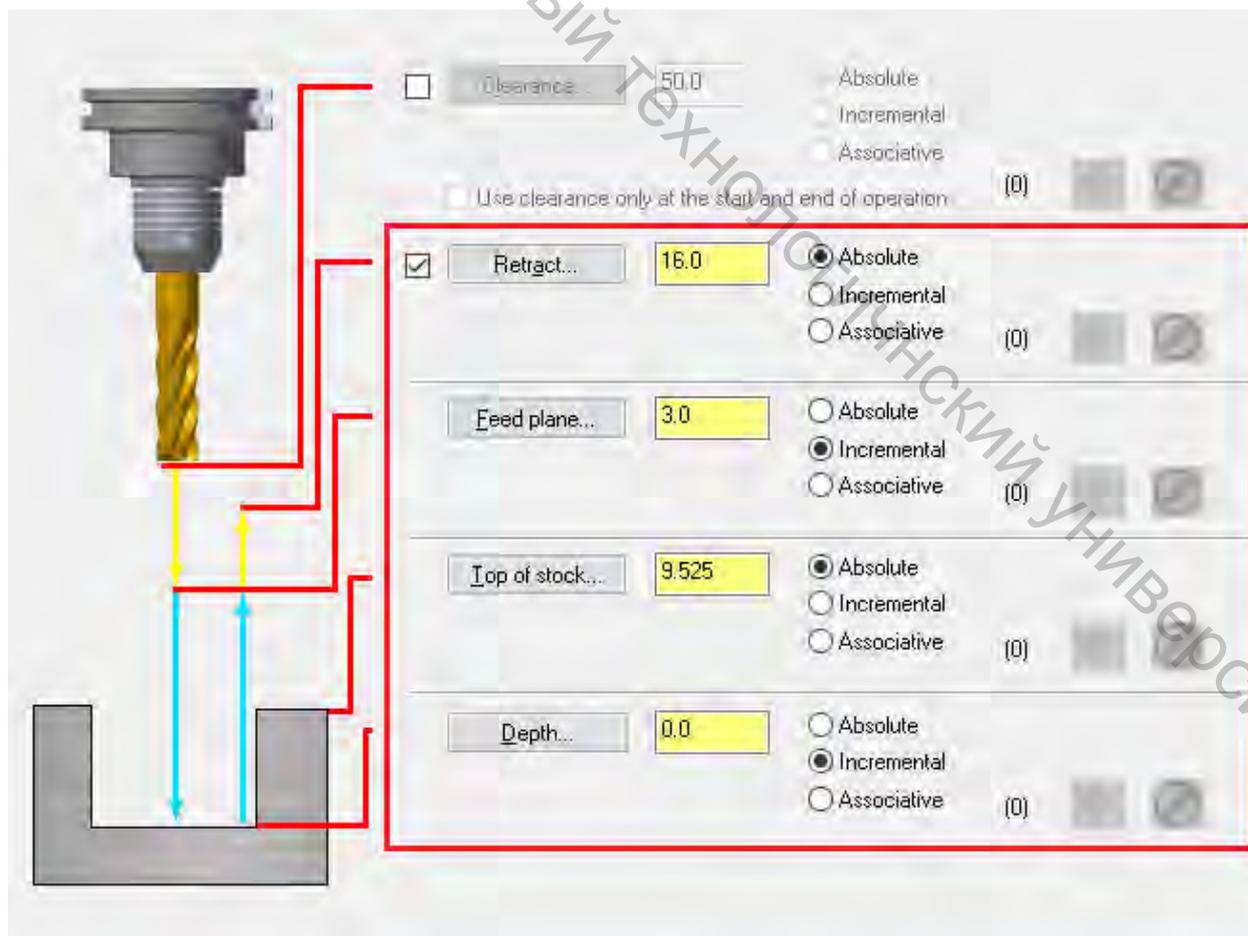
Установить Radius of tool that shaped the stock на 10.

Radius of tool that shaped the stock	10.0
Min toolpath radius that shaped the stock	1.0
Stock thickness	0.025

Перейти на страницу *Linking Parameters*.

- Cut Parameters
- Contour Wall
- Depth Cuts
- Finishing
- Lead In/Out
- Break Through
- Linking Parameters**
- Home / Ref. Points

Установить следующие параметры:



– *Retract* (Отвод) — 16.0.

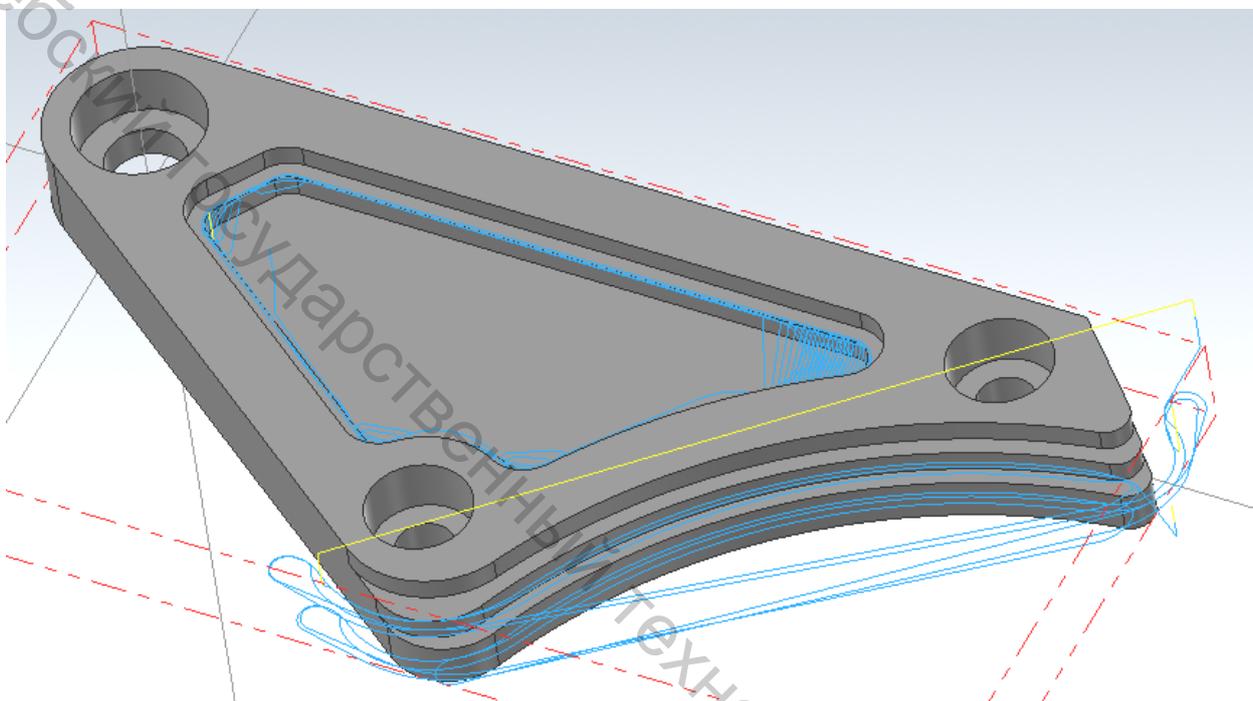
– *Feed plane* (Пл. подачи) — 3.0 и *Incremental* (Относительно). Данное значение прибавляется к другим параметрам или к значению по оси Z от плоскости, где находится заданная геометрия.

– *Top of stock* (Верх заготовки) — 9.525.

– *Depth* (Глубина) — 0.0 и *Incremental*.

Нажать «ОК» и сгенерировать траекторию.

