

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

**ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТОКАРНОЙ
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 28.02.2020.

Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства. Подготовка управляющих программ для токарной 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. – 51 с.

Методические указания являются руководством по выполнению лабораторных работ по подготовке управляющих программ для токарной 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 НАСТРОЙКИ	4
1.1 Установка стандартной метрической системы измерения.....	4
1.2 Импорт модели детали	4
1.3 Подключение файла описания станка	6
1.4 Переименование станочной группы	6
1.5 Токарная система координат	7
1.6 Расположение системы координат	8
1.7 Создание 2D-геометрии	9
1.8 Настройка заготовки в главном шпинделе	12
1.9 Определение геометрии кулачков.....	17
2 ОБРАБОТКА ТОРЦА, ЧЕРНОВАЯ И ЧИСТОВАЯ НАРУЖНАЯ ОБРАБОТКА, НАРУЖНЫЕ КАНАВКИ, ВЕРИФИКАЦИЯ ТРАЕКТОРИЙ	19
2.1 Обработка торца	19
2.2 Черновая наружная обработка.....	20
2.3 Чистовая обработка.....	26
2.4 Наружные канавки.....	28
2.5 Верификация траекторий.....	33
3 СОЗДАНИЕ НОВОЙ ГРУППЫ ТРАЕКТОРИЙ, ПЕРЕВОРОТ ЗАГОТОВКИ И ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОБРАБОТКА	36
3.1 Создание группы траекторий	36
3.2 Переворот заготовки	37
3.3 Верификация с дополнительными параметрами	42
4 ПРАВКА НУМЕРАЦИИ ИНСТРУМЕНТА, ВЫВОД УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (ПОСТПРОЦЕССИНГ)	44
4.1 Правка нумерации инструмента.....	44
4.2 Постпроцессинг.....	45
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ	47

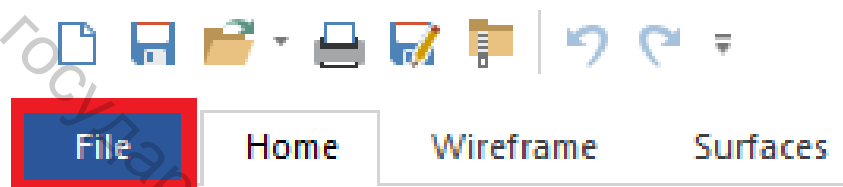
1 ОБЩИЕ НАСТРОЙКИ

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

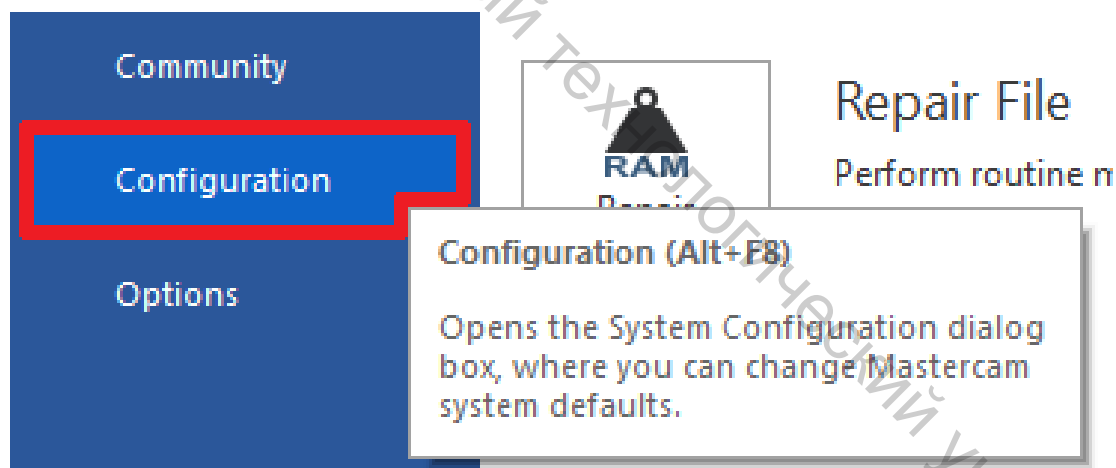
1.1 Установка стандартной метрической системы измерения

1.1.1 Открыть Mastercam.

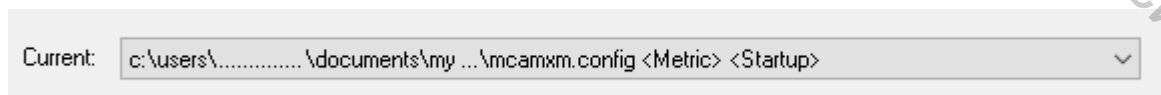
1.1.2 В строке меню выбрать вкладку «File».



1.1.3 Выбрать «Configuration» (<Alt>+<F8>), чтобы открыть диалоговое окно Конфигурация системы.



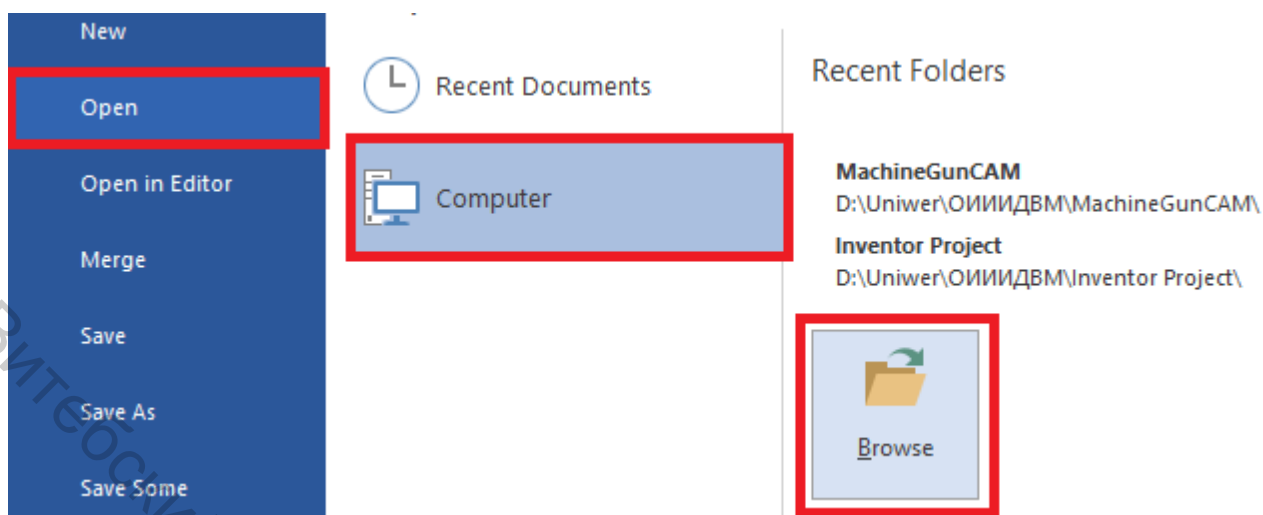
1.1.4 Выбрать «...\\mcamxm.config <Metric>» из выпадающего списка «Current» (Текущий).



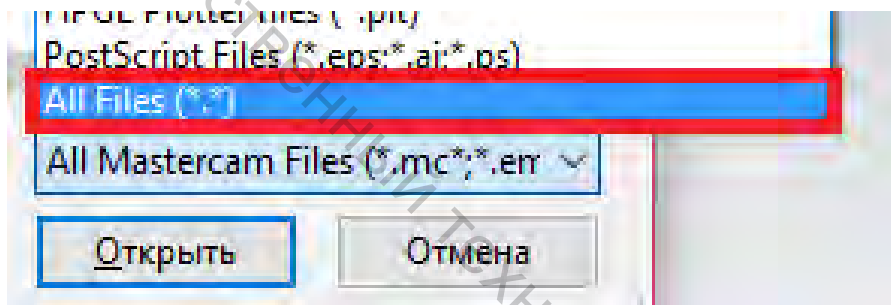
1.1.5 Нажать <OK>.

1.2 Импорт модели детали

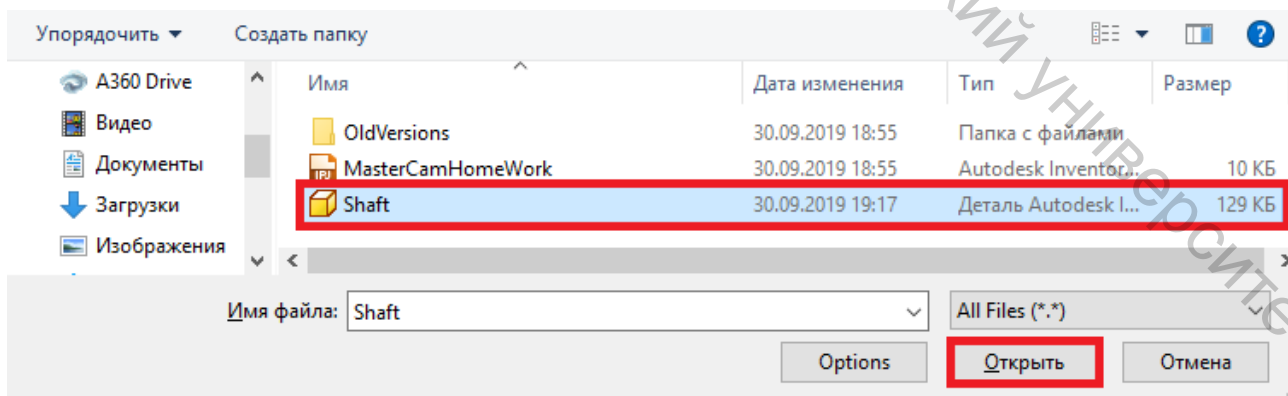
1.2.1 В меню выбрать «File» → «Open» (<Ctrl>+<O>) → «Computer» → «Browse».



1.2.2 В открывшемся окне выбрать «All Files (*.*)» в выпадающем меню справа внизу, чтобы отобразить все имеющиеся файлы в папке.



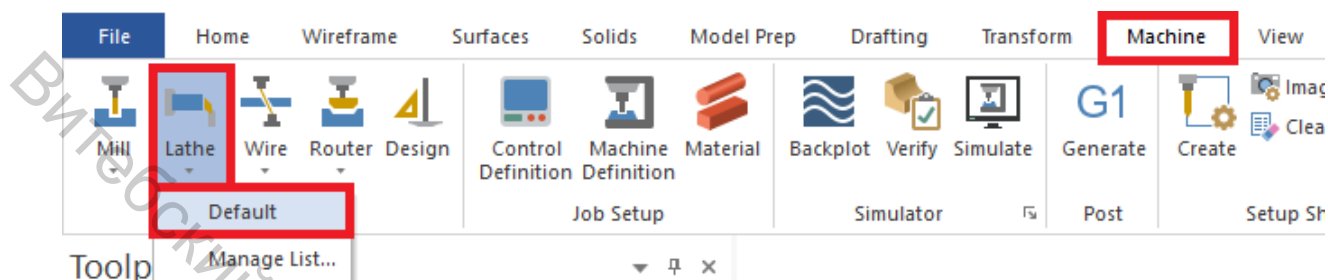
1.2.3 Выбрать необходимый файл в папке с моделью детали и нажать «Открыть».



1.2.4 Сохранить деталь, нажав на значок «Save As» (Сохранить как) (<Ctrl>+<Shift>+<S>), выбрав имя и путь к файлу.

1.3 Подключение файла описания станка

На вкладке «Machine» (Станок) выбирается тип станка «Lathe» (Токарный). Из выпадающего списка выбирается значение «Default» (По умолчанию).



В списке представлены все доступные файлы описания станка. В данном случае предполагается использование станка по умолчанию. При программировании реальных деталей необходимо выбрать из списка станок, на котором планируется осуществлять обработку.

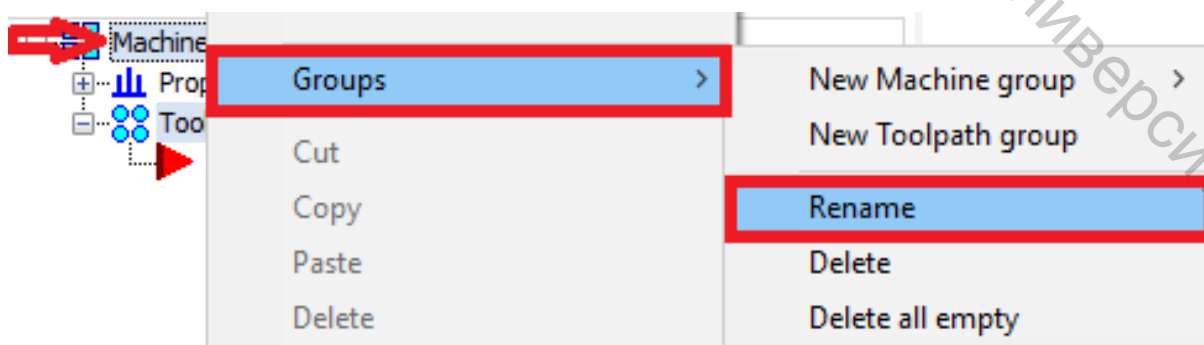
1.4 Переименование станочной группы

В дереве станочной группы расположены настройки технологических параметров для выбора станка. Например, если для обработки детали применяются токарные и фрезерные на разных станках, то для второго типа оборудования можно создать дополнительную станочную группу. Каждая станочная группа имеет индивидуальные настройки технологических параметров, инструмента и траектории обработки. При постпроцессировании каждой станочной группе будет соответствовать отдельный текстовый файл управляющей программы.

Количество станочных групп системой не ограничивается.

Для переименования станочной группы необходимо:

- Нажать правой кнопкой мыши на заголовке станочной группы, затем выбрать «Groups» (Группы) → «Rename» (Переименовать).



- Ввести новое имя станочной группы.

Имя станочной группы может быть произвольным, однако рекомендуется вводить имя, логически связанное со станком и выполняемыми операциями.

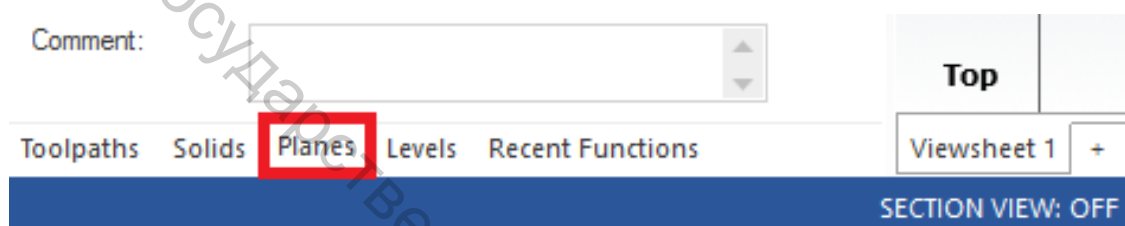
- Сохранить файл.

1.5 Токарная система координат

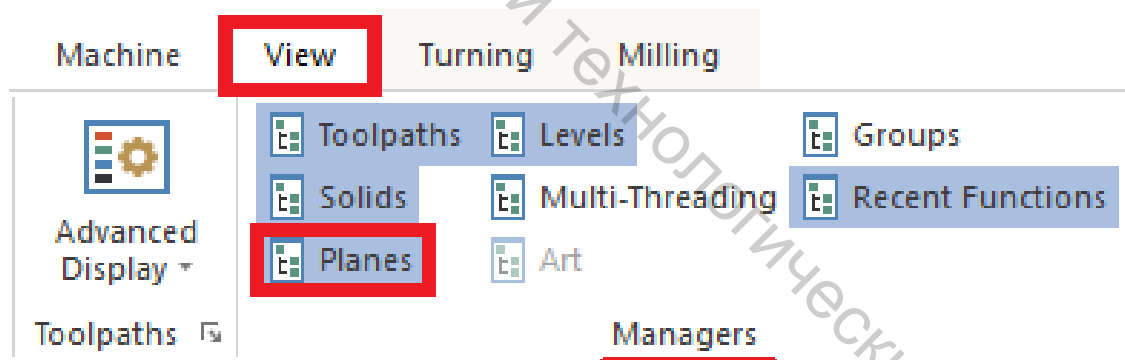
В Mastercam реализована возможность работы со специальным токарным конструкционным планом в радиальных или диаметральных координатах. Система координат (СК) при токарной обработке отличается от СК фрезерного станка. В отличие от трёхмерной СК X , Y , Z при токарной обработке двумерная с осью Z , ориентированной коллинеарно оси вращения детали.

Последовательность установки токарной СК.

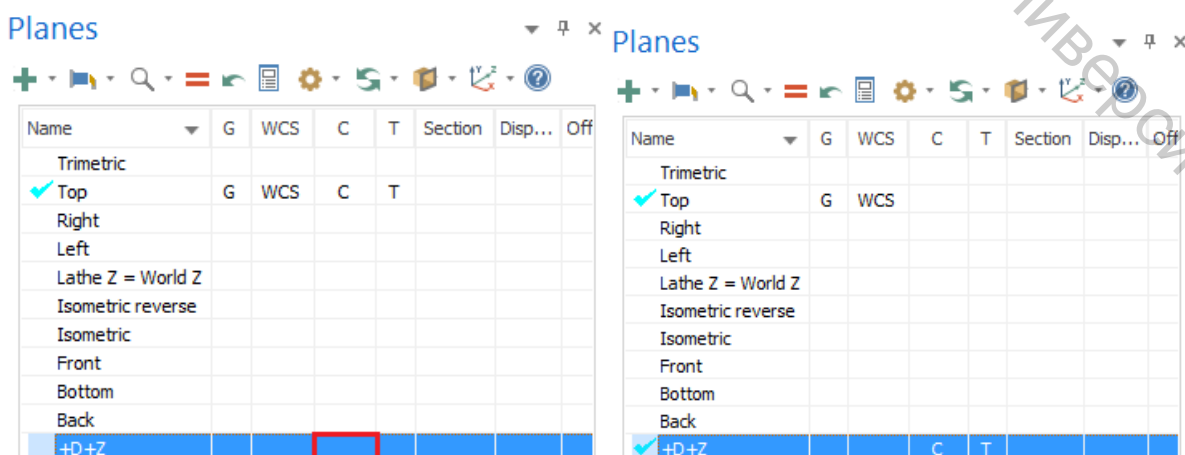
- На функциональной панели выбрать вкладку «*Planes*» (Планы) для вызова Менеджера планов.



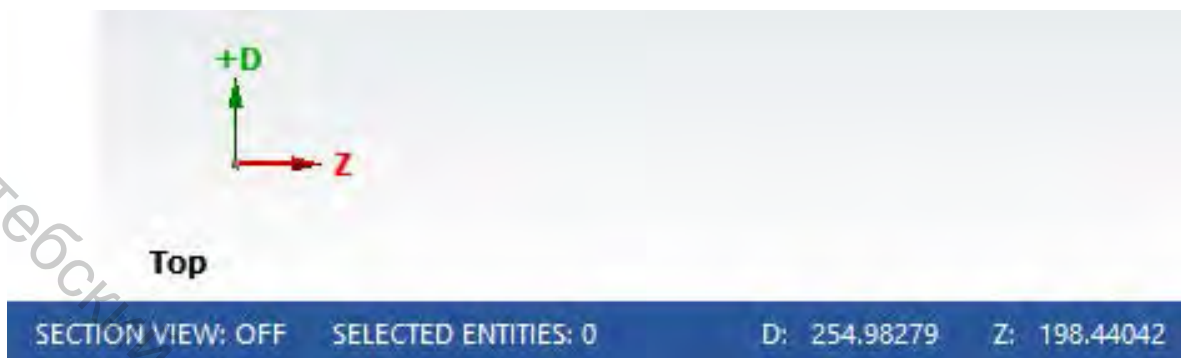
Если вкладка *Планы* отсутствует, включить её отображение можно на вкладке «*View*» (*Вид*) ленты команд в разделе «*Managers*» (*Менеджеры*).



- Кликнуть в колонке C строки « $+D +Z$ » для работы в диаметральных координатах.

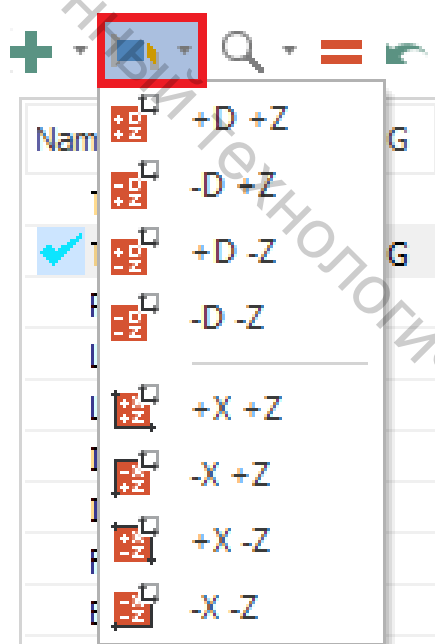


Индикаторы в информационной панели обновятся, отображая новые настройки. Интерактивный индикатор глобальной системы координат в левом нижнем углу графической области также изменится в соответствии с настройками.



Для работы в другом квадранте или в радиальных координатах (XZ) необходимо выбрать соответствующую строку в меню «*Select lathe plane*» (Выбор токарного плана).