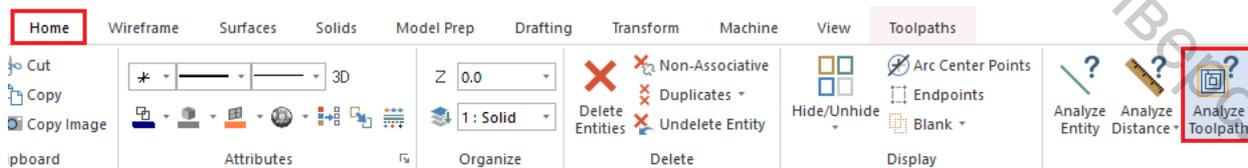
Траектория перемещений будет выглядеть следующим образом:



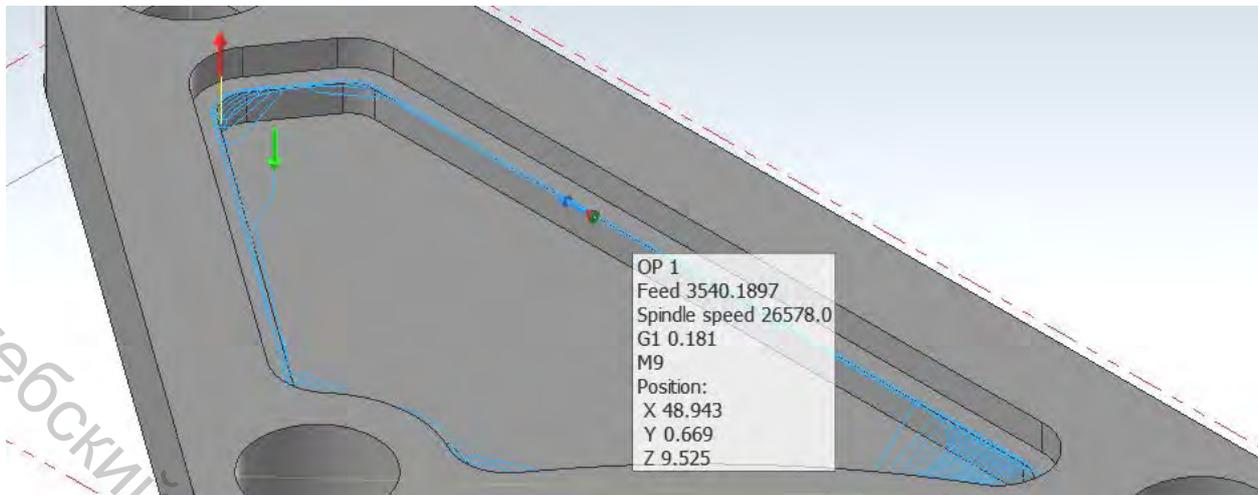
После создания траекторий можно выполнить их анализ. Для этого предусмотрена функция *Analyze Toolpath* (Анализ траекторий), которая позволяет просматривать свойства траектории, координаты, направление, номер операции, а также другую информацию, если навести курсор мыши на путь инструмента.

Для анализа необходимо:

Выбрать функцию *Analyze Toolpath* на вкладке *Home*.



Навести курсор на первую траекторию:



Функция позволит получить информацию о номере операции, рабочей подаче инструмента, скорости вращения шпинделя, длине сегмента траектории, его коде, а также о типе и коде охлаждения. Также можно увидеть координаты точек начала и конца сегментов траектории. Для получения информации об остальных траекториях необходимо навести на них курсор мыши. По окончании нажать «Esc».

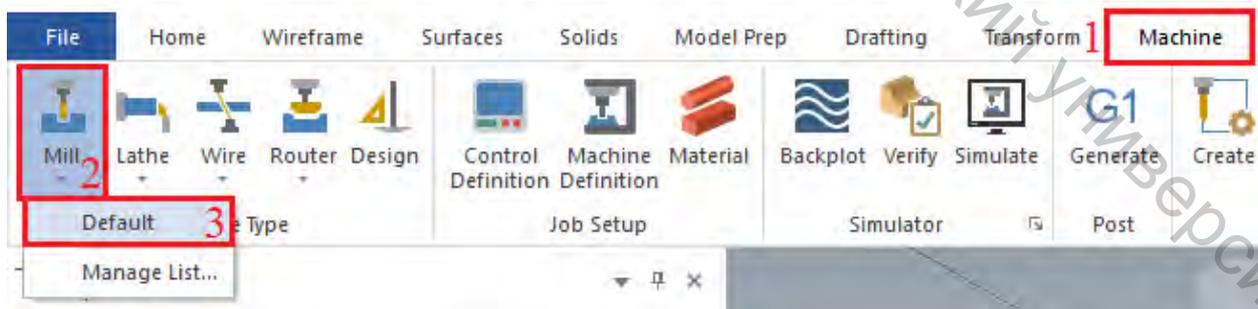
При необходимости провести верификацию траекторий (см. Траектория Динамическое фрезерование).

1.9 Траектория *Peel Mill* (Петлеобразное фрезерование)

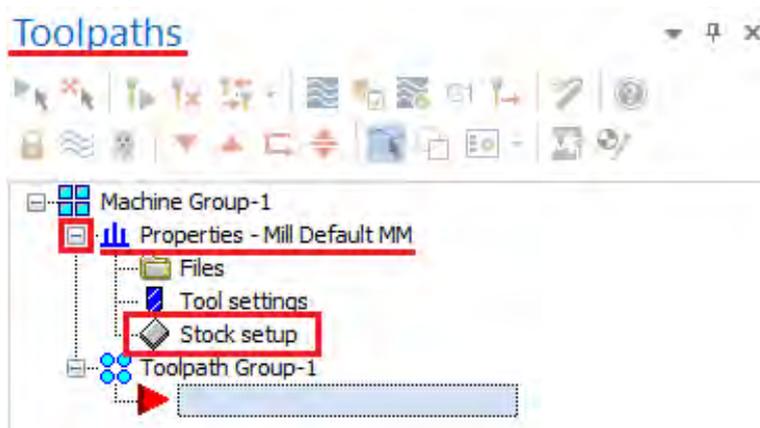
Траектория *Peel Mill*, если выбрана динамическая стратегия, позволит эффективно удалять материал между двумя открытыми цепочками. Траектория будет состоять из петлеобразных рабочих перемещений с быстрыми обратными движениями в те моменты, когда инструмент не контактирует с материалом.

Для создания траекторий *Peel Mill* необходимо открыть файл «PeelMill.mcam».

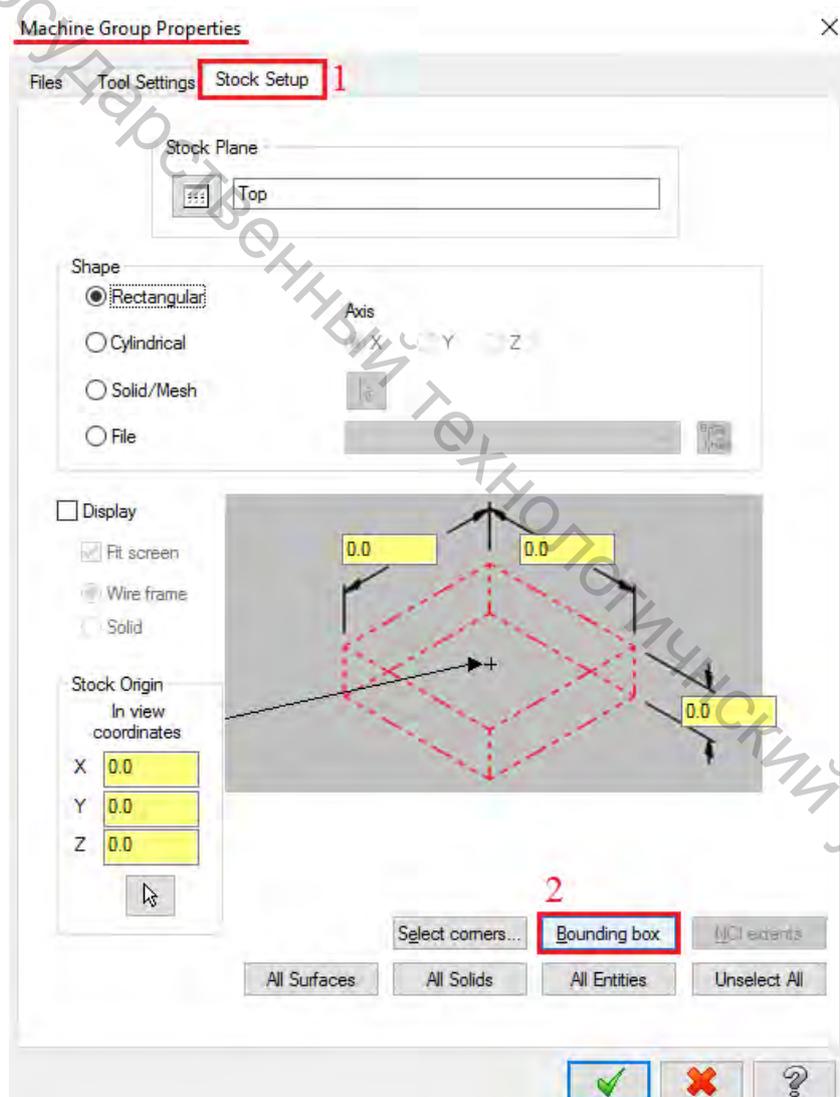
На вкладке *Machine* выбрать *Mill, Default*.



В менеджере *Toolpaths* кликнуть *Stock setup*.



Откроется окно Machine Group Properties.
Нажать кнопку *Bounding Box* (Ограничить контур).

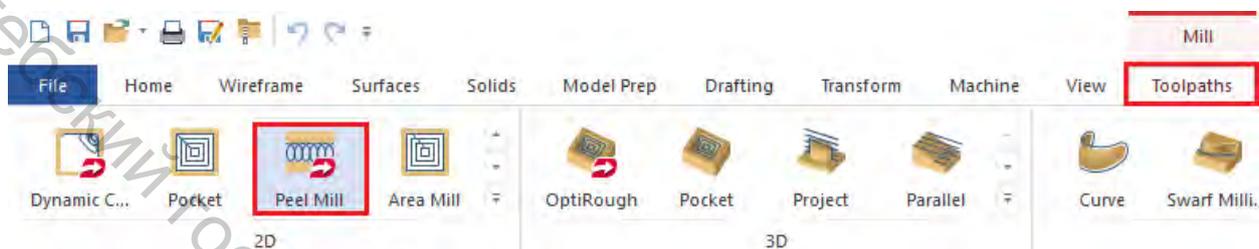


Откроется панель функции *Bounding Box*, после чего кликнуть на деталь (она окрасится в желтый) и нажать клавишу **<Enter>** или кликнуть *End Selection*.

Для создания этой траектории нет необходимости создавать дополнительную геометрию по границам ограничивающего контура. Необходимо просто подтвердить размеры заготовки.

Нажать «ОК» для возврата к окну *Machine Group Properties*, в котором ещё раз нажать «ОК» для принятия параметров.

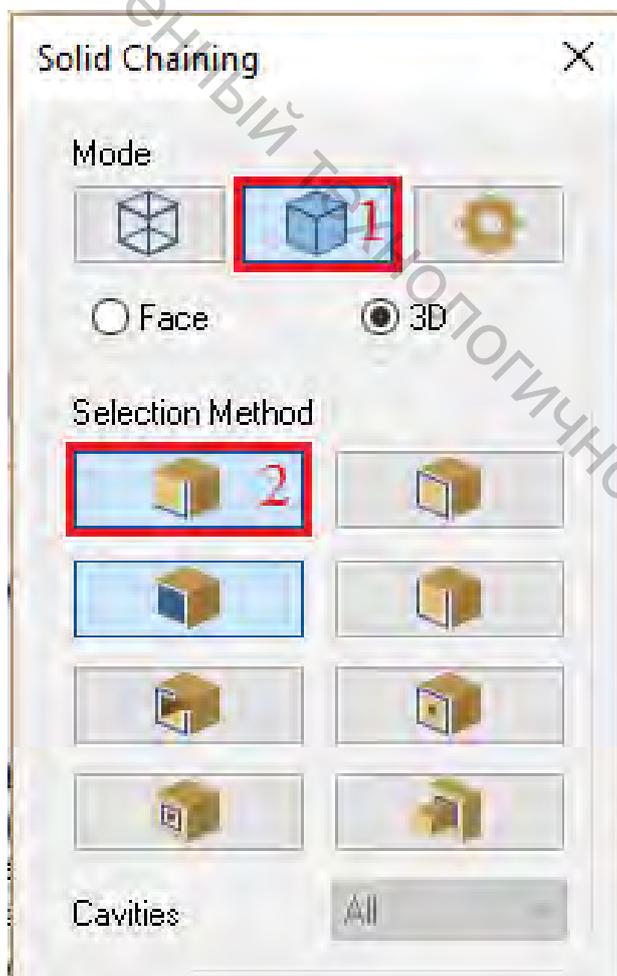
После чего выбрать *Peel Mill* из группы *2D* контекстной вкладки *Mill*, *Toolpaths*.



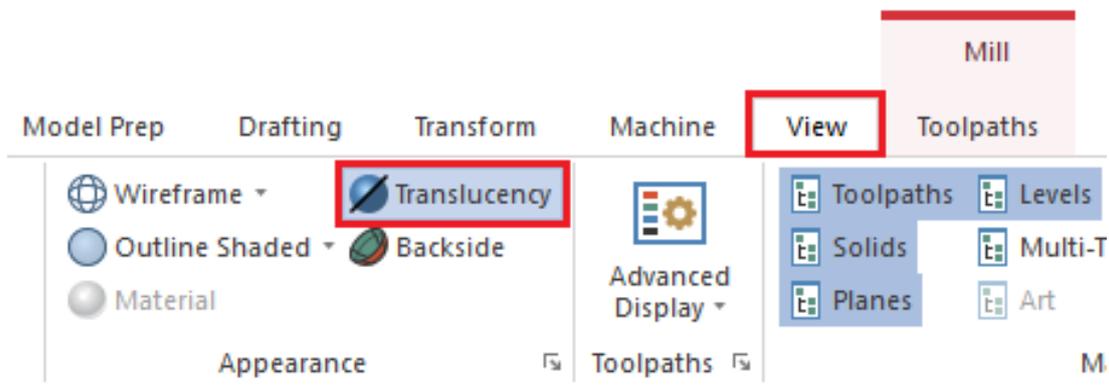
Появится окно *Solid Chaining*.

Нажать на кнопку *Solids* (Тела).

Нажать на кнопку *Edges* (Кромки), если этот способ выбора уже не активизирован. Этот способ позволит выбирать кромки твердотельных граней.