Planes

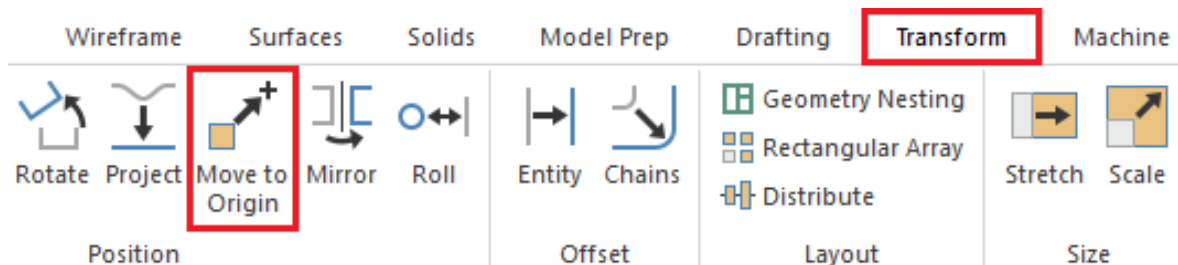


1.6 Расположение системы координат

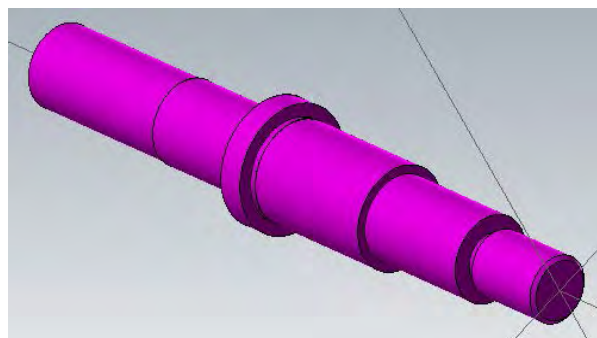
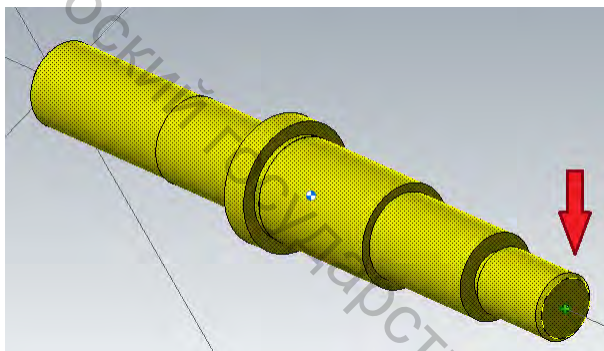
В текущем примере по умолчанию СК расположена на левом торце детали. При необходимости позицию начала СК можно изменить.

Перемещение СК на правый торец.

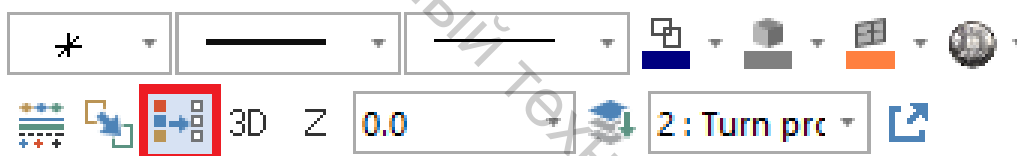
- На вкладке «*Transform*» выбрать команду «*Move to origin*».



- Выбрать поверхность правого торца так, чтобы на оси окружности появился зеленый крест. В противном случае ось детали не будет соосна одной из осей СК.



Чтобы восстановить исходное цветовое оформление детали, необходимо выбрать команду «Clear colors» (Сброс цветов) в контекстном меню.



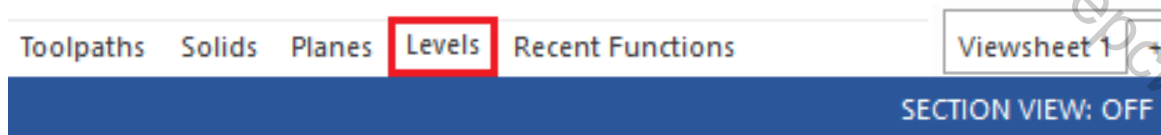
1.7 Создание 2D-геометрии

Создание нового слоя для 2D-геометрии.

Использование слоев позволяет оптимизировать отображение используемой в проекте геометрии. Располагая объекты на разных слоях, можно управлять их видимостью и возможностью выбора.

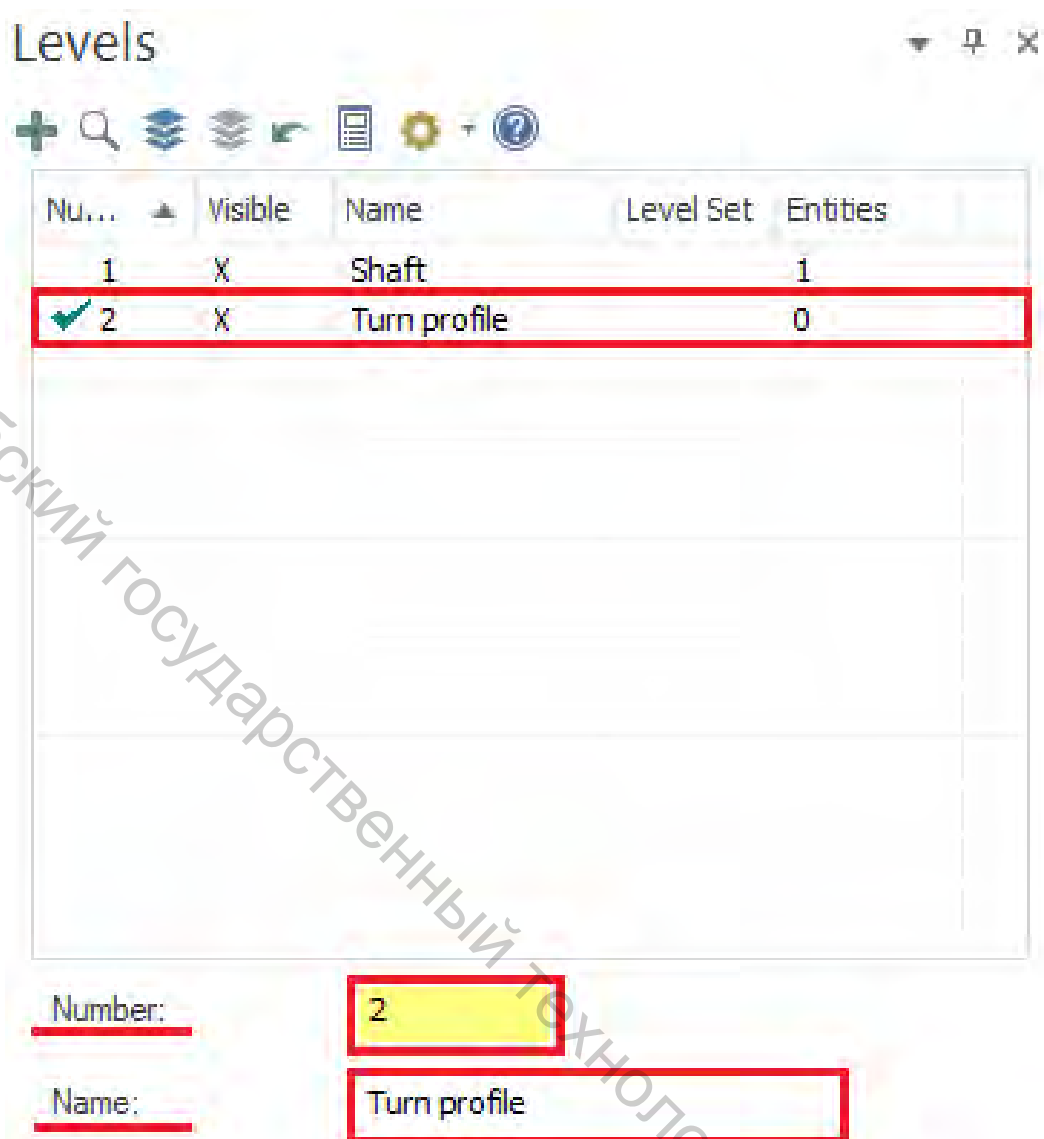
Для создания нового слоя:

- На функциональной панели выбрать вкладку «Levels» (Слой), чтобы отобразить Менеджер слоёв.



- Создать новый слой, введя значение 2 в поле «Number» и Turn profile (Токарный профиль) в поле «Name».

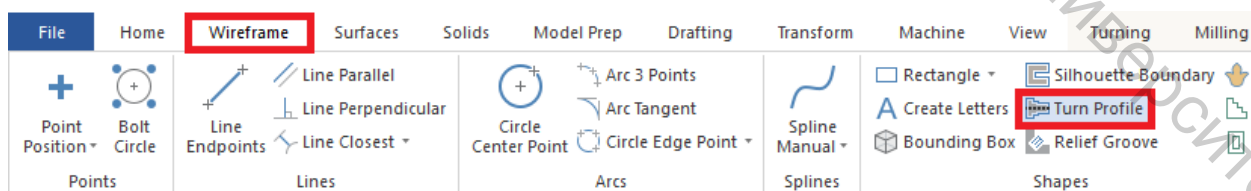
В таблице будет отображен новый слой с нулевым количеством элементов. Зеленая галочка означает, что в данный момент слой назначен главным.



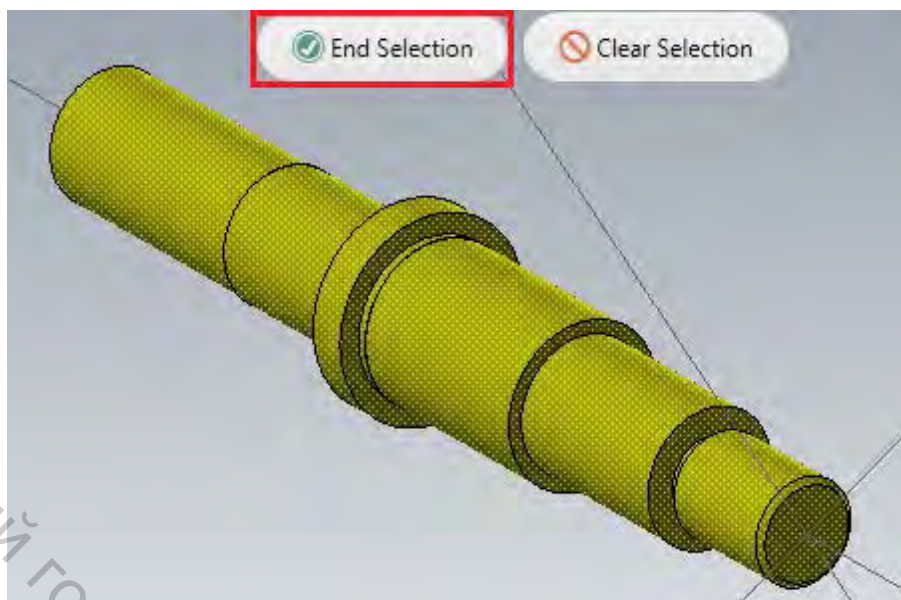
Текущий главный слой также отображается на вкладке «*Home*» (Главная) в разделе *Слой*.

Для создания токарного профиля необходимо:

- На вкладке «*Wireframe*» (Каркас) выбрать функцию «*Turn profile*».



- В соответствии с подсказкой выбрать тело детали. Нажать <Enter> или кнопку «*End selection*» (Завершить выбор).

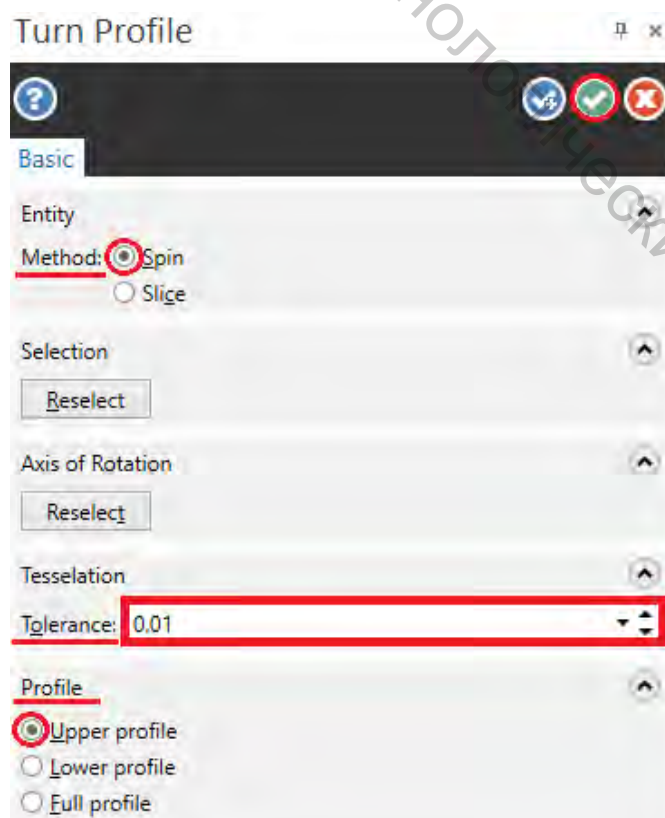


- В качестве метода расчёта выбрать «*Spin*» (*Вращать*).

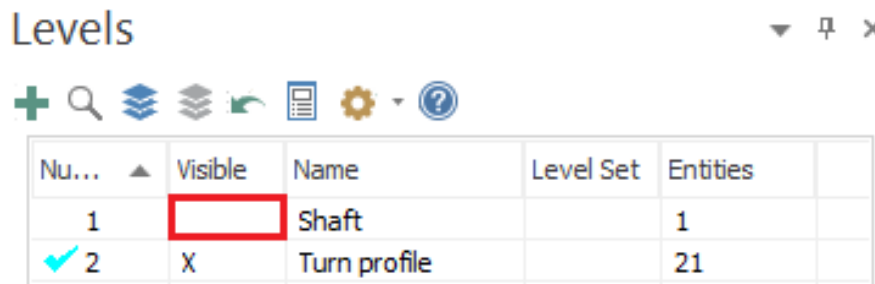
Метод *Вращать* создает профиль, учитывая геометрию детали во всех продольных сечениях (в результате на расчёт не повлияют лыски, пазы и другая осесимметричная геометрия).

Метод «*Slice*» (*Срез*) создает профиль в виде линий пересечения детали с плоскостью *XY*.

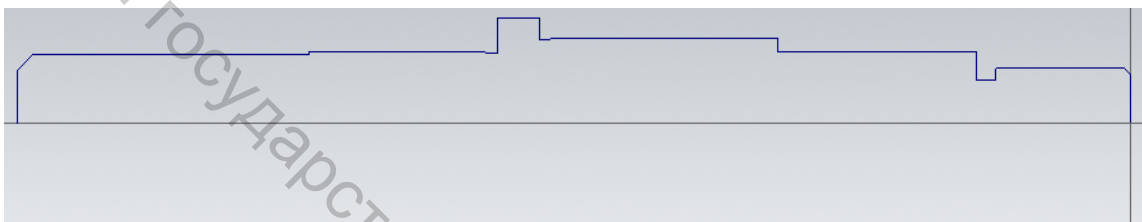
- Установить значение параметра «*Tolerance*» (*Точность*) равным 0,01 мм.
- Установить значение «*Upper profile*» (*Верхний*) в поле *Профиль*.
- Нажать <OK>.



Токарный слой создан. Чтобы отобразить только профиль детали, достаточно скрыть *Слой 1* в менеджере слоёв. Для этого необходимо убрать галочку в поле «Visible» (*Видимый*), щёлкнув левой кнопкой мыши по полю.



На иллюстрации ниже показан профиль детали на виде сверху (РСК).

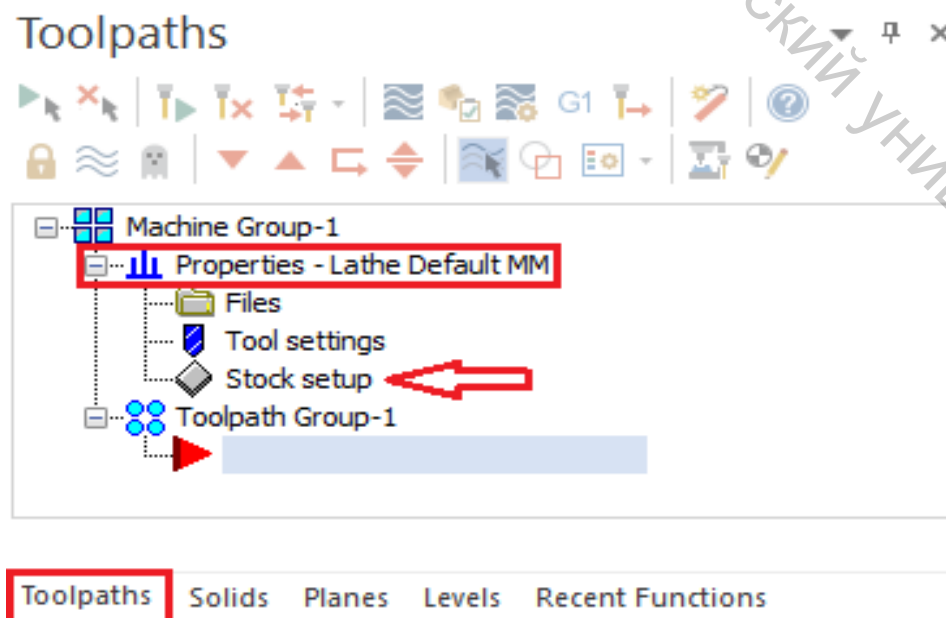


1.8 Настройка заготовки в главном шпинделе

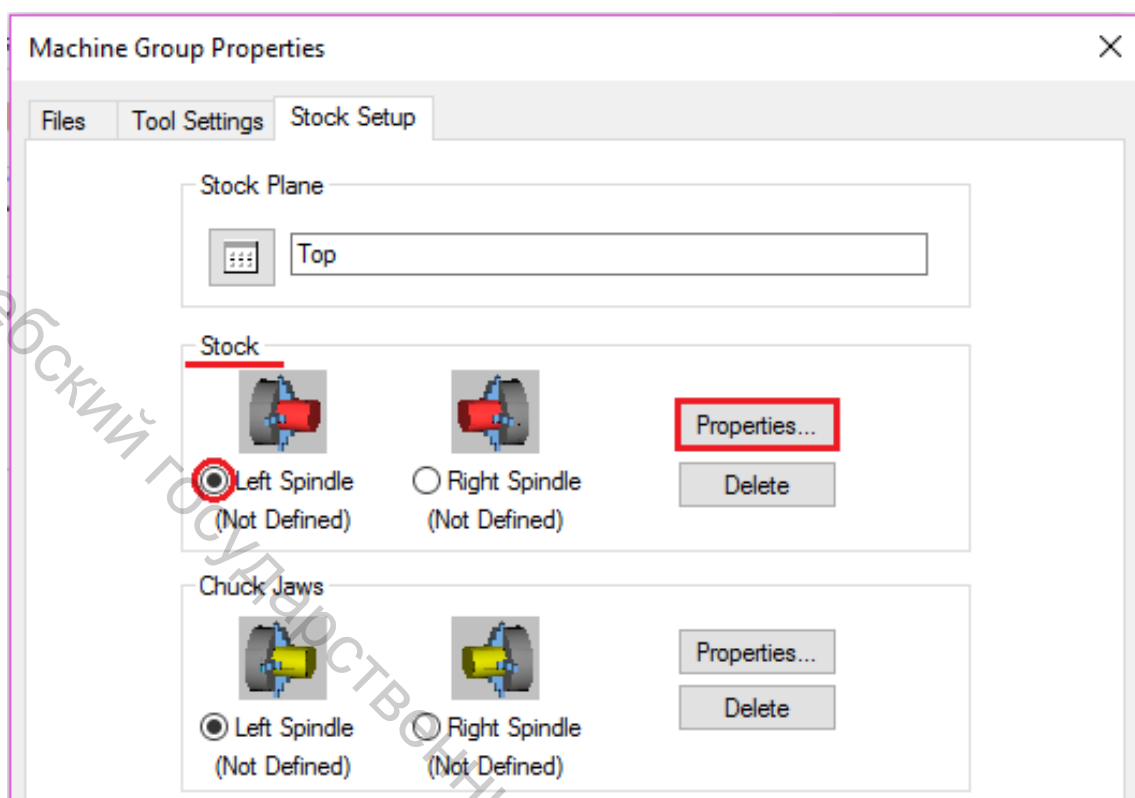
Создание заготовки перед заданием геометрии кулачков облегчает размещение заготовки относительно детали. При создании кулачков можно задать автоматическое их позиционирование относительно заготовок.

Для этого необходимо:

- На функциональной панели выбрать вкладку «Toolpaths» (*Траектории*), раскрыть дерево «Properties – Lathe Default MM» (*Свойства станочной группы*) и нажать «Stock setup» (*Настройки заготовки*). В результате будет открыт диалог *Свойства станочной группы* на вкладке *Настройки заготовки*.



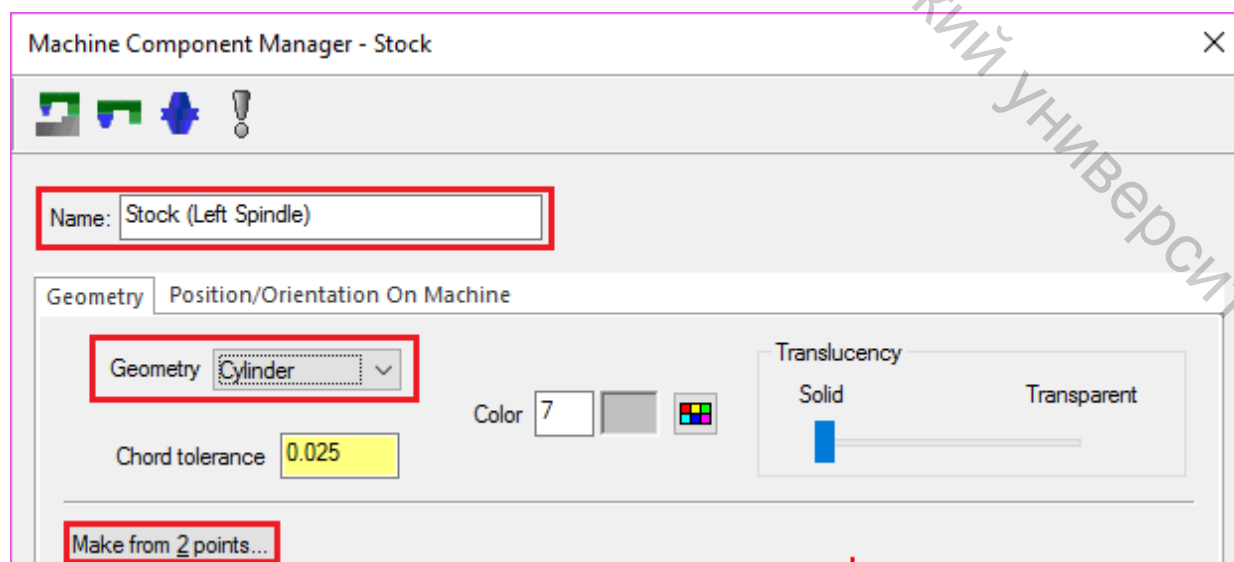
- В поле заготовка выбрать «*Left spindle*» (*Левый шпиндель*) и нажать свойства. Откроется диалог *Менеджер компонентов станка – Заготовка*.



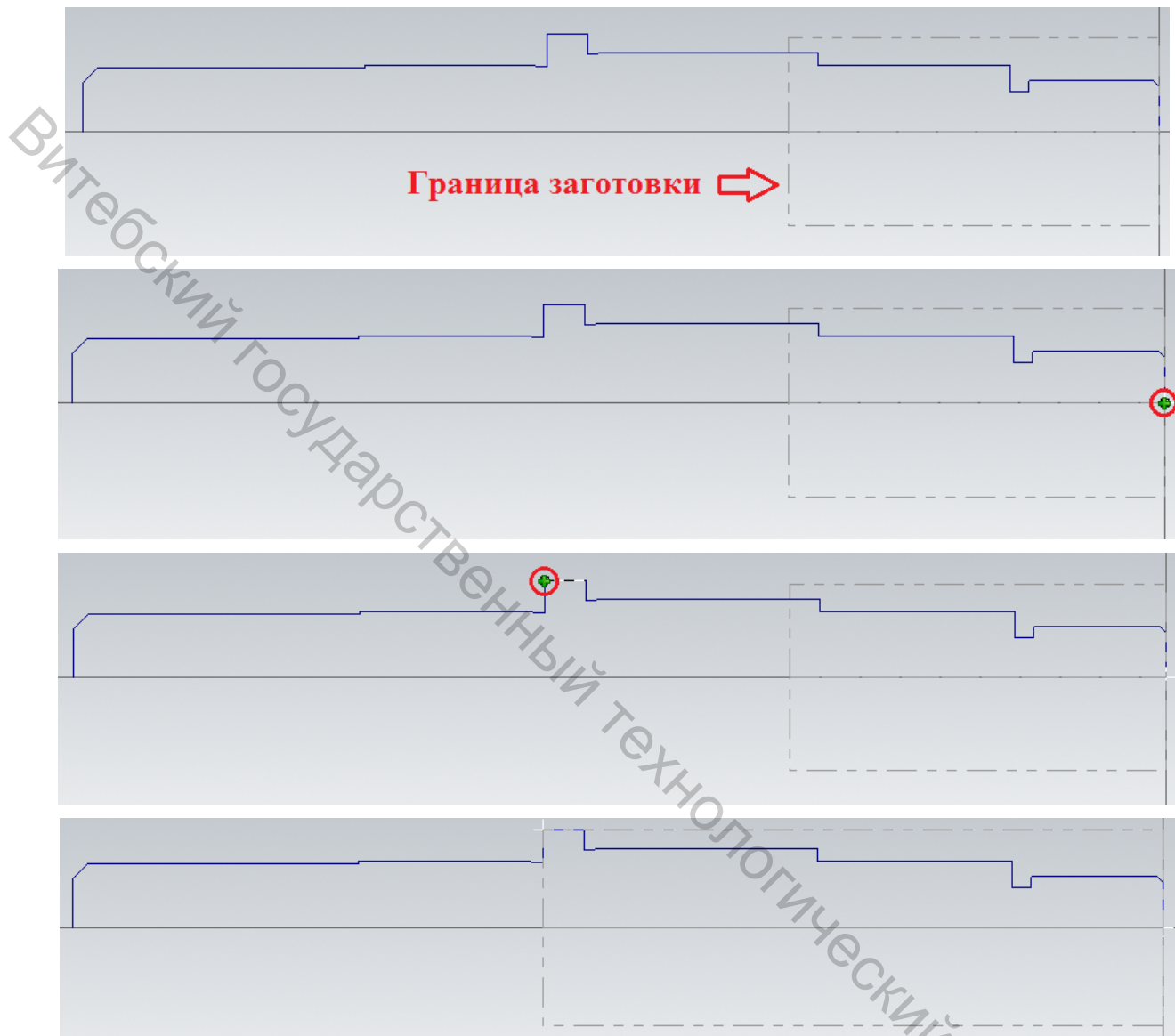
- В поле «*Name*» при необходимости изменить название заготовки.
- В выпадающем меню «*Geometry*» (*Геометрия*) выбрать значение «*Cylinder*» (*Цилиндр*).

Данный тип заготовки позволит создать цилиндрическую заготовку посредством ввода размеров с клавиатуры или выбора точек в графической области. Такой подход применим для большинства токарных операций.

- Нажать кнопку «*Make from 2 points...*» (*Создать по 2 точкам*).



- В графическом окне вначале выбрать ноль *СК*, а затем точку на поверхности большего из диаметров (габариты заготовки отображаются серой штрихпунктирной линией).



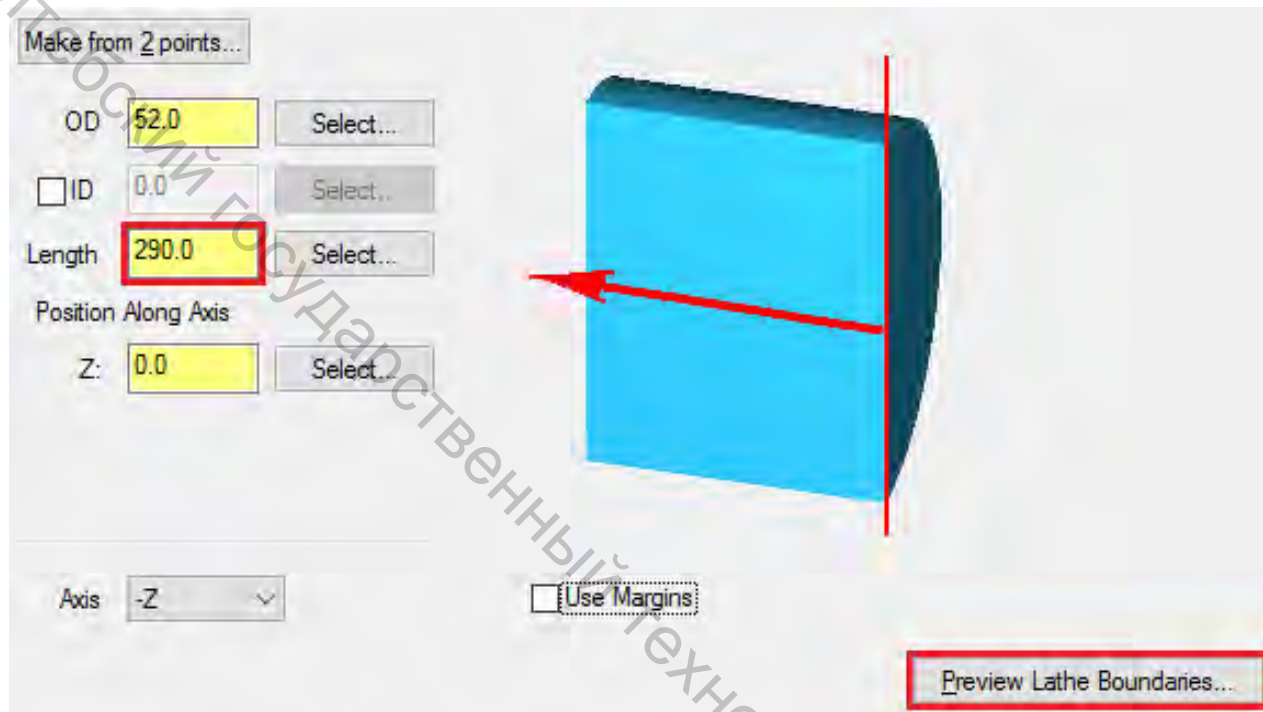
Mastercam рассчитает расстояние между точками, установит значение наружного диаметра «*OD*» и длины «*Length*» в соответствующем поле диалога *Менеджер компонентов станка – Заготовка*.

<u>OD</u>	52.0	Select...
☐ ID	0.0	Select...
<u>Length</u>	165.0	Select...

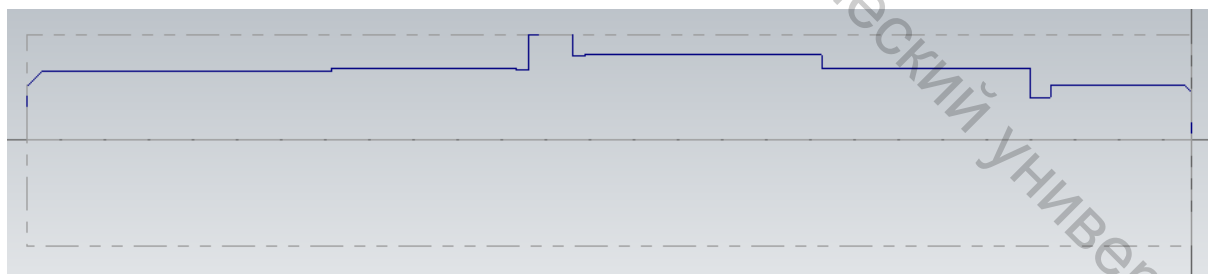
- Наружный диаметр заготовки соответствует диаметру детали. Зная длину детали, в соответствующее поле необходимо ввести его значение. Поле для ввода числовых значений поддерживают ввод числа в виде арифметического выражения.

В поле *Длина* ввести значение, например, «290».

Для предварительного просмотра границ заготовки необходимо нажать «*Preview Lathe Boundaries...*» (*Предварительный просмотр границ*).

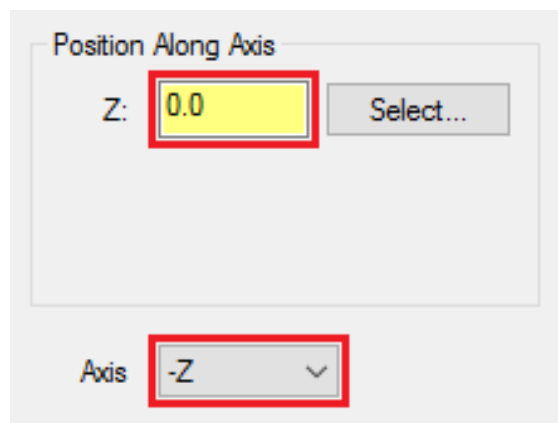


В графическом окне можно наблюдать следующую картину:



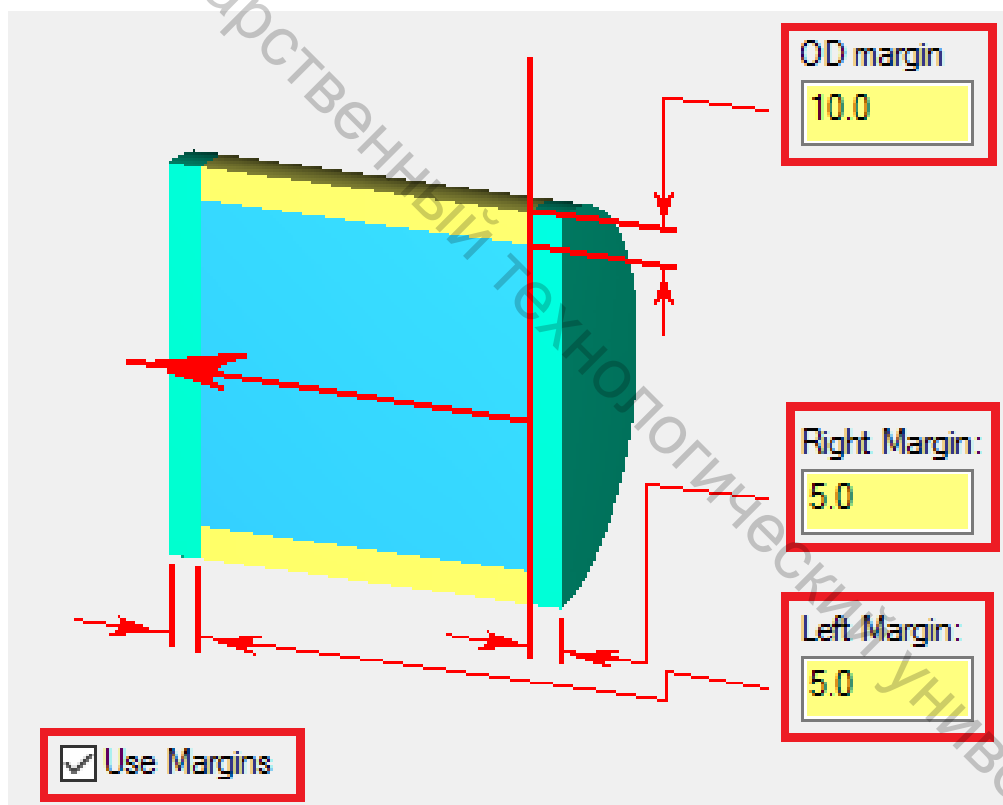
- В поле «*Position Along Axis*» (*Позиция вдоль оси*) установить значение параметра *Z*, равное «0.0», а в поле *Ось* установить значение $-Z$ (определяет направление заготовки).

Эти два параметра определяют расположение и направление заготовки. Ноль цилиндрической заготовки размещен в начале координат, а направление цилиндра выбрано вдоль $-Z$.

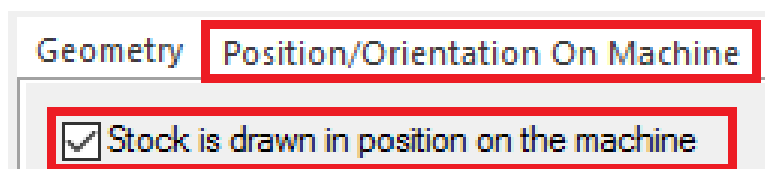


- Поставить галочку в поле «Use Margins» (Использовать поля). В этом режиме можно задать припуски по торцам и диаметрам. Назначить припуск на наружный диаметр (поле «OD»), равный, например, 6 мм, припуск на правом и левом торце – 5 мм (поле «Right Margin»).

MasterCAM будет учитывать назначенные значения припуском при расчёте траекторий обработки.



- Перейти на вкладку «Position/Orientation On Machine» (Позиция/Ориентация на станке) и убедиться, что активна опция «Stock is drawn in position on the machine» (Заготовка нарисована в позиции на станке).



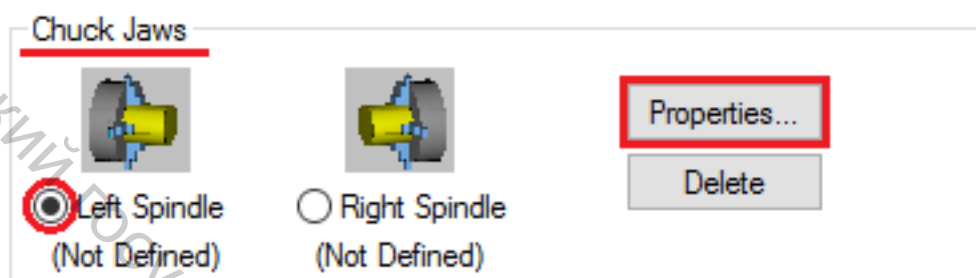
- Нажать <OK> для подтверждения ввода настроек заготовки.

Заготовка в левом шпинделе определена.

1.9 Определение геометрии кулачков

На данном этапе предстоит задать геометрию кулачков токарного патрона и настроить их позиционирование. Рассмотренный ниже подход применим лишь в случае, когда уже определены параметры заготовки.

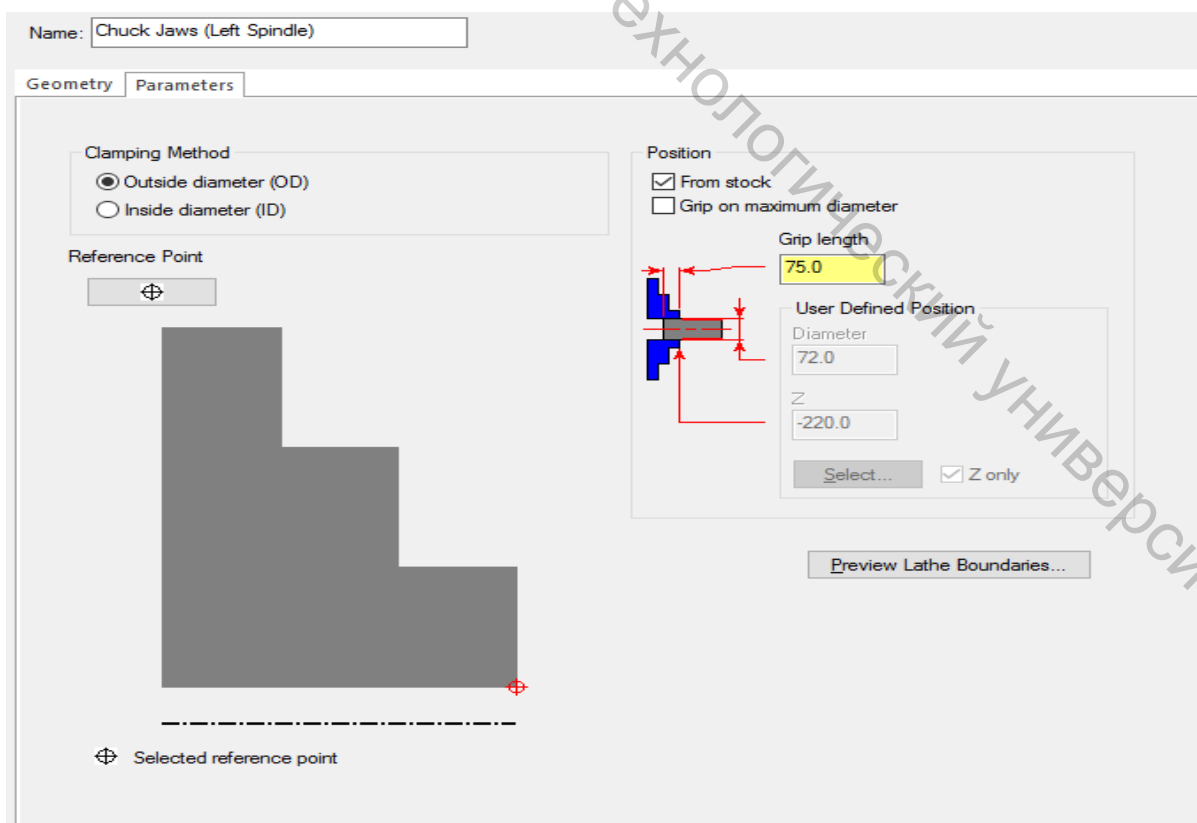
- В поле «Chuck Jaws» (Кулачки) выбрать *Левый шпиндель* и нажать *Свойства*.



- В диалоговом окне выбрать вкладку *Параметры*. В разделе *Позиция* поставить галочку в поле «From stock» (*Из припуска*) и установить значение параметра «Grip length» (*Длина зажима*), например, равным 75 мм.

В результате позиция кулачков будет рассчитана, исходя из наружного диаметра заготовки и длины зажима кулачками.

Остальные настройки в диалоге *Менеджер компонентов станка – Кулачки* должны соответствовать иллюстрации ниже.