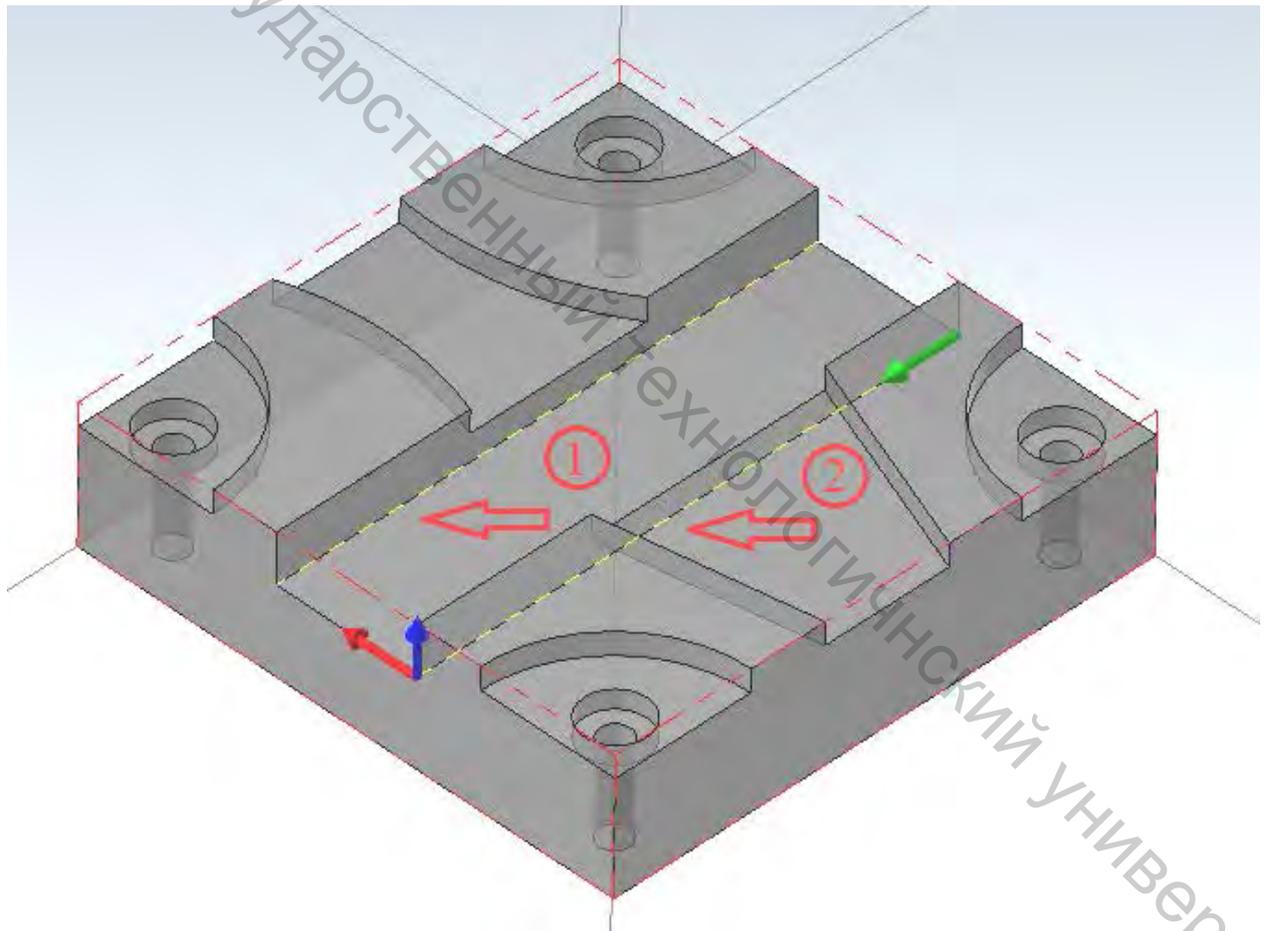


Нажать на кнопку *Translucency* (Прозрачность) на вкладке *View*.



Данная функция позволяет изменить отображение модели на экране и поможет выбрать геометрию для первой траектории.

После нужно кликнуть на две кромки, как показано на картинке ниже. Направление линий должно совпадать.

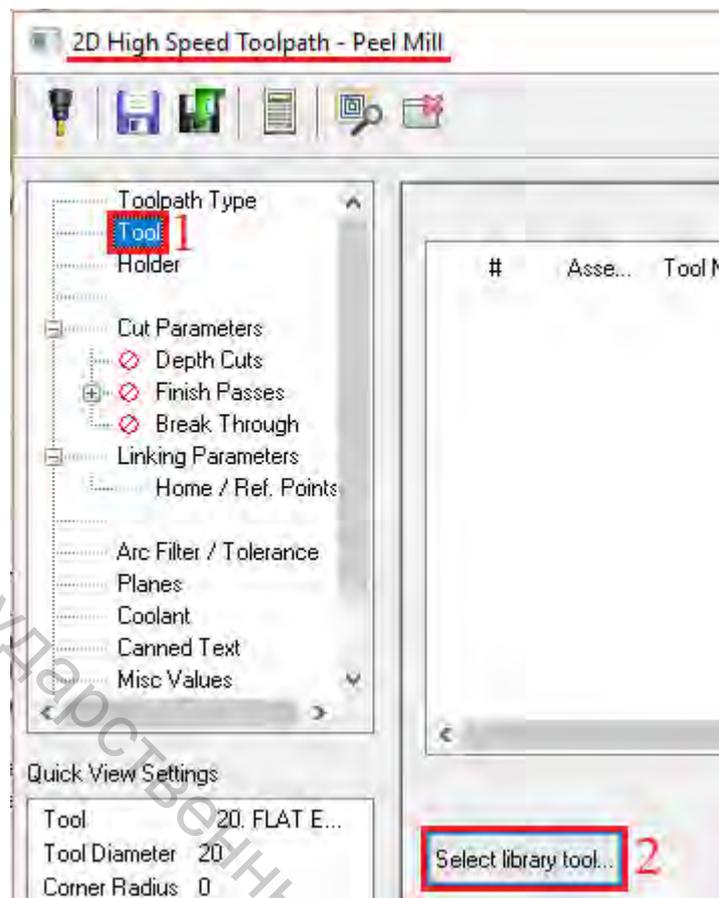


Отключить функцию *Translucency*.

Нажать «ОК» в диалоговом окне *Solid Chaining*.

Откроется диалоговое окно *2D High Speed Toolpath - Peel Mill (2D BCO траектории — Петлеобразное фрезерование)*.

Перейти на страницу *Tool* и нажать кнопку *Select library tool*.



Нажать кнопку *Filter*. Появится окно *Tool List Filter*.
 Убедиться, что фильтр установлен на *Endmill Flat*.

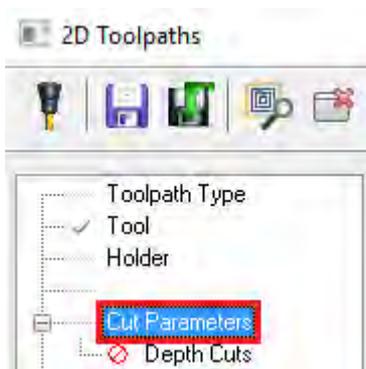


Нажать «**ОК**», чтобы подтвердить выбор фильтра и вернуться в окно *Tool Selection*.

Выбрать инструмент *FLAT END MILL - 12*.

#	A...	Tool Name	Holder Name	Dia.	Cor. rad.	Length	# Flutes	Type	Rad. T...
218	...	FLAT END MILL - 10	--	10.0	0.0	16.0	4	Flat endmill	None
219	...	FLAT END MILL - 12	--	12.0	0.0	19.0	4	Flat endmill	None
220	...	FLAT END MILL - 14	--	14.0	0.0	22.0	4	Flat endmill	None
221	...	FLAT END MILL - 16	--	16.0	0.0	26.0	4	Flat endmill	None

Нажать «ОК», чтобы выйти из окна *Tool Selection*.
Перейти на страницу *Cut Parameters*.