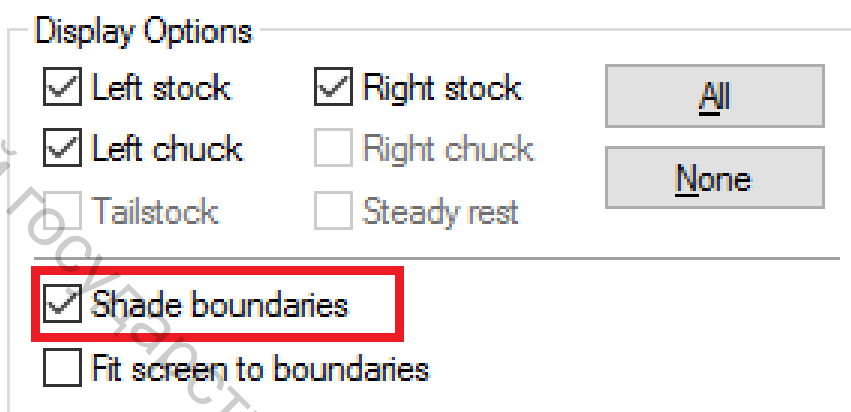


В случае несоответствия настроек в рассматриваемом диалоге внести изменения аналогично иллюстрации выше.

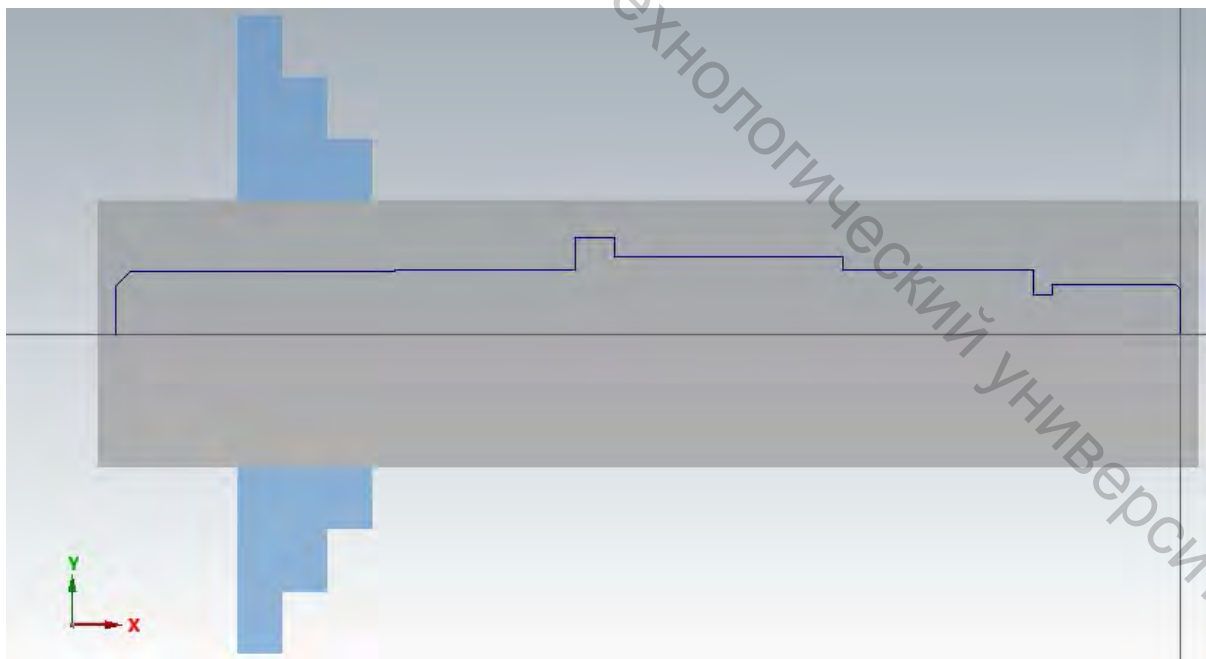
- Нажать <OK> для подтверждения изменений.

На вкладке *Настройки заготовки* теперь указано примечание «*Defined*» (*Определено*) для левого шпинделя и соответствующей ему заготовки.

- Включить опцию «*Shade boundaries*» (*Закрасить границы*) для более наглядного отображения границ заготовки и кулачков.



- Нажать <OK> для выхода из диалогового окна *Свойства станочной группы*.



На данном этапе подготовка детали и настройка основных технологических параметров завершена. Можно приступать к программированию операций обработки.

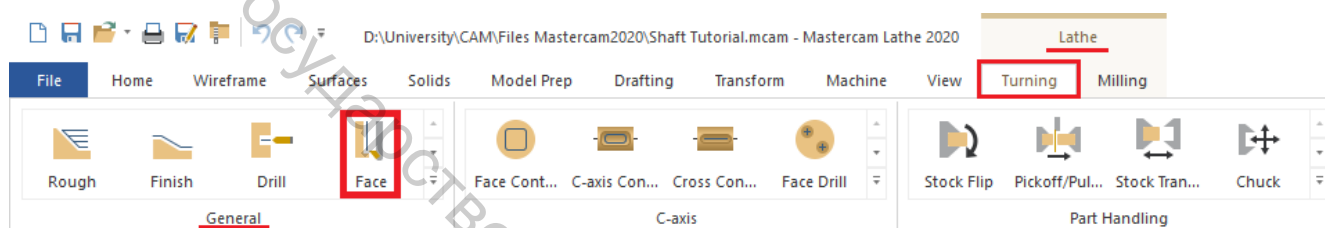
2 ОБРАБОТКА ТОРЦА, ЧЕРНОВАЯ И ЧИСТОВАЯ НАРУЖНАЯ ОБРАБОТКА, НАРУЖНЫЕ КАНАВКИ, ВЕРИФИКАЦИЯ ТРАЕКТОРИЙ

По завершении основных технологических настроек можно приступить к программированию операций обработки.

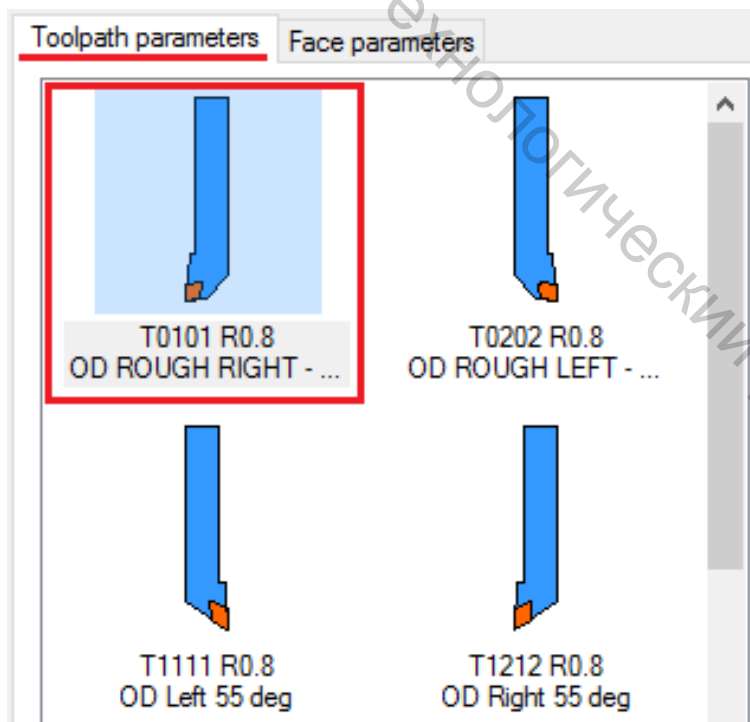
2.1 Обработка торца

Для обработки торца не требуется выбор геометрии. *Mastercam* создаст траекторию на основании параметров операции обработки торца и настроек геометрии заготовки.

2.1.1 На вкладке *Точение* в разделе «*General*» (*Общее*) выбрать операцию «*Face*» (*Торец*). Откроется диалог *Токарное торцевание*.



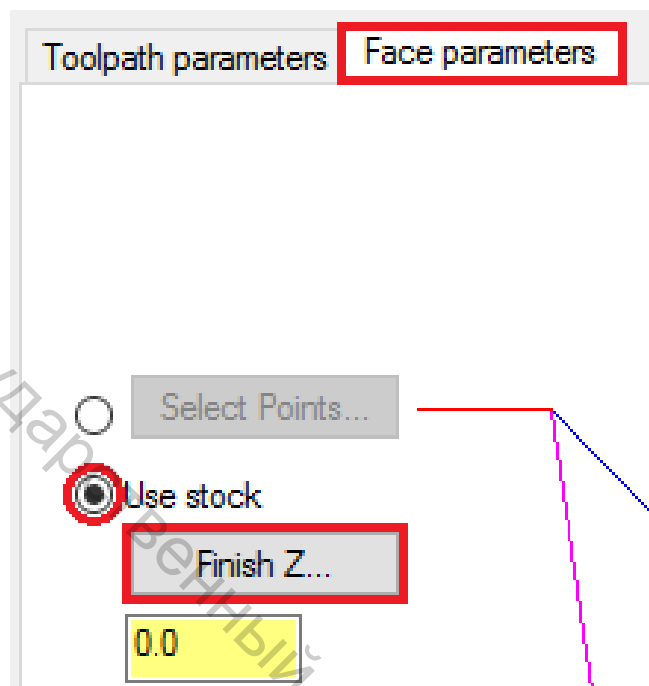
2.1.2 На вкладке *Параметры траектории* выбрать соответствующий инструмент, например, T0101 R0.8 OD ROUGH RIGHT – 80 DEG. Для остальных параметров оставить значения по умолчанию.



В *Mastercam* доступна цветовая индикация ориентации токарного инструмента. Пластина отображается красным цветом, если она ориентирована от наблюдателя, жёлтым – на наблюдателя.

2.1.3 Необходимо настроить параметры обработки. Для этого перейти на вкладку *Параметры торцевания* и убедиться, что выбран параметр *Использовать припуск* (данная операция доступна только, если определена геометрия заготовки).

2.1.4 Ввести значение 0 или нажать «*Finish Z...*» (*До точки по Z*), после чего указать начало координат в графической области.



2.1.5 Для остальных параметров оставить значения по умолчанию и нажать <ОК>, чтобы создать траекторию.

Если траектории инструмента задаются в ассоциативной связи с геометрией заготовки, то при её изменении траектории будут автоматически пересчитаны после регенерирования.

2.2 Черновая наружная обработка

Операция черновой токарной обработки предназначена для удаления большого припуска в целях подготовки детали к чистовым проходам.

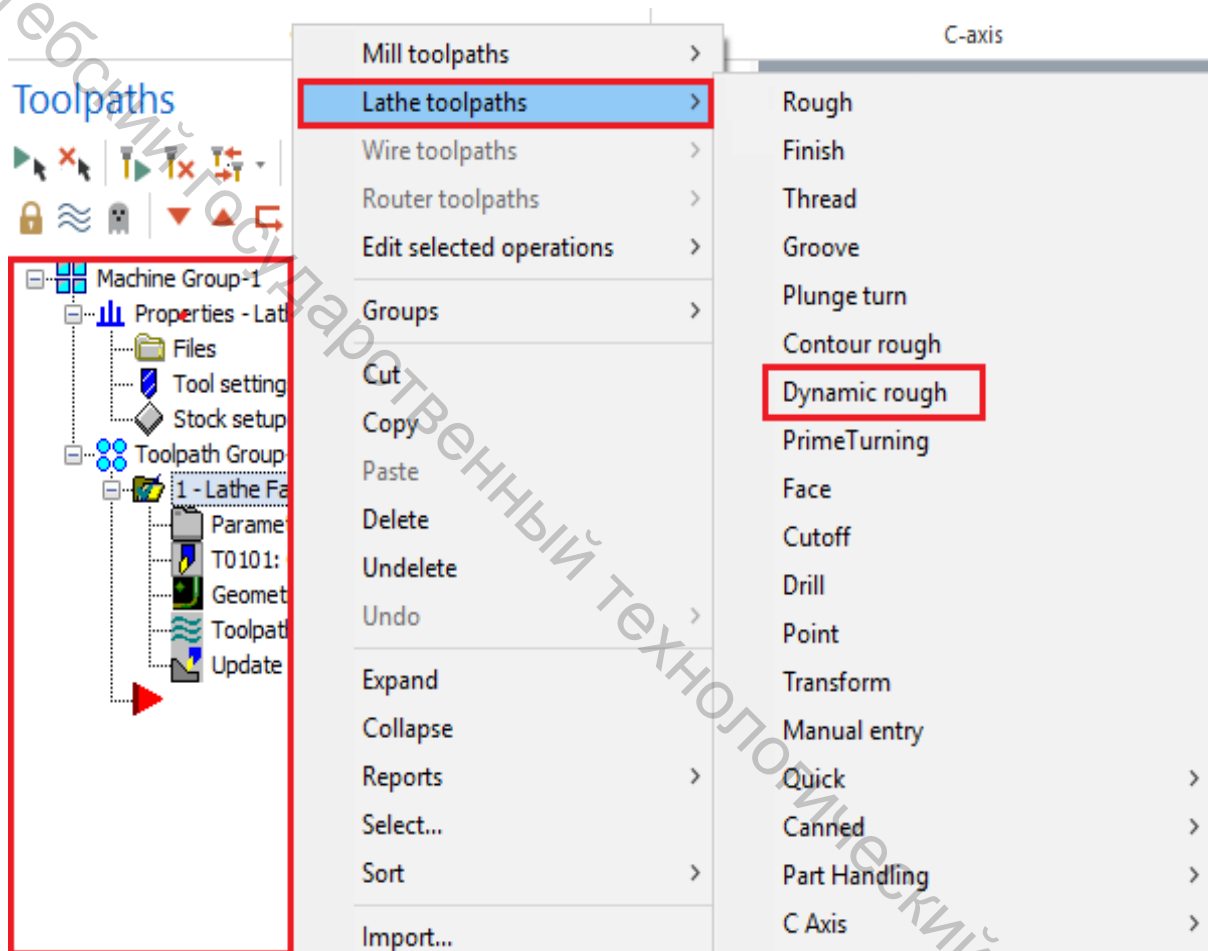
В *Mastercam* реализованы следующие типы черновых траекторий:

- стандартные черновые траектории, позволяющие использовать весь набор опций черновой обработки, доступные в *Mastercam*;
- циклы черновой обработки – используют поддерживаемые станком циклы черновой обработки для уменьшения объёма кода УП;
- циклы контурной черновой обработки – черновые проходы, эквидистантные контуру детали;
- динамические черновые траектории – проходы с оптимизированной величиной снимаемого припуска, позволяющие эффективно использовать режущие пластины, увеличивать стойкость инструмента и повысить скорость резания;

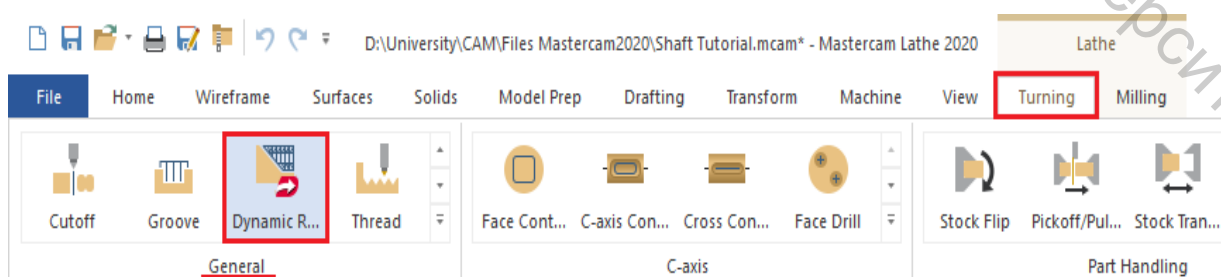
– контурные черновые траектории – данный вид траекторий целесообразно применять в случае, когда заготовка повторяет геометрию детали (например, для обработки отливок).

В рассматриваемом примере применяются динамические цикловые траектории.

2.2.1 В контекстном меню *Менеджера траекторий* кликнуть правой кнопкой мыши в свободной области и выбрать *Lathe toolpaths* → *Dynamic Rough* (Черновая динамическая).



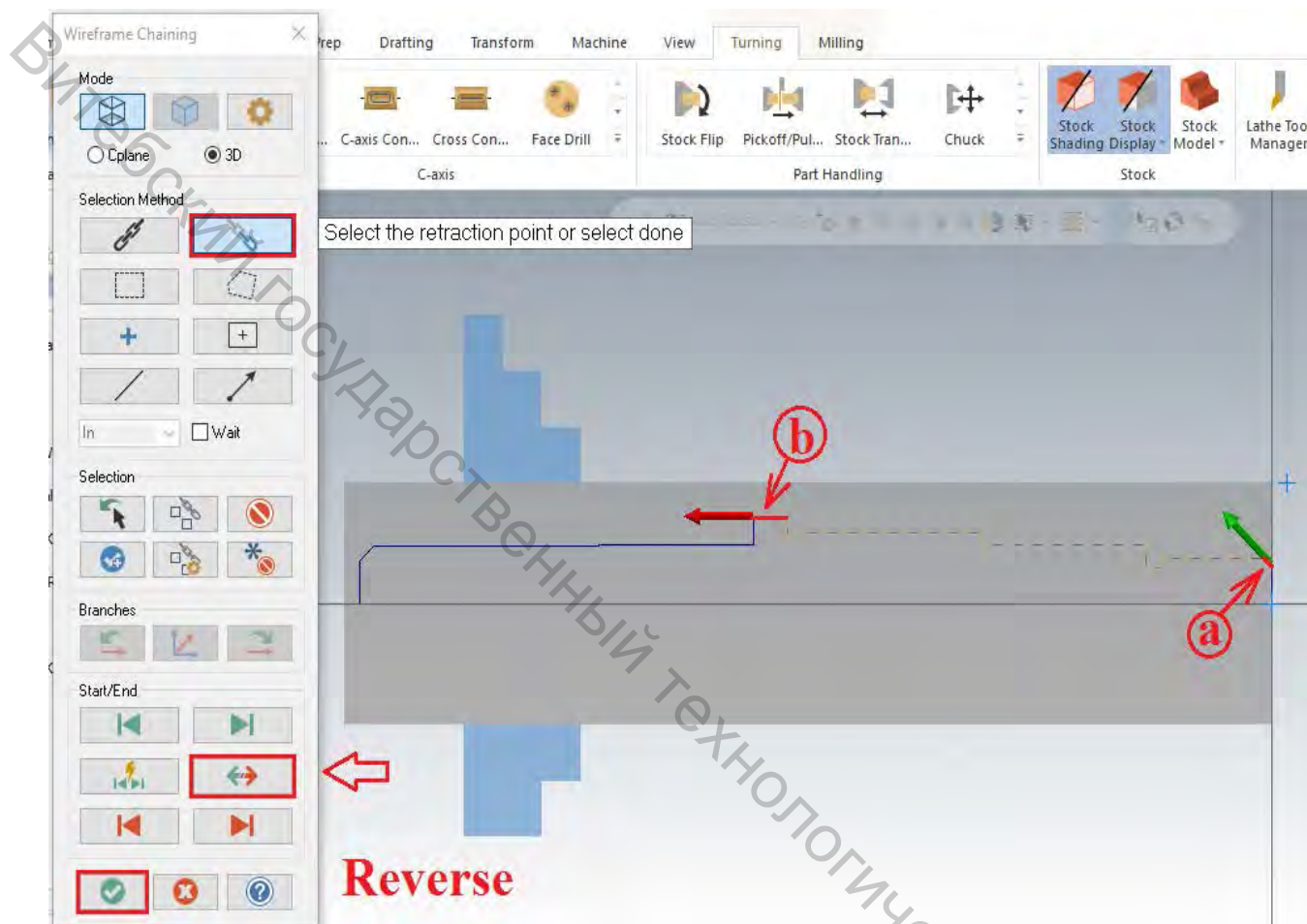
Также можно на вкладке *Точение* в разделе *Общее* выбрать операцию *Черновая динамическая траектория*.



2.2.2 Выбрать последовательно отрезок *a*, затем отрезок *b* для выбора цепочки в режиме «*Partial*» (Частично). Стрелка должна быть направлена

влево под углом 45° к вертикали, если же она направлена вправо, необходимо нажать кнопку «Reverse» (Реверсирование) в окне, открывшемся при использовании функции *Черновая динамическая траектория*.