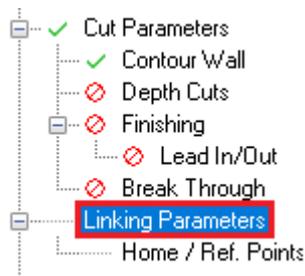
Установить следующие параметры:

Cutting style: Dynamic peel
 Cutting method: Climb
 Tip comp: Tip
 Approach distance: 0.0
 Conventional feed rate: 0.0
 Stepover: 20.0 % 2.4
 Min toolpath radius: 5.0 % 0.6
 Micro lift
 Micro lift distance: 0.25
 Back feedrate: 2500.0
 Extend Entry
 Additional entry distance: 0.0
 Extend Exit
 Additional exit distance: 3.0
 Single chain only
 Left Center Right
 Slot width: 80.0
 Stock to leave on walls: 1.0
 Stock to leave on floors: 1.0

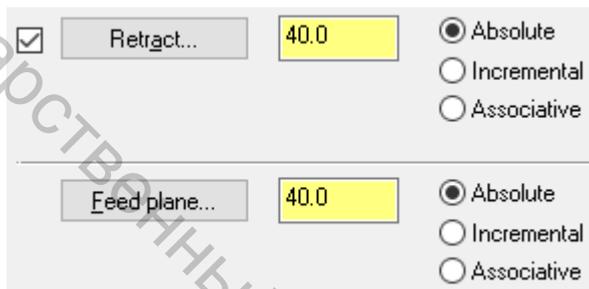
- *Stepover* (Шаг) — 20.0%.
- *Min. Toolpath radius* (Минимальный радиус траектории) — 5.0%.

– Активизировать выбор *Extend Exit* (Продлить отвод) и установить значение *Additional exit distance* (Доп. Расстояние отвода) на 3.0 мм. Данное расстояние добавляется в конце траектории для безопасного выхода инструмента из материала.

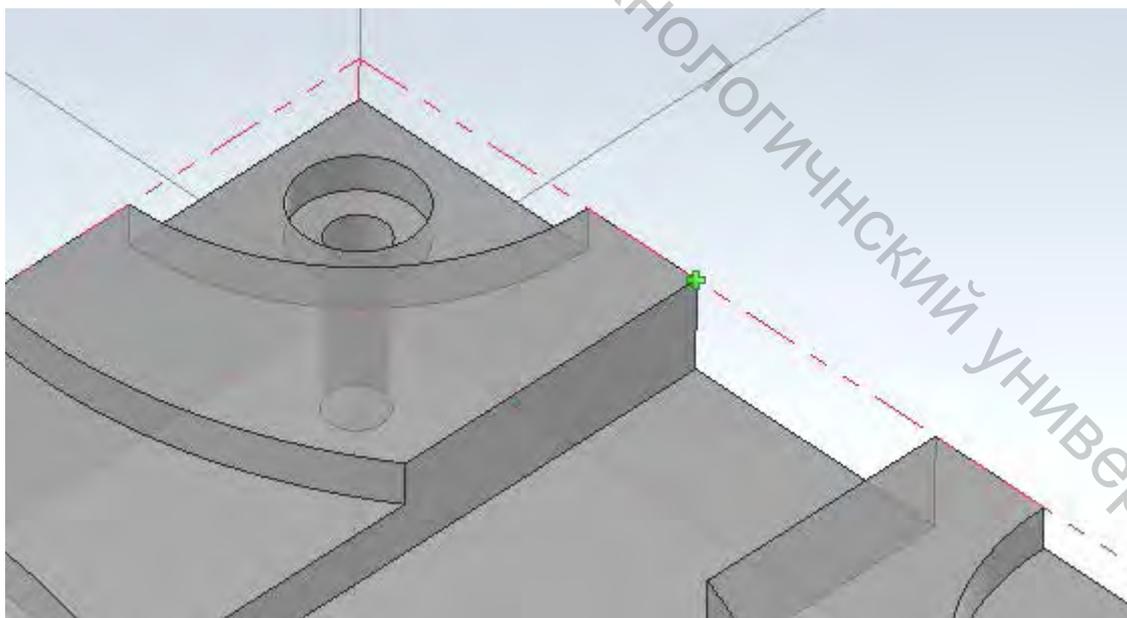
Перейти на страницу *Linking Parameters*.



Установить следующие параметры:



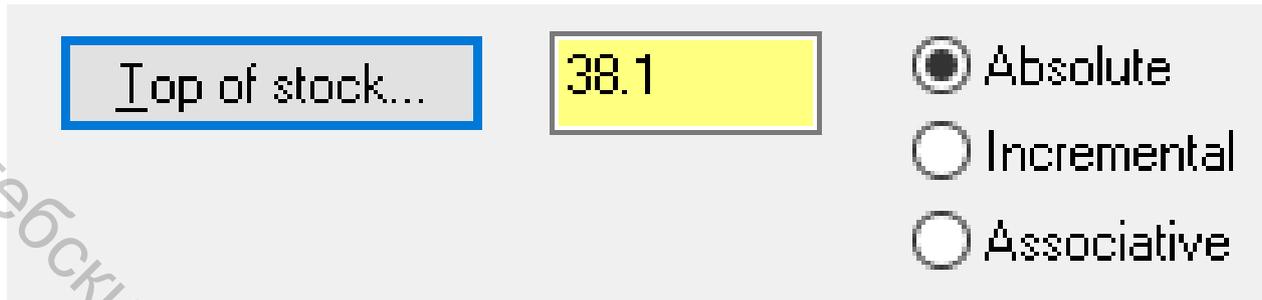
Нажать на кнопку *Top of Stock*, где необходимо кликнуть по верхней плоскости детали.



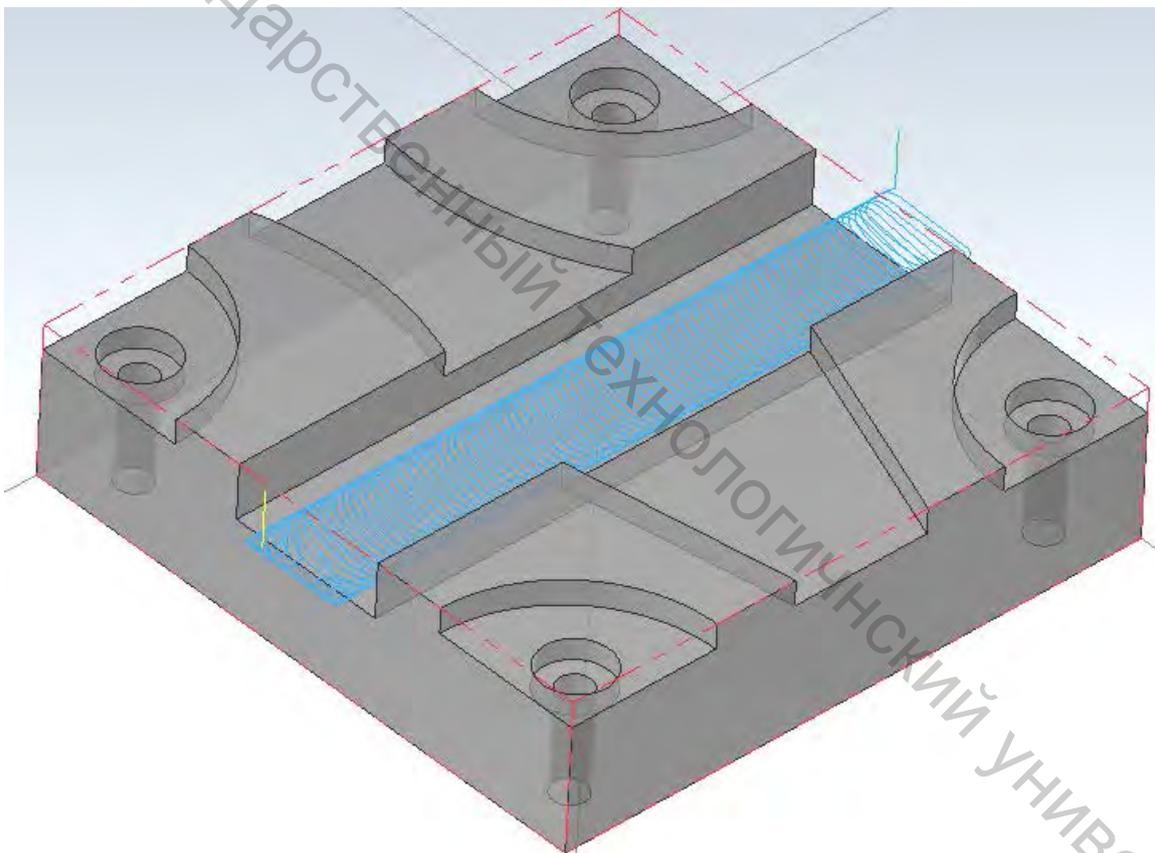
После нажатия система автоматически вернется на страницу *Linking Parameters*.

Top of stock должен быть установлен на 38.1.

Вы автоматически вернётесь в диалоговое окно на страницу *Параметры переходов* (Linking Parameters). *Верх заготовки* (Top of stock) должен быть установлен на 38.1.

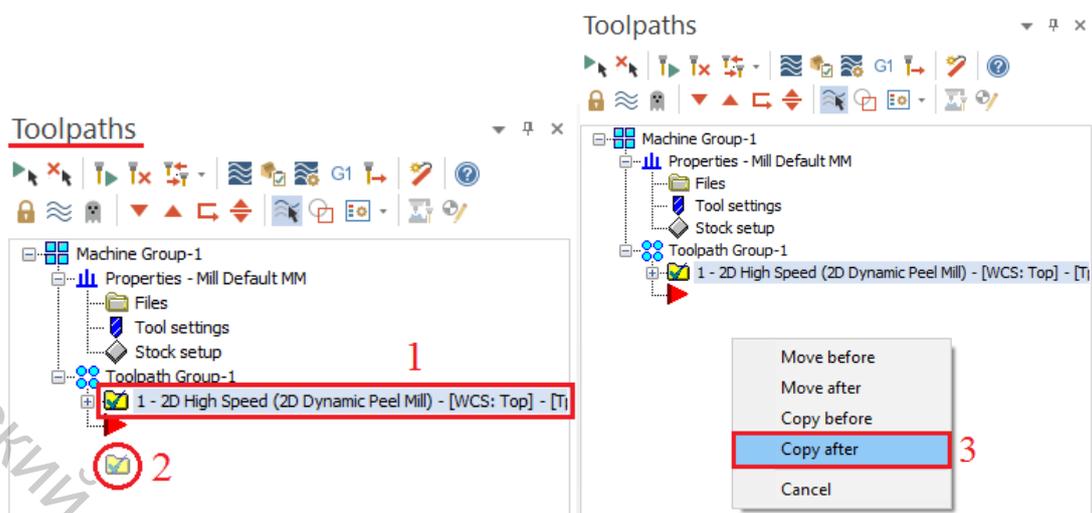


Нажать «ОК», чтобы сгенерировать траекторию.
Траектория должна выглядеть так, как на рисунке ниже.



После создания траектории необходимо дважды ее скопировать в менеджере *Toolpaths*. Для этого:

Кликнуть правой кнопкой мыши на траектории *2D High Speed (2D Dynamic Peel Mill)* и, удерживая кнопку, переместить курсор мыши ниже красной стрелки. После чего отпустить кнопку и выбрать из меню пункт *Copy after* (Копировать после).

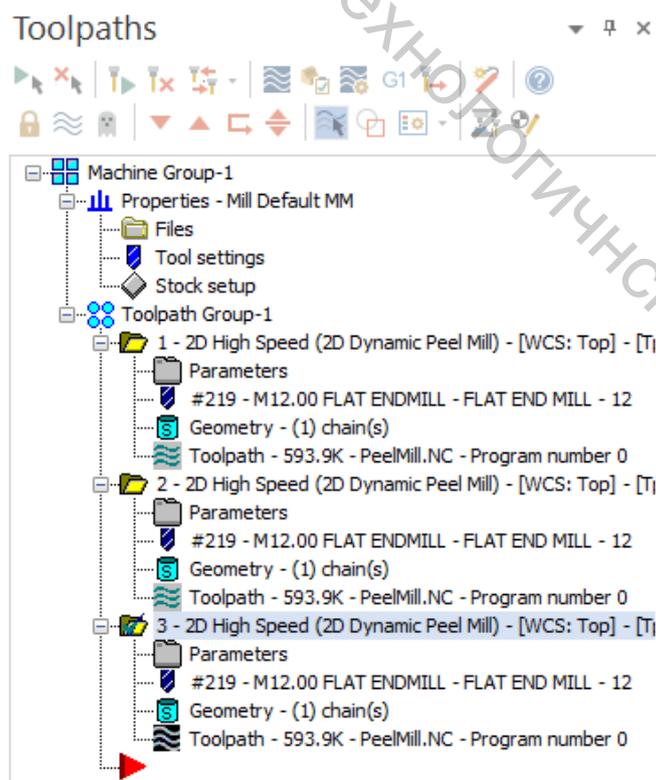


Новая траектория скопируется ниже оригинала. Теперь в менеджере *Toolpaths* будет две траектории.

Далее необходимо скопировать траектории ещё раз тем же методом.

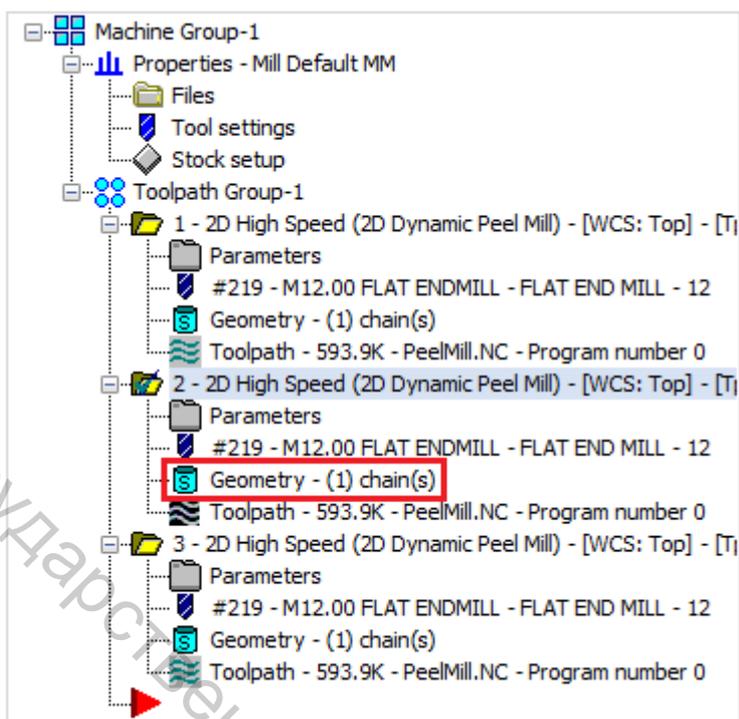
Копирование траектории или их перемещение по списку полезно в том случае, если нужно создать аналогичные операции для обработки той же самой детали. После копирования требуется снова выбрать геометрию, на которой будет базироваться новая операция, и изменить некоторые параметры.