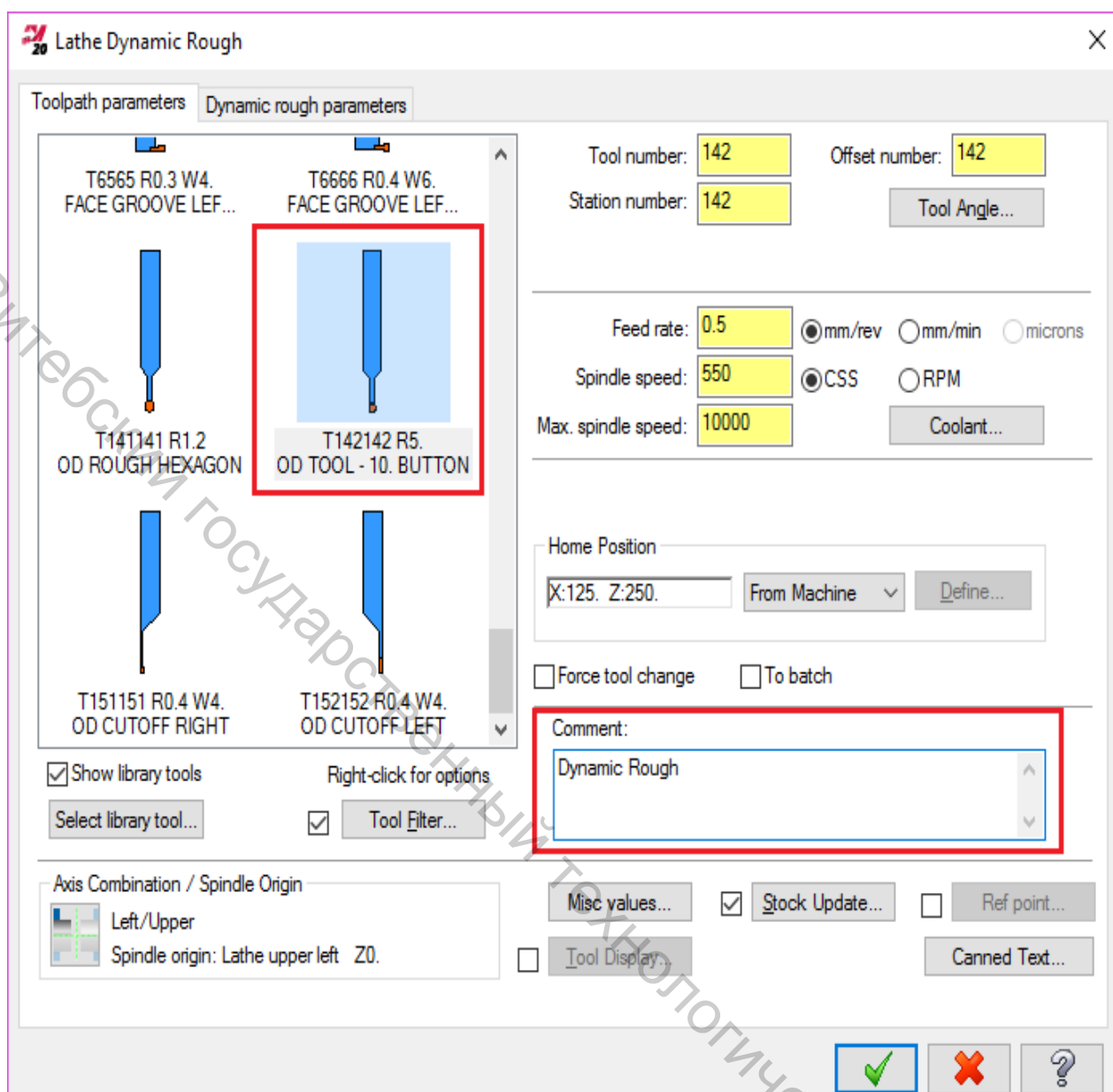
Нажать кнопку <OK> в диалоговом окне подтверждения выбора геометрии.



2.2.3 Как в случае с многими траекториями в *Mastercam*, для программирования черновой обработки необходимо задать геометрию инструмента и параметры обработки.

На вкладке *Параметры траектории* выбрать соответствующий инструмент, например, T142142 R5 OD TOOL – 10. BUTTON. В поле «Comment» (Комментарии) ввести *Черновая динамическая*.

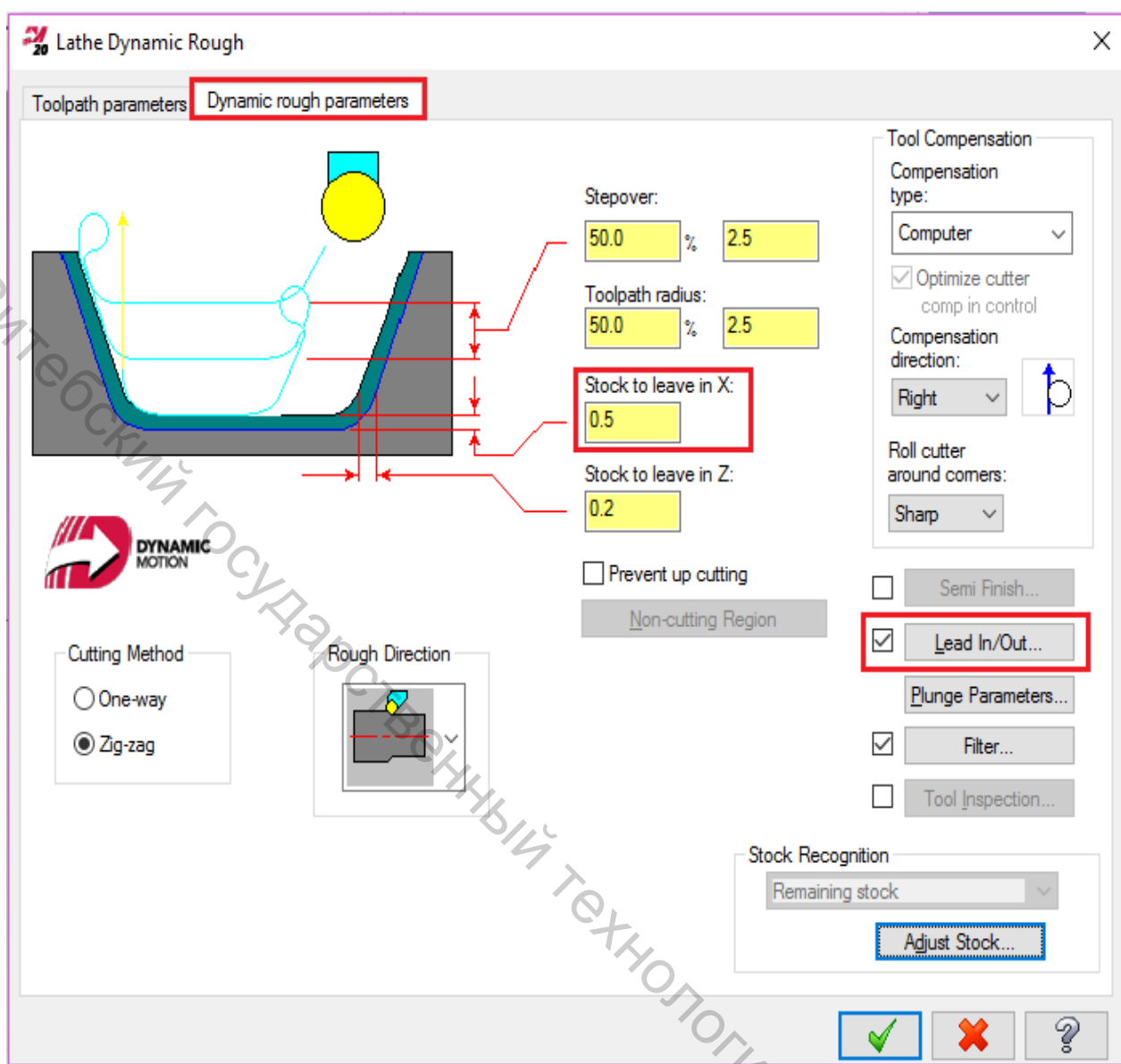
Комментарий необходим для идентификации операций в *Менеджере траекторий*. Возможен ввод комментария в коде УП при постпроцессинге. Использование комментариев не является обязательным.



2.2.4 Перейти на вкладку *Черновые динамические параметры* и установить значение «*Stock to leave in X*» (*Остаточный припуск по X*), например, равным 0,5 мм.

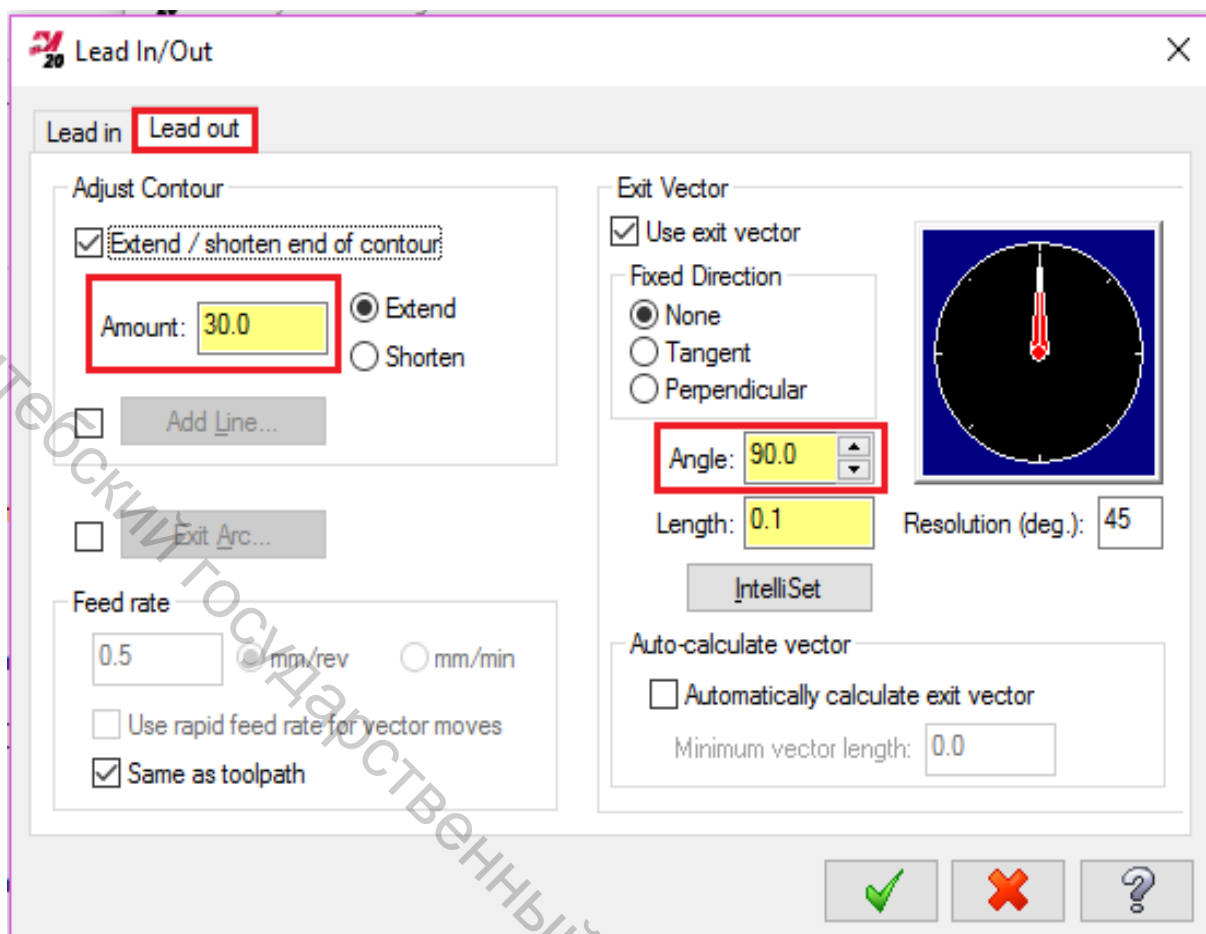
Нажать кнопку «*Lead in/Out...*» (*Подвод/Отвод*). Откроется соответствующее диалоговое окно.

В данном диалоге можно задать параметры подвода и/или отвода инструмента. Благодаря данному функционалу нет необходимости создавать для этих целей дополнительную геометрию, что позволяет увеличить скорость программирования операций, уменьшить трудоёмкость.



Перейти на вкладку *Отвод* и включить опцию «*Extend / shorten end of contour*» (*Продлить / укоротить конец контура*). Продлить контур, например, на 30 мм. В поле «*Angle*» (*Угол*) ввести значение 90°.

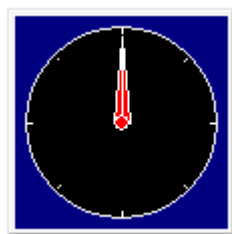
Наборы опций на вкладках *Подвод* и *Отвод* идентичны. Функции в данном диалоге направлены на создание оптимальных перемещений при входе и выходе инструмента.



Это угол, под которым инструмент будет отходить от детали в конце каждого прохода.

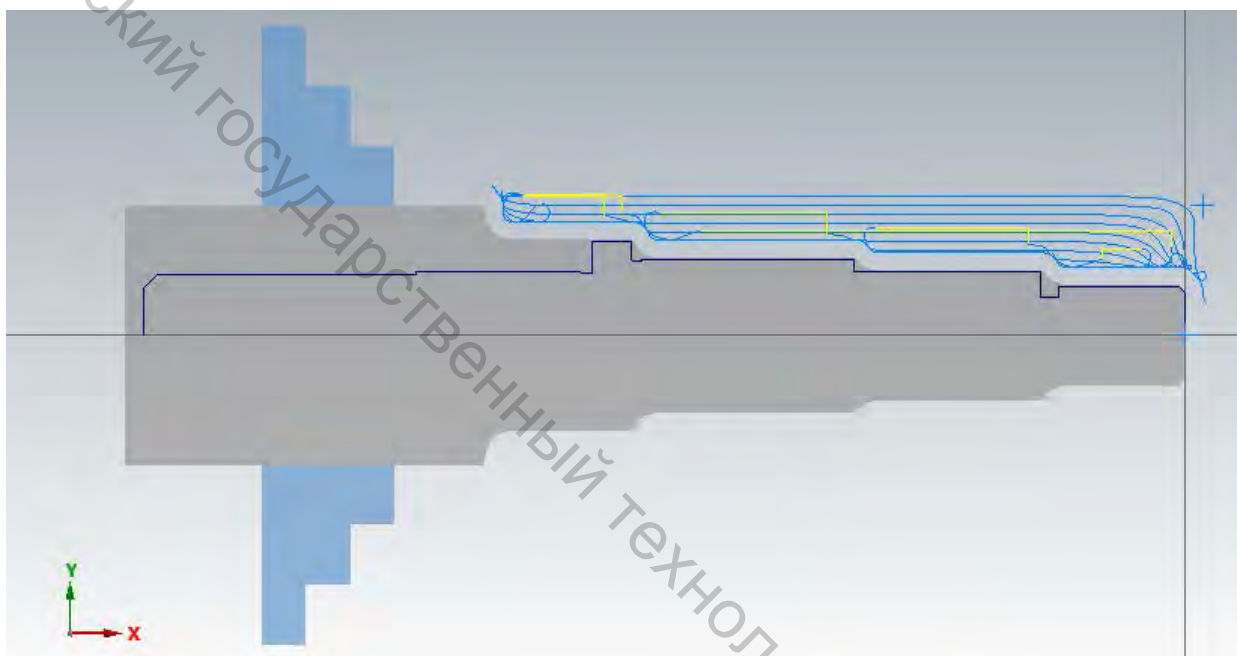


Устанавливать угол вектора подвода или отвода удобно посредством визуализированного интерактивного циферблата со стрелкой. При перемещении стрелки значение угла вводится в соответствующее поле автоматически.



2.2.5 Нажать <ОК>, чтобы вернуться в диалог *Черновая динамическая*. Для остальных параметров оставить значения по умолчанию.

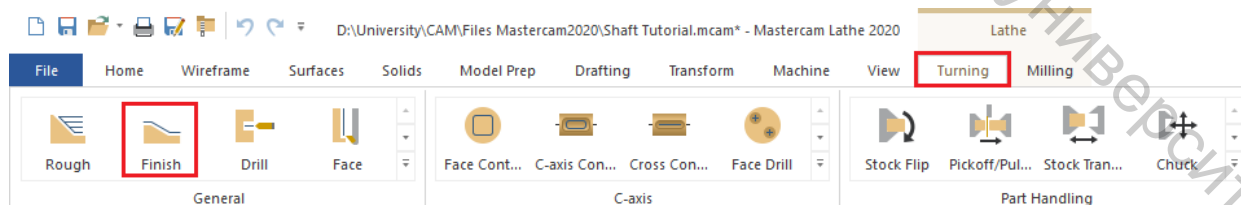
2.2.6 Нажать <ОК>, чтобы сгенерировать траекторию.



2.3 Чистовая обработка

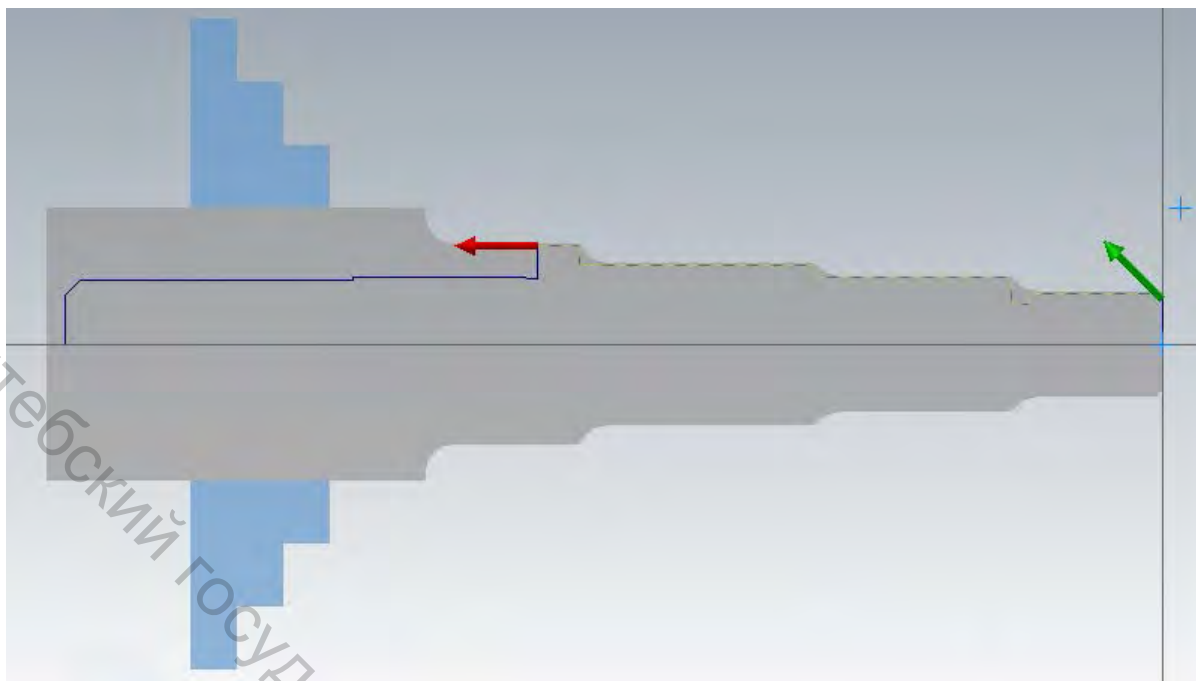
Чистовая операция позволяет запрограммировать проход инструмента по выбранному контуру.

2.3.1 На вкладке *Точение* выбрать операцию «*Finish*» (*Чистовая*).

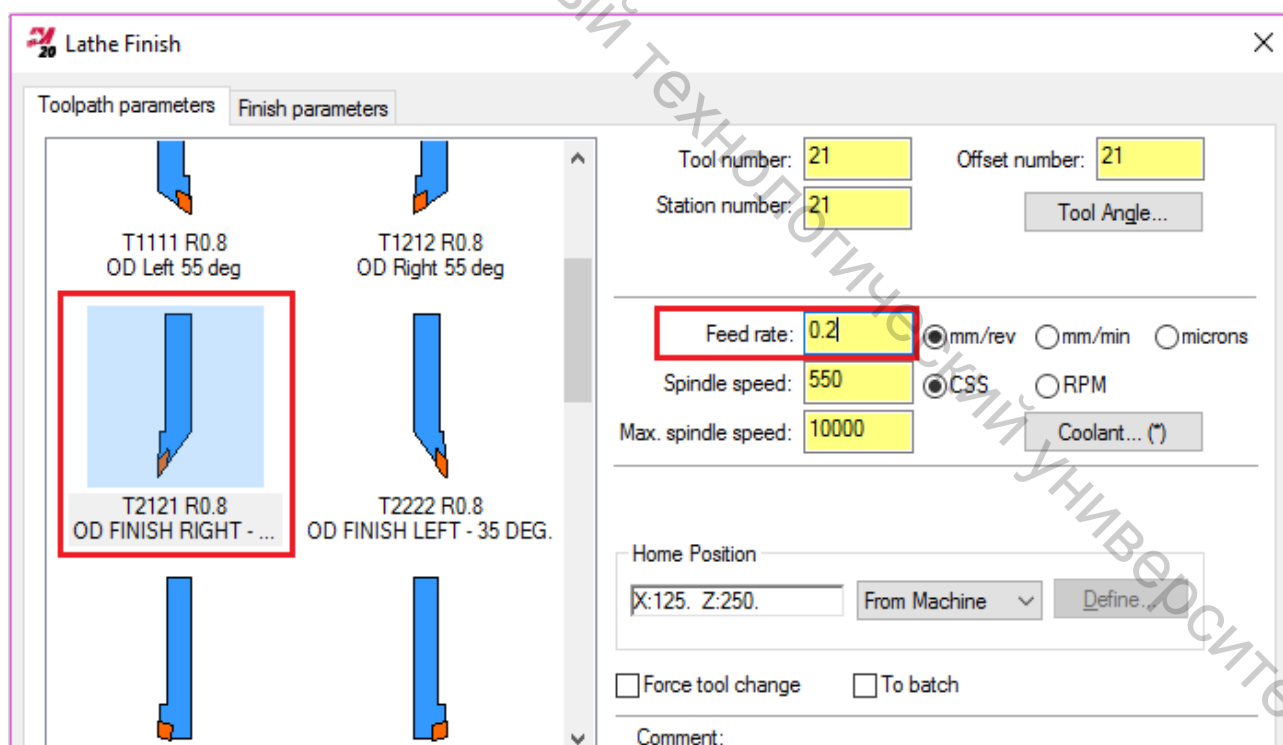


2.3.2 Выбрать геометрию, аналогичную черновой операции.

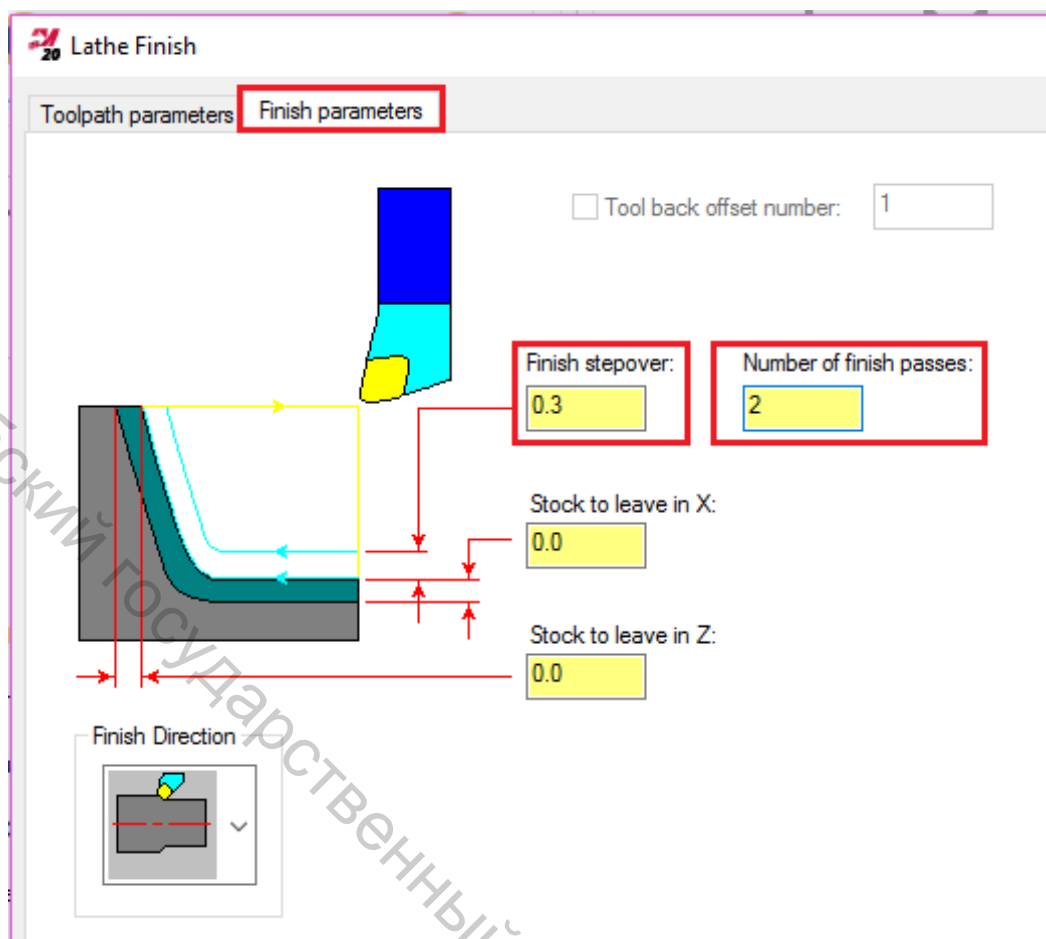
Порядок ввода параметров чистовой траектории аналогичен другим токарным операциям: сначала необходимо выбрать инструмент и соответствующие параметры, затем – настроить параметры процесса обработки.



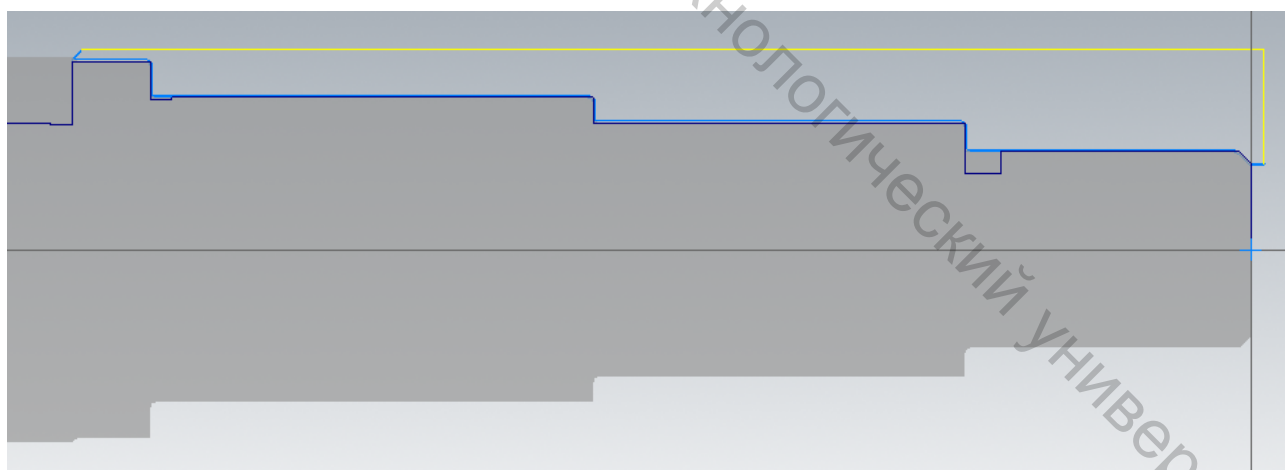
2.3.3 Выбрать чистовой резец, например, T2121 R0.8 OD FINISH RIGHT – 35 DEG и уменьшить величину «Feed rate» (Подача) до 0,2 мм/об. Для остальных параметров оставить значения по умолчанию.



2.3.4 Перейти на вкладку *Чистовые параметры* и установить величину «Finish stepover» (Чистовое врезание), например, 0.3 мм, а «Number of finish passes» (Количество чистовых проходов), например, равным 2. Для остальных параметров оставить значения по умолчанию. Нажать <OK>.



Mastercam создаст чистовую операцию.

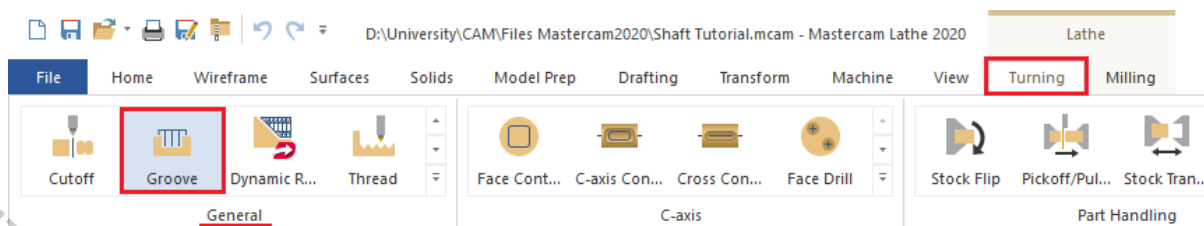


2.4 Наружные канавки

Для обработки канавок необходимы специальные траектории, так как их обработка с применением обычных черновых и инструмента затруднительна или невозможна. В *Mastercam* можно запрограммировать обработку нескольких канавок в одной операции, даже если их геометрия не связана.

Для обработки двух канавок необходимо выполнить следующее.

2.4.1 На вкладке *Точение* в разделе *Общее* выбрать операцию «Groove» (Канавка). Появится диалог *Опции обработки канавки*.

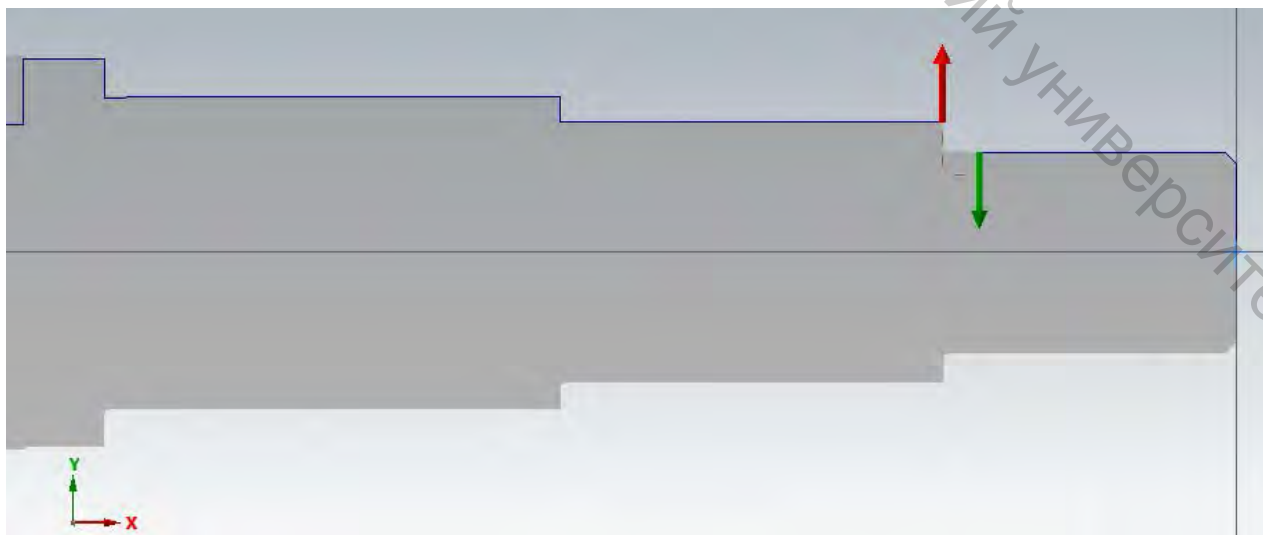


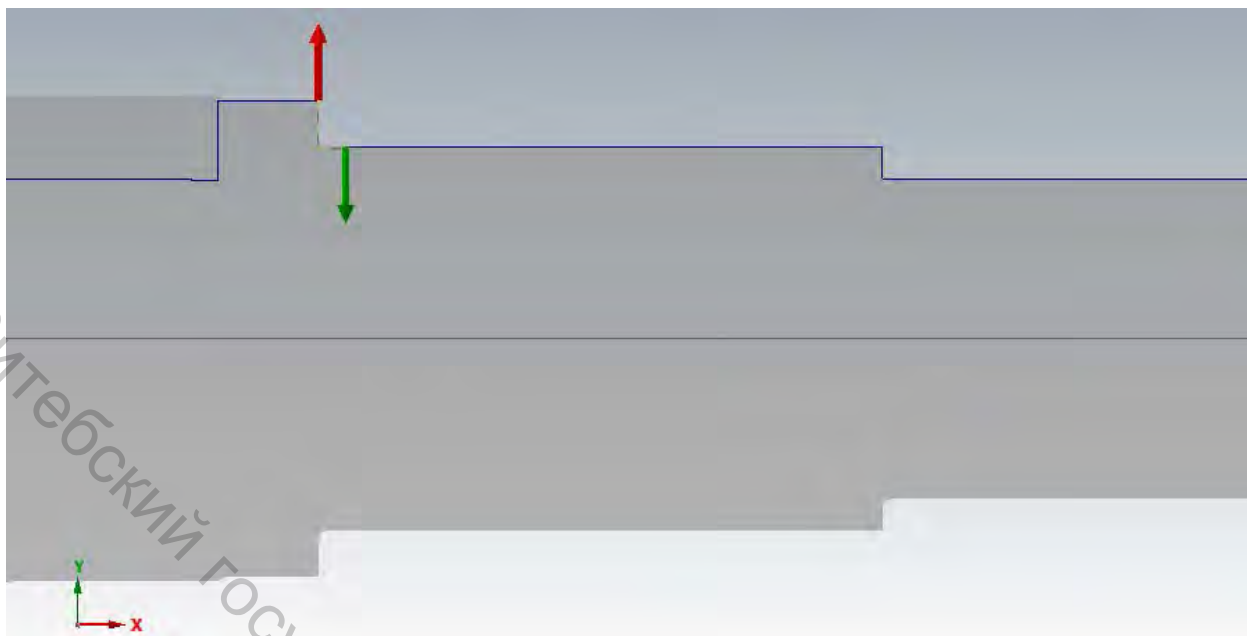
2.4.2 Выбрать опцию «Multiple chains» (Множественные цепочки) и нажать <OK>.



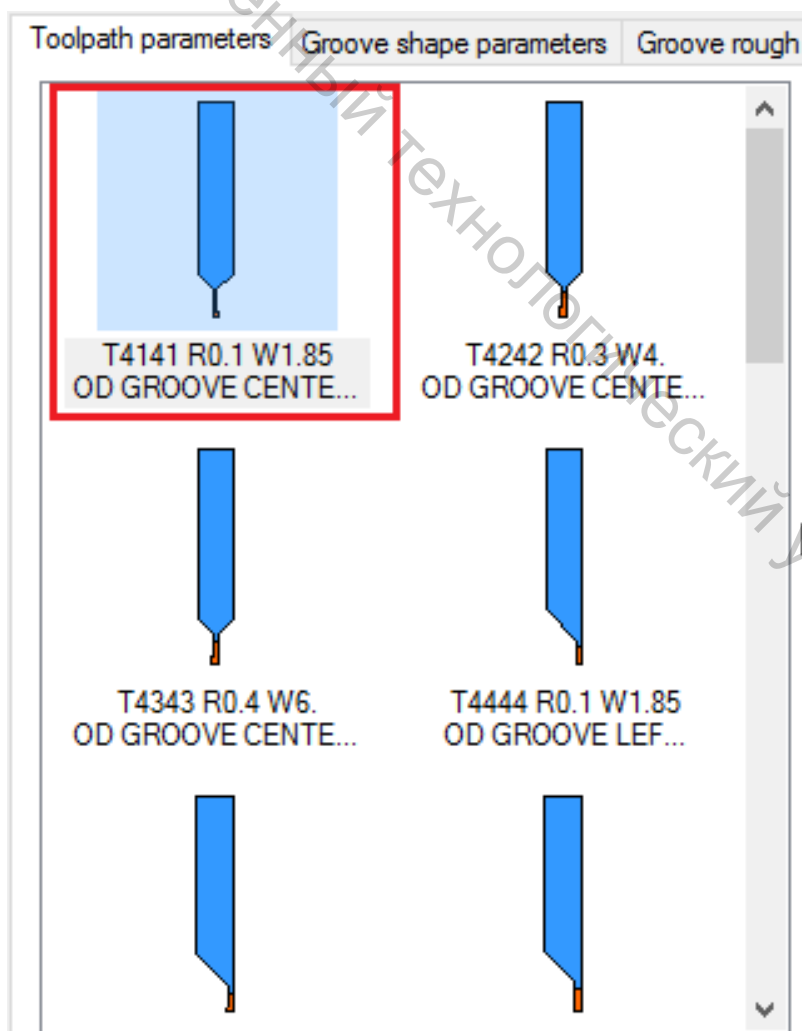
Откроется диалог *Выбор цепочки* и *Mastercam* отобразит текстовую подсказку с предложением выбрать точку входа или цепочку внутренней границы.

2.4.3 Выбрать две канавки, указав поочерёдно первый и последний отрезок цепочки, как показано на иллюстрациях. Нажать <OK>.

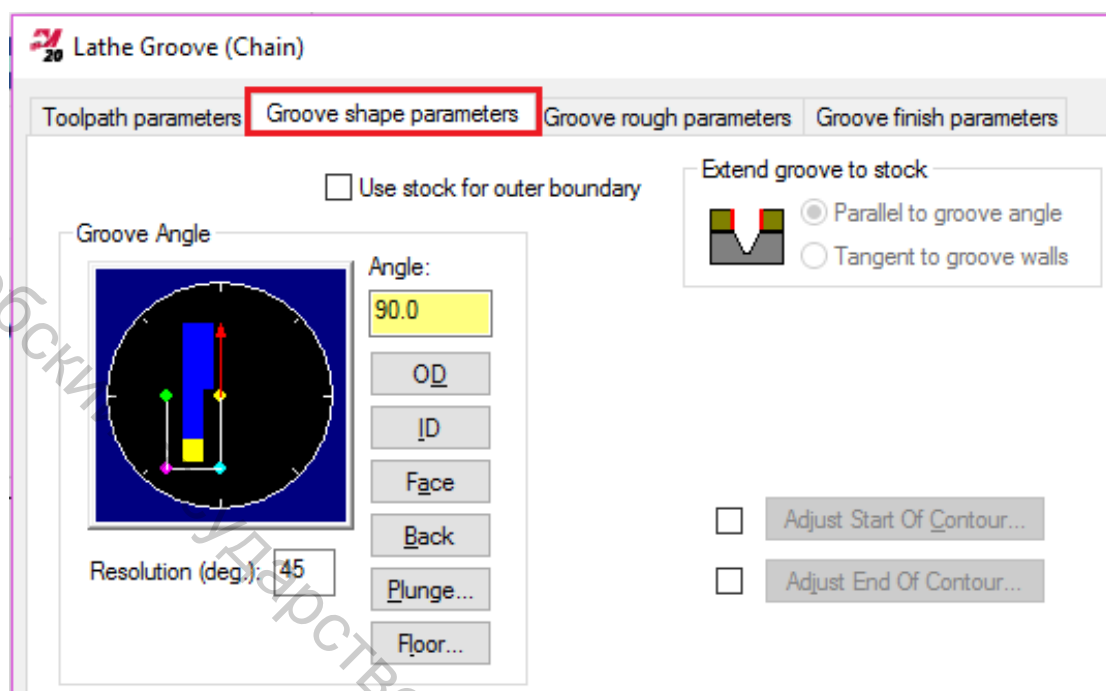




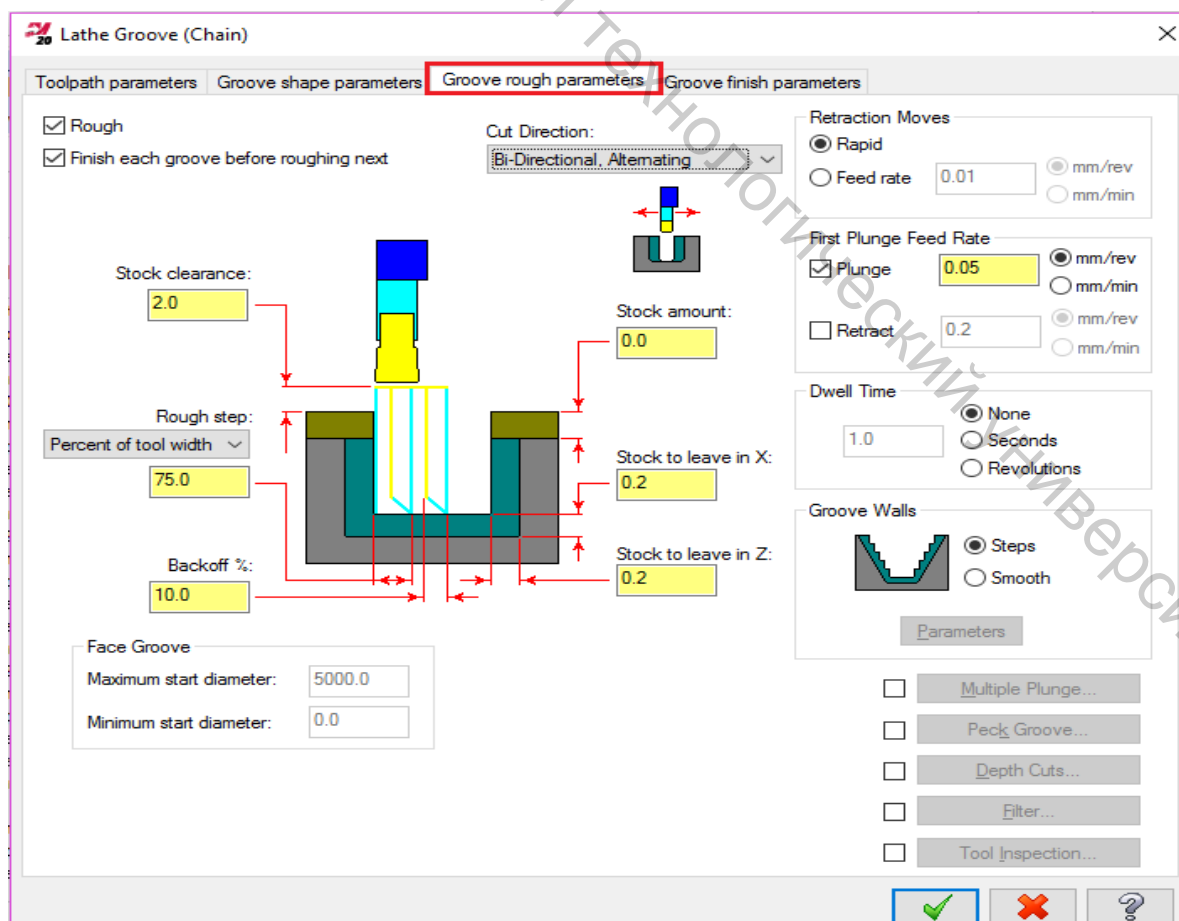
2.4.4 На вкладке *Параметры траектории* выбрать канавочный резец, например, T4141 R0.1 W1.85 OD GROOVE CENTER-NARROW. Для остальных параметров на данной странице оставить значения по умолчанию.