При необходимости с помощью левой кнопки мыши перенести траектории выше красной линии (конечный результат должен быть как на рисунке ниже).

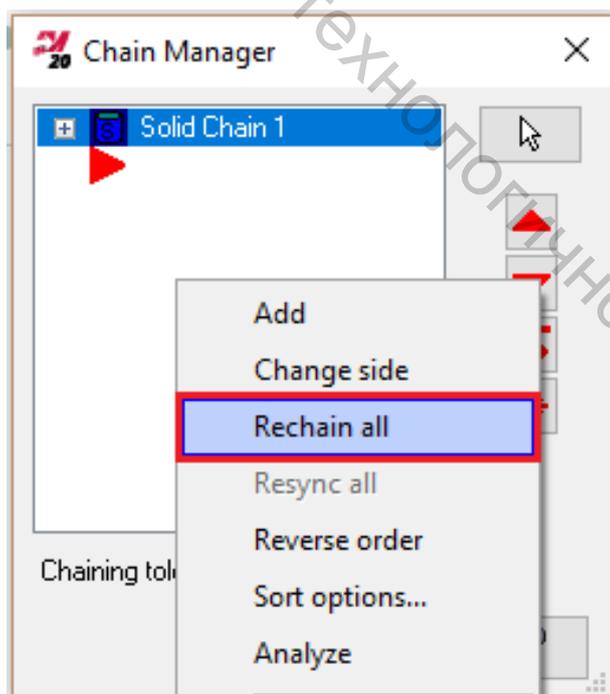


Для редактирования траектории необходимо:

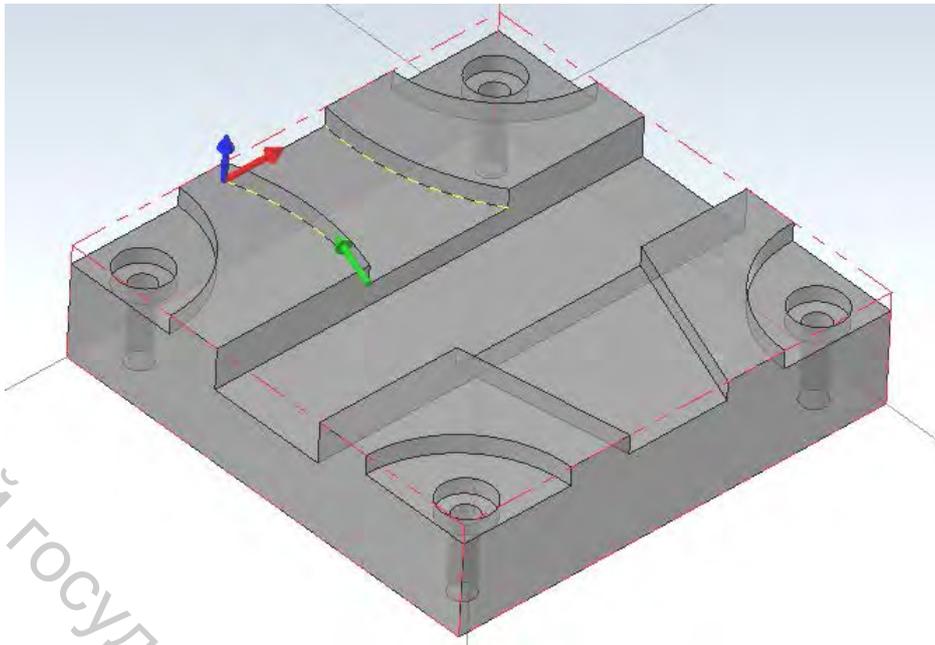
Кликнуть на строчку *Geometry* (Геометрия) во второй операции *2D Dynamic Peel Mill*. Откроется окно *Chain Manager*.



Кликнуть правой кнопкой в окне, после чего в меню выбрать пункт *Rechain all* (Перевыбор всего). Появится диалоговое окно *Solid Chaining*.



Далее необходимо выбрать цепочки, показанные на картинке (в панели опций *Selection Method* для выбора необходимой цепочки оставить активным поле *Edges*):

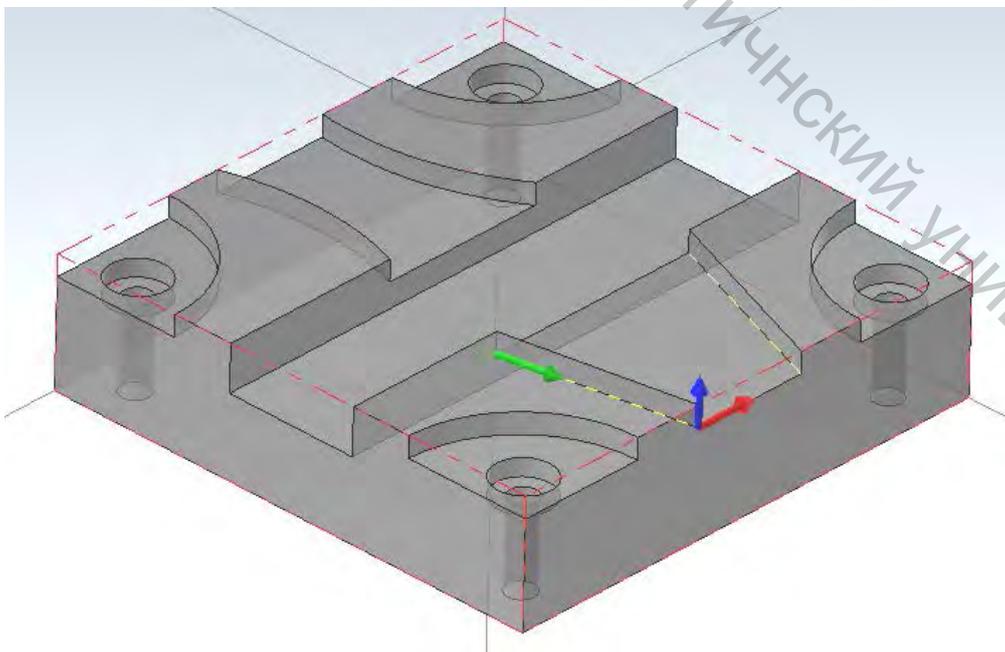


В данном случае будет достаточно просто выбрать новую геометрию без необходимости снова вводить все необходимые параметры и создавать новую траекторию.

Нажать «ОК» в диалоговом окне *Solid Chaining*, а затем в окне *Chain Manager*.

Перед регенерацией траектории можно отредактировать геометрию в третьей траектории.

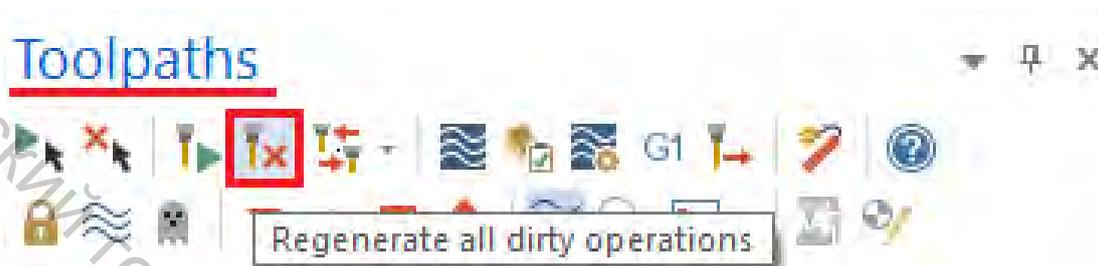
Для этого повторить все действия, описанные выше для второй траектории, но выбрать другие элементы (как на рисунке ниже). При необходимости можно использовать опцию *Reverse* или другие, описываемые выше.



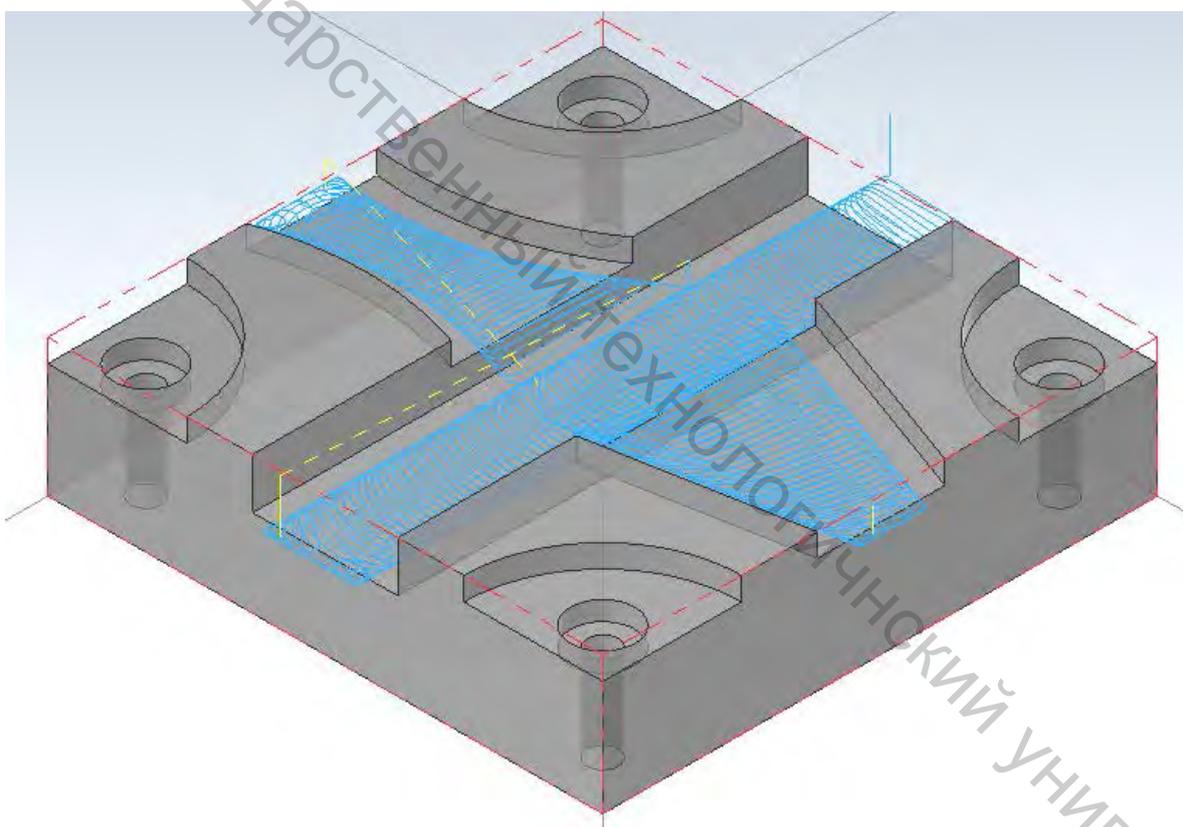
Нажать «OK» в диалоговом окне *Solid Chaining*, а затем в окне *Chain Manager*.

После описанного выше следует регенерировать траектории:

В менеджере *Toolpaths* нажать кнопку *Regenerate all dirty operation* (Регенерировать все грязные операции). Вторая и третья операции будут пересчитаны с использованием новых выбранных цепочек.



Все три траектории отобразятся так, как показано на картинке ниже:



После создания траекторий провести верификацию, как было описано выше.

В результате будет сгенерирован файл УП. Необходимо обязательно проверить корректность выведенного кода перед тем, как отправить его на станок.

2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариантами заданий являются детали, входящие в состав приспособлений, электронная модель которых разрабатывается в соответствии с индивидуальным заданием.

Перечень приспособлений:

Вариант	Вариант задания	
	Обозначение	Наименование
01	И00.94.00.00Сп	Приспособление для фрезерования
02	И00.03.00.00Сп	Кондуктор с Г-образным прихватом
03	И00.23.00.00Сп	Головка пневматического патрона для зажима кольца по наружной поверхности
04	И00.92.00.00Сп	Кондуктор для сверления отверстия $\varnothing 4,1$ мм
05	И00.53.00.00Сп	Гидроцилиндр для перемещения головки станка
06	И00.82.00.00Сп	Приспособление для зацентровки прутков
07	И00.80.00.00Сп	Приспособление для крестовой обжимки
08	И00.05.00.00Сп	Головка пневматического патрона с зажимом детали пружинами
09	И00.61.00.00Сп	Прибор для проверки кулачков
10	И00.10.00.00Сп	Кондуктор для зенкерования отверстий
11	И00.86.00.00Сп	Патрон токарного станка
12	И00.46.00.00Сп	Многоместное приспособление для фрезерования паза
13	И00.70.00.00Сп	Головка пневматического патрона с кулачками
14	И00.88.00.00Сп	Приспособление для захвата прутков $\varnothing 19$ мм
15	И00.26.00.00Сп	Приспособление двухместное, пневматическое с эксцентриком
16	И00.64.00.00Сп	Приспособление для нарезания резьбы
17	И00.75.00.00Сп	Цилиндр пневматического привода
18	И00.76.00.00Сп	Тиски для прутков
19	И00.16.00.00Сп	Приспособление для проверки биения торца блока шестерен
20	И00.21.00.00Сп	Головка пневматического патрона для зажима кольца по внутренней поверхности
21	И00.08.00.00Сп	Приспособление для проверки непараллельности сторон шайб
22	00.32.000	Вентиль запорный

Вариант	Вариант задания	
	Обозначение	Наименование
23	И00.18.00.00Сп	Приспособление для закрепления детали
24	И00.30.00.00Сп	Поворотный стол для фрезерного станка
25	И00.48.00.00Сп	Приспособление для завивки петли
26	И00.54.00.00Сп	Редуктор червячный продольной подачи
27	И00.84.00.00Сп	Приспособление для фрезерования шлицев в головках винтов М12×25
28	И00.63.00.00Сп	Головка пневматического патрона с гидропластом

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mastercam Dasic Tutorial [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://colla.lv/wp-content/uploads/2018/07/Mastercam-Basics-Tutorial.pdf>. — Дата доступа : 01.10.2020.
2. Mastercam Dynamic Milling Tutorial [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://colla.lv/wp-content/uploads/2018/07/Mastercam-Dynamic-Milling-Tutorial.pdf>. — Дата доступа : 01.10.2020.

Вильямский государственный технологический университет

Учебное издание

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

**ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОЙ
ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ СРЕДСТВАМИ САМ-СИСТЕМЫ**

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Составители:

Климентьев Андрей Леонидович
Гусаров Алексей Михайлович
Латушкин Дмитрий Григорьевич

Редактор *Т.А. Осипова*

Корректор *Т.А. Осипова*

Компьютерная верстка *А.Л. Климентьев*

Подписано к печати 10.11.2020. Формат 60x90^{1/16}. Усл. печ. листов 4,9.
Уч.-изд. листов 6,2. Тираж 30 экз. Заказ № 318.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.