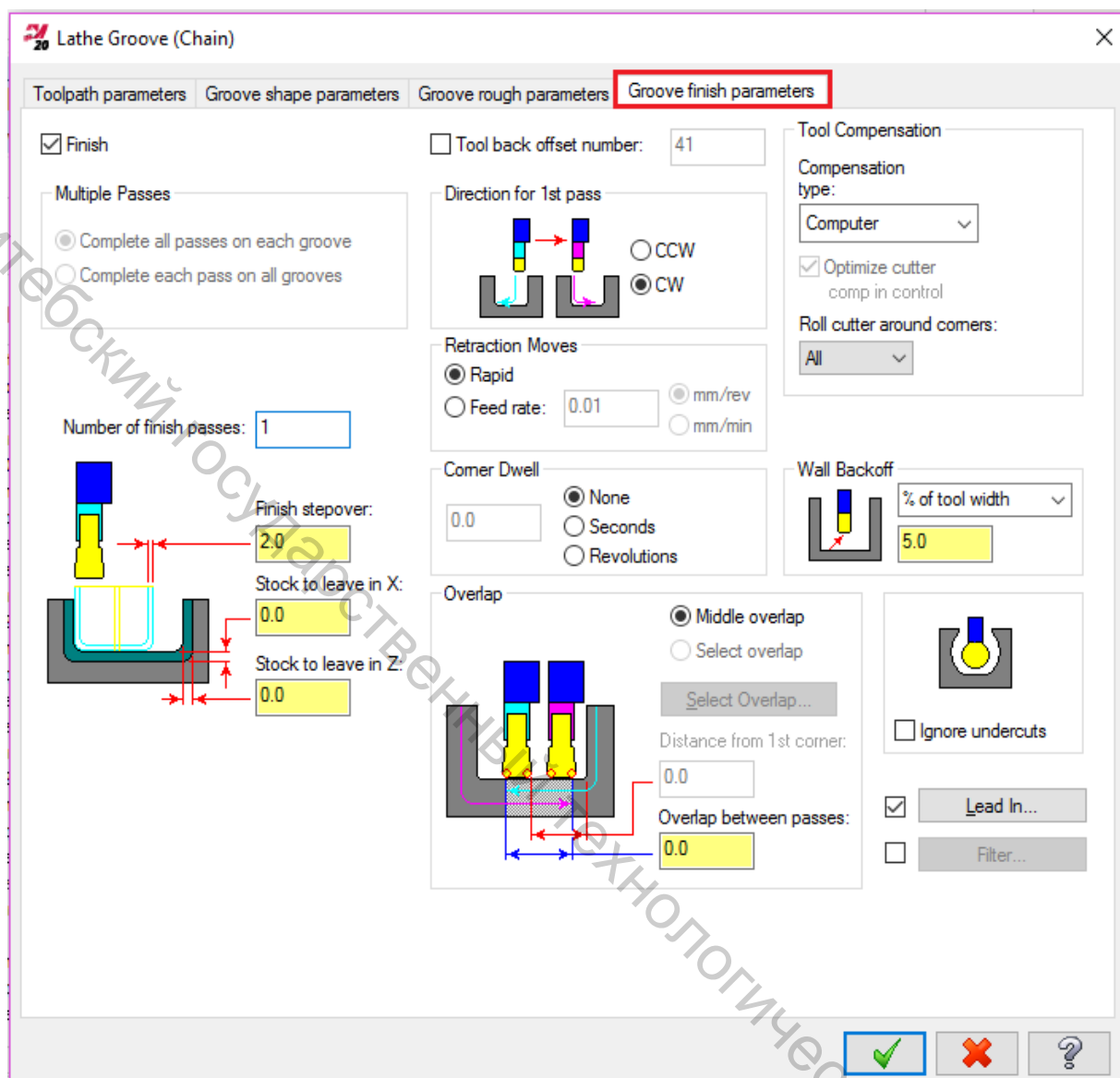
2.4.5 Перейти на вкладку «Groove shape parameters» (Параметры формы канавки) и убедиться, что все настройки сделаны, как на иллюстрации ниже.



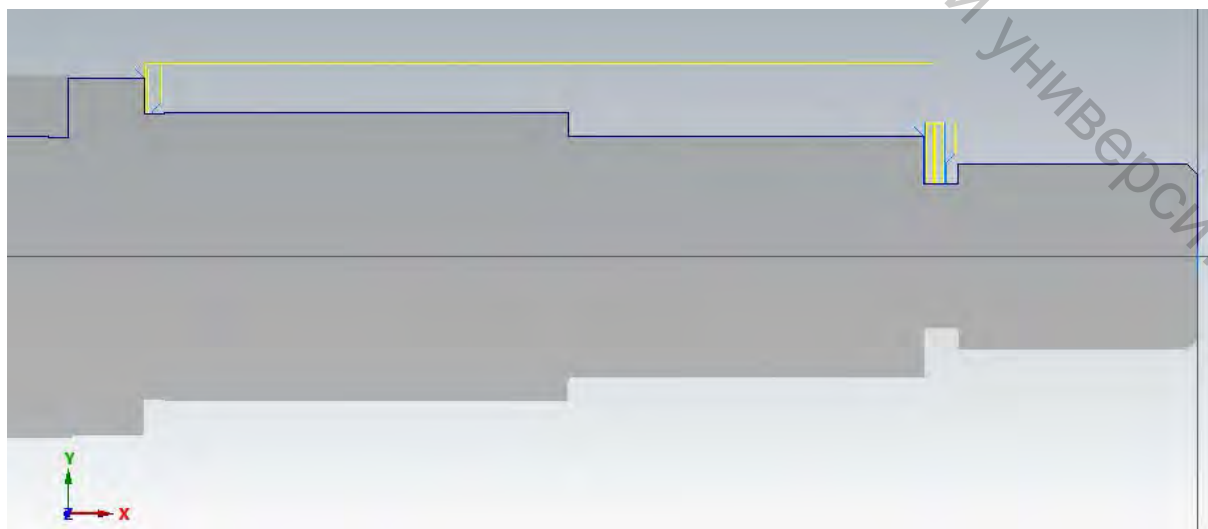
2.4.6 Перейти на вкладку Черновые параметры канавки и убедиться, что значения параметров установлены, как показано на иллюстрации ниже.



2.4.7 Перейти на вкладку *Чистовые параметры канавки* и убедиться, что все настройки установлены, как на иллюстрации ниже.



2.4.8 Нажать <OK>, чтобы создать траекторию.



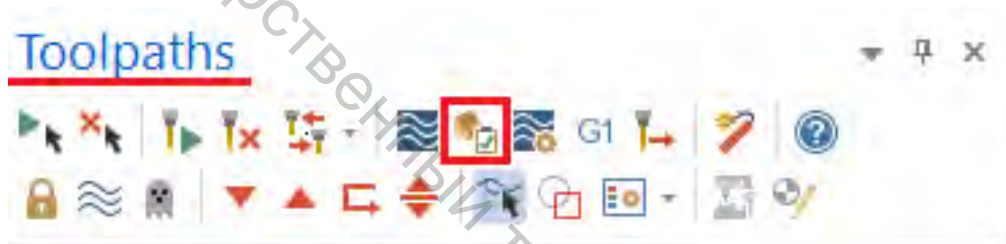
2.5 Верификация траекторий

Верификация траекторий (Бэкплот) – это визуализация инструмента по сгенерированным траекториям. Данный функционал позволяет обнаружить ошибки в программе до того, как она будет передана на станок, проверить запрограммированные траектории.

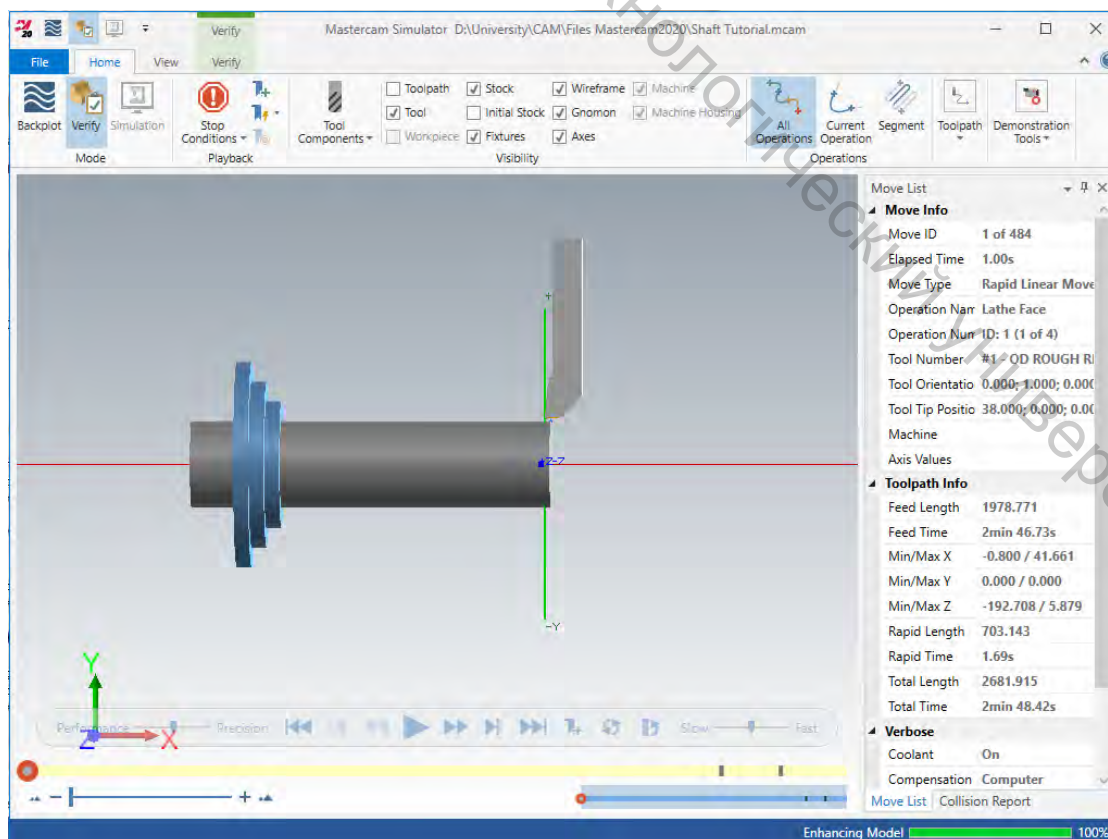
2.5.1 Нажать кнопку «*Select all operation*» (*Выбрать все операции*) в Менеджере траекторий для выбора созданных операций обработки торца, черновой и чистовой токарной обработки, точения канавок.



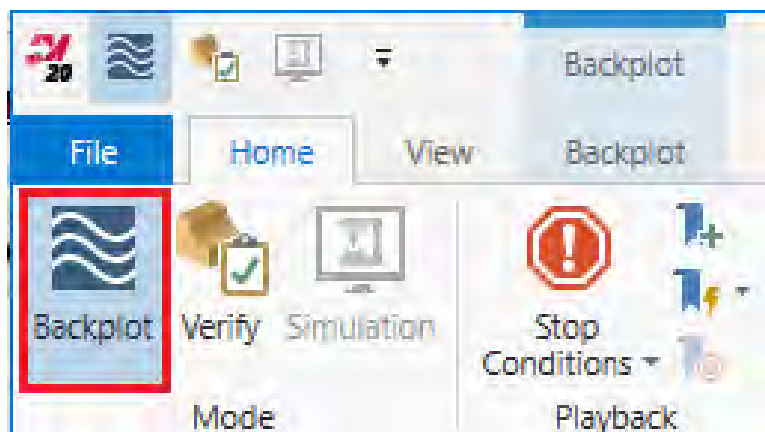
2.5.2 Нажать кнопку «*Verify selected operation*» (*Верификация выбранных операций*).



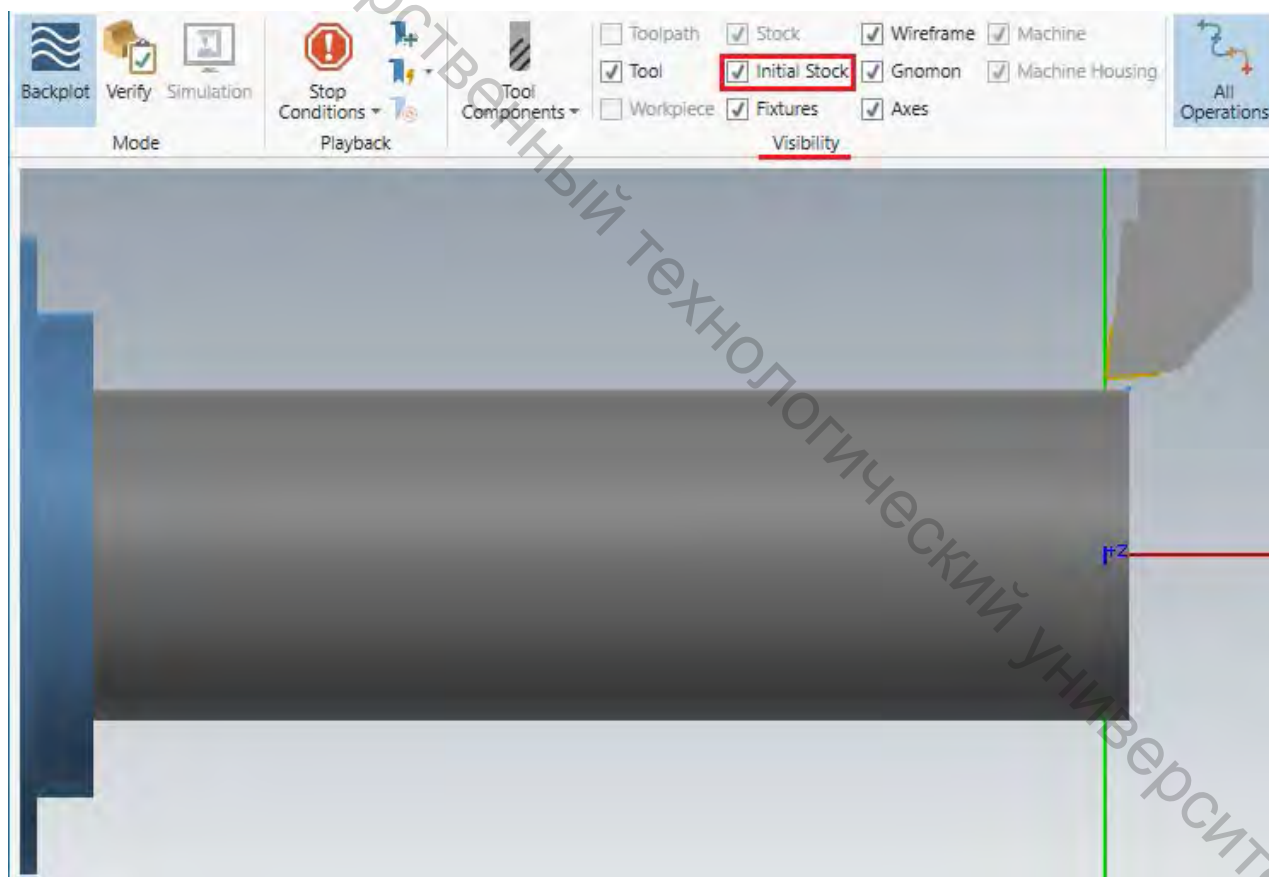
В отдельном окне откроется *Mastercam Simulator*.



2.5.3 В ленте команд выбрать режим *Backplot*.

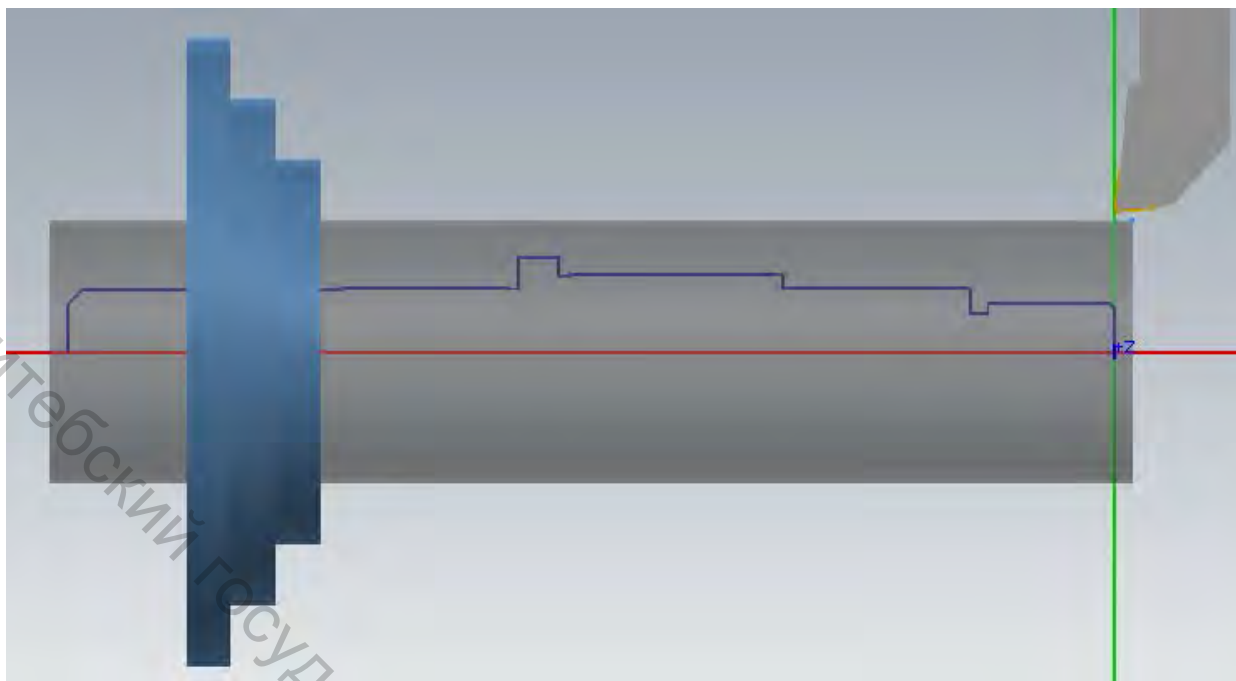


2.5.4 Включить опцию «*Initial Stock*» (*Начальная заготовка*) в разделе «*Visibility*» (*Отображение*) на ленте команд для отображения геометрии заготовки до начала обработки.



2.5.5 Вновь кликнуть на опцию *Начальная заготовка*. В результате геометрия начальной заготовки будет отображаться прозрачной.

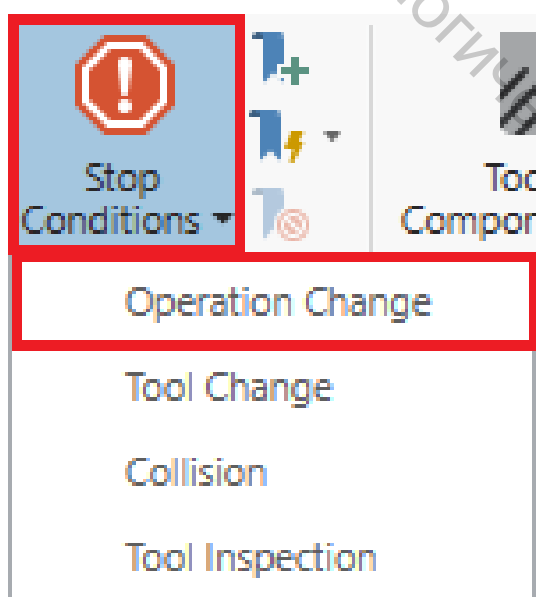
Каждая из опций в разделе *Отображение* имеет три режима: отображение включено, режим прозрачности и отображение отключено.



2.5.6 Нажать кнопку «Play» (Запуск) в нижней части окна *Mastercam Simulator*.

В результате будут в анимированном виде показаны перемещения инструмента с отображением информации по траектории на панели «Move list» (Список перемещений) в правой части экрана.

Чтобы симуляция приостанавливалась по завершении каждой из операций, необходимо включить опцию «Operation Change» (Смена операций) в меню «Stop condition» (Условия останова).



Управлять симуляцией можно с клавиатуры: <R> – запуск/стоп, <S> – шаг вперед, – шаг назад.

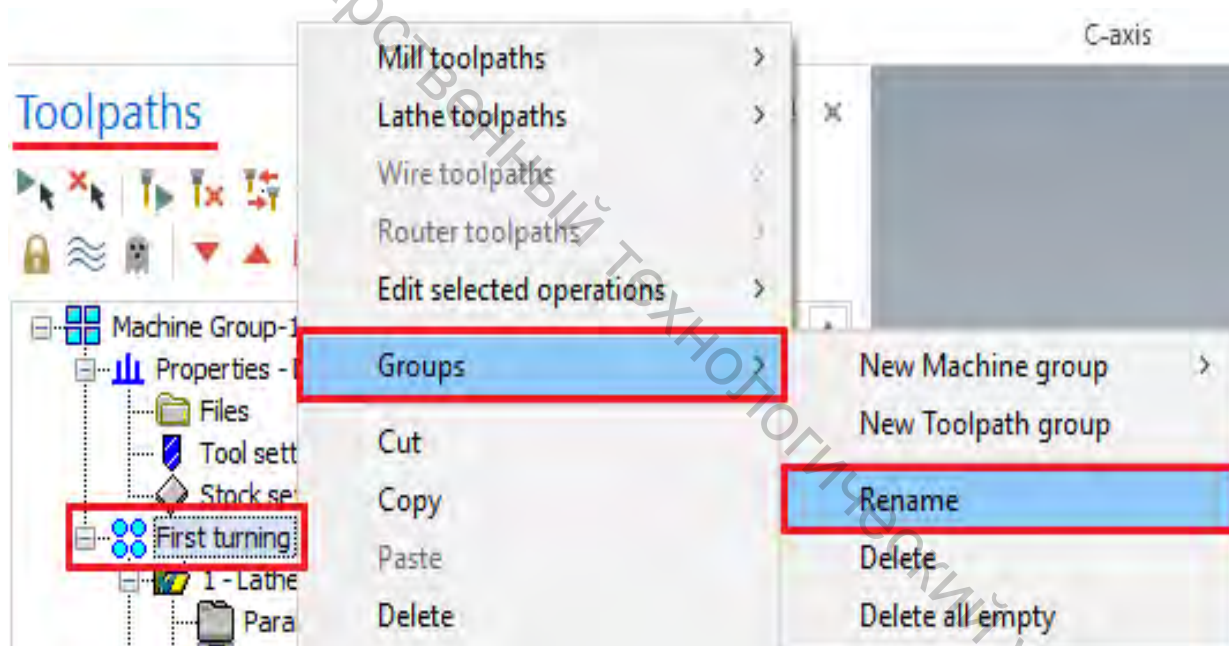
3 СОЗДАНИЕ НОВОЙ ГРУППЫ ТРАЕКТОРИЙ, ПЕРЕВОРОТ ЗАГОТОВКИ И ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОБРАБОТКА

3.1 Создание группы траекторий

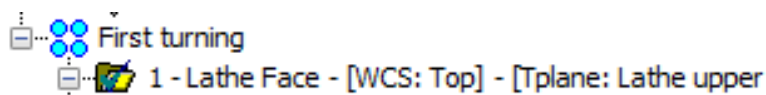
Группы траекторий являются дочерними элементами станочных групп. Они наследуют свойства и настройки вышестоящих элементов. В группах траекторий размещаются операции обработки. Возможность группировать операции полезна для случаев, когда, например, необходим отдельный постпроцессинг нескольких операций. Количество групп траекторий в *Masteream* не лимитируется.

Необходимо разделить операции на две группы траекторий, для этого необходимо выполнить следующее.

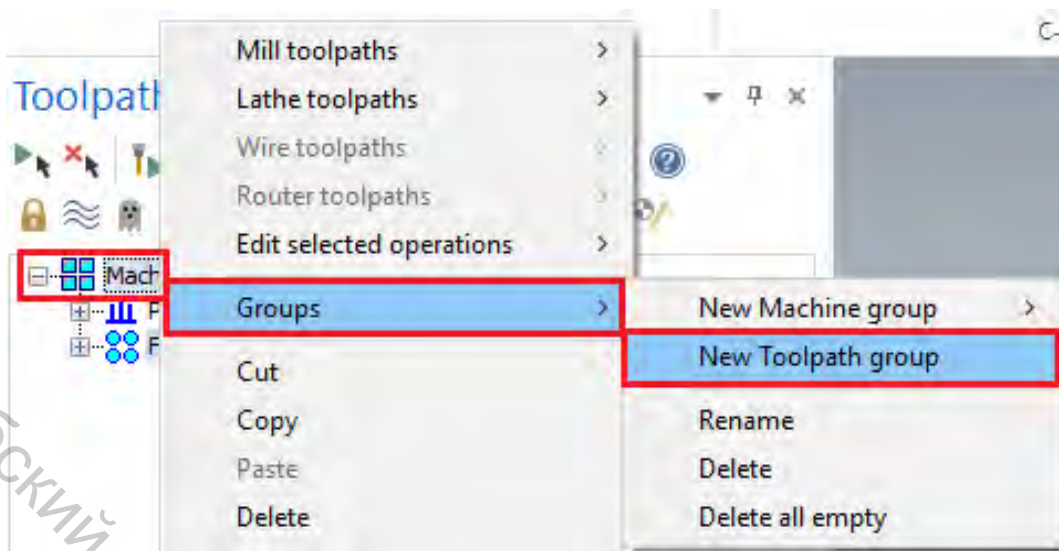
3.1.1 В *Менеджере траекторий* щелкнуть правой кнопкой мыши по «*Toolpath Group-1*» и в контекстном меню выбрать *Группы* → *Переименовать*.



3.1.2 Изменить имя группы *Toolpath Group-1* на *First turning* и нажать <Enter>.



3.1.3 Создать группу траекторий *Second turning*, для этого кликнуть правой кнопкой мыши по станочной группе *Machine Group-1*, выбрать *Группы* → *Новая группа траекторий* в контекстном меню станочной группы. Будет создана новая группа траекторий.



3.1.4 Переименовать новую группу траекторий в *Second turning*.

3.2 Переворот заготовки

Mastercam позволяет программировать вспомогательные технологические операции – смена позиции заготовки, операции с контршпинделем, задним центром и люнетом. Возможен как вывод в код УП программного останова и комментария для оператора с указанием вручную выполнить манипуляции с заготовкой или оснасткой, так и программирование автоматизированных вспомогательных операций.

На данный момент *Mastercam Lathe* поддерживает следующие вспомогательные операции:

- переворот заготовки (новая позиция в том же шпинделе);
- перенос заготовки (новая позиция в контршпинделе);
- выдвижение заготовки (программирование барфидера);
- планшайба (зажать/разжать/репозиционировать);
- задняя бабка (выдвинуть/убрать);
- перемещение люнета.

Операция *Переворот заготовки* позволяет программировать операции обработки со стороны левого торца детали в том же проекте. Данная операция выводит в код УП комментарий и программный останов для переворота заготовки оператором вручную.

Важно. Программирование вспомогательных технологических операций, таких как переворот заготовки, доступно только в случае, когда данный вид операции поддерживается станком и описан в подключенном файле операций станка.

3.2.1 Для переворота заготовки необходимо выполнить следующее.

На вкладке *Точение* в разделе «*Part Handling*» (*Операции с деталью*) выбрать операцию «*Stock Flip*» (*Переворот заготовки*). Появится соответствующий диалог.

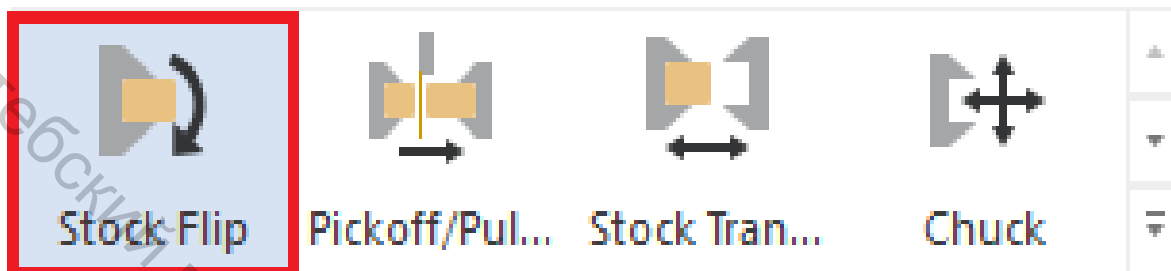
the 2020

Lathe

View

Turning

Milling

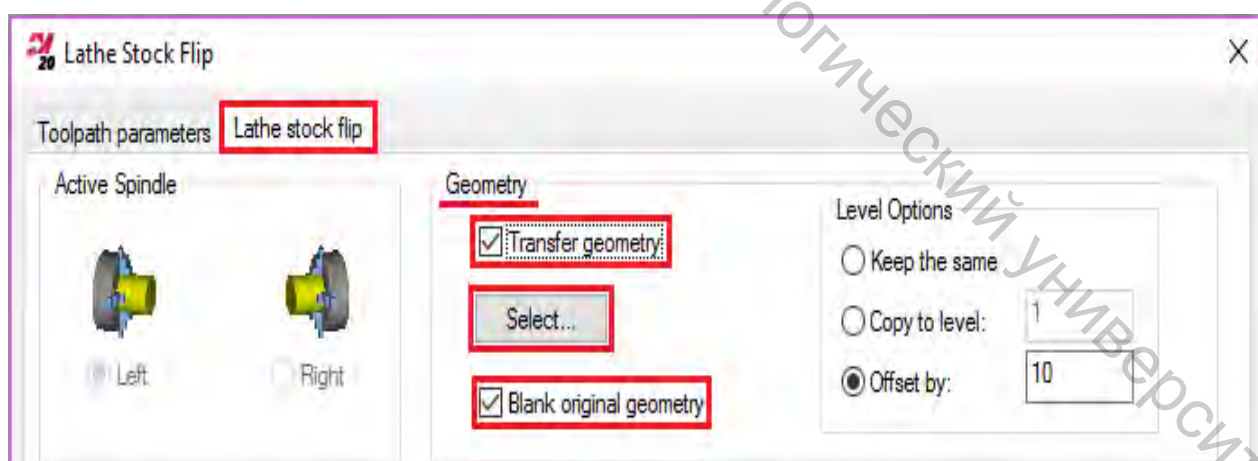


Part Handling

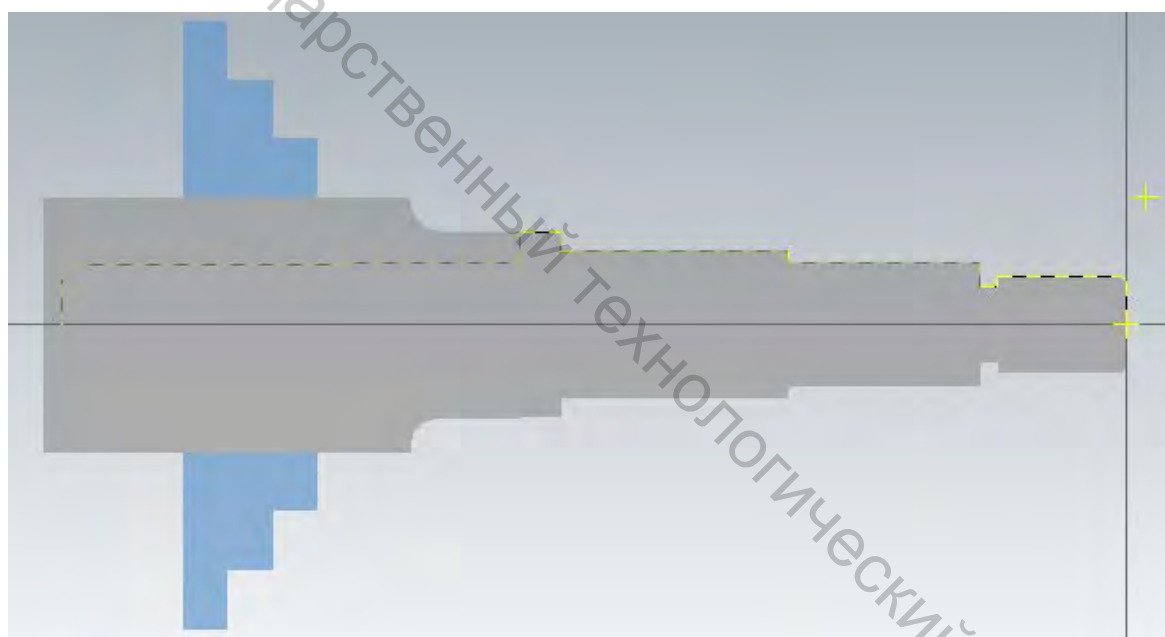
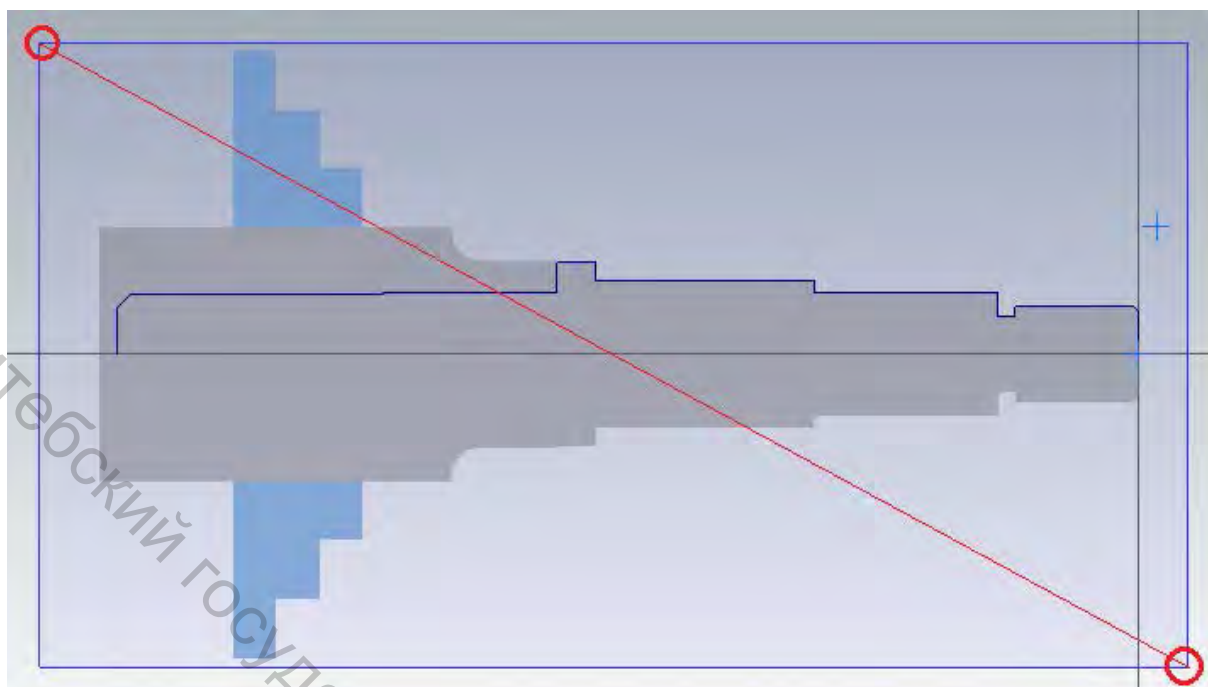
Опции в диалоге *Переворот токарной заготовки* позволяют скопировать геометрию детали, ориентированную в соответствии с новой моделью заготовки, и удалить из текущего вида исходную геометрию.

Примечание. *Mastercam* скроет (не удалит) исходные элементы геометрии.

3.2.2 В появившемся диалоге в разделе *Геометрия* включить опции «*Transfer geometry*» (*Переместить геометрию*) и «*Blank original geometry*» (*Погасить исходную геометрию*). Нажать кнопку *Выбор*.



3.2.3 *Mastercam* отобразит графическую область. Выбрать окном все элементы геометрии и нажать <Enter> или кнопку *Завершить выбор*. В результате все элементы будут выбраны.



3.2.4 В поле *Опции уровня* установить значение параметра «*Offset by*» (*Сместить*), например, равным 100. Данный параметр отвечает за номер слоя, на котором будет размещаться новая геометрия.

Level Options

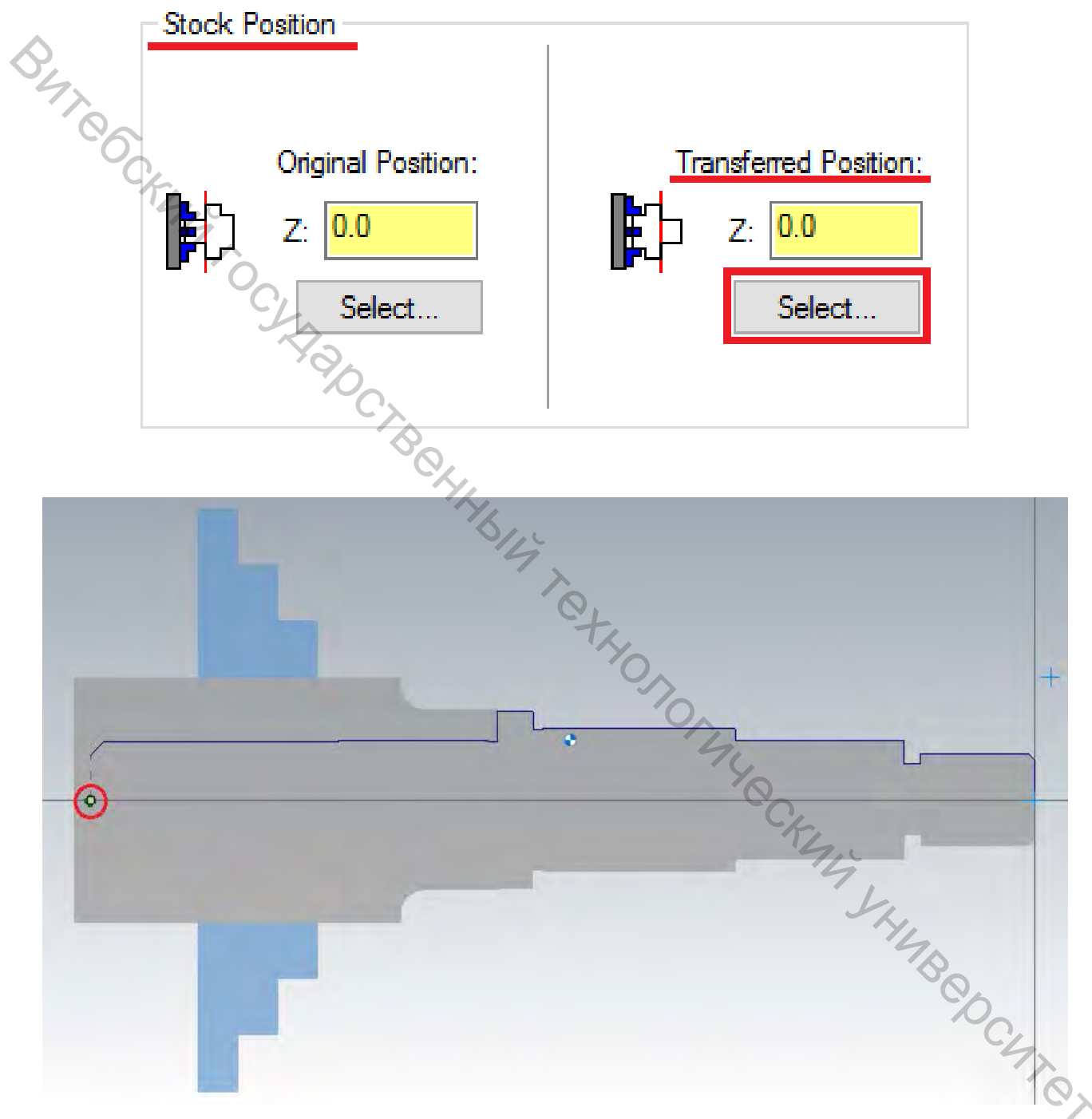
☐ Keep the same

☐ Copy to level:

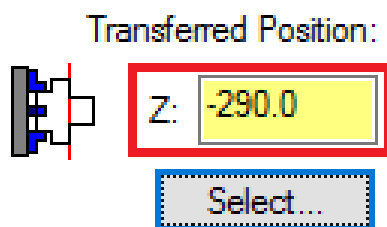
☒ Offset by:

Необходимо задать новое положение заготовки и окончательную позицию кулачков после переворота заготовки.

3.2.5 Для позиционирования заготовки нажать на кнопку *Выбор* в поле *Позиция перемещения* и выбрать любую точку на левом торце детали.

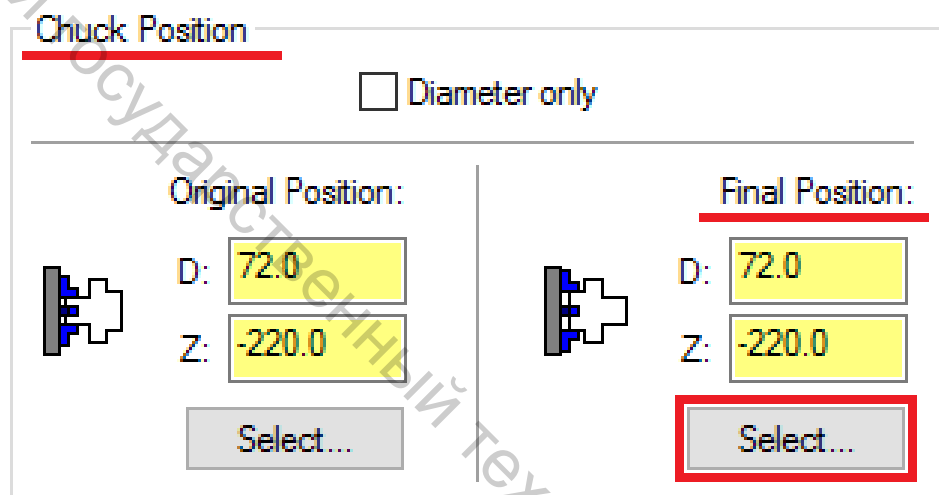


Как показано на картинке в диалоговом окне, выбранная точка (Z-) после операции переворота заготовки станет точкой Z0.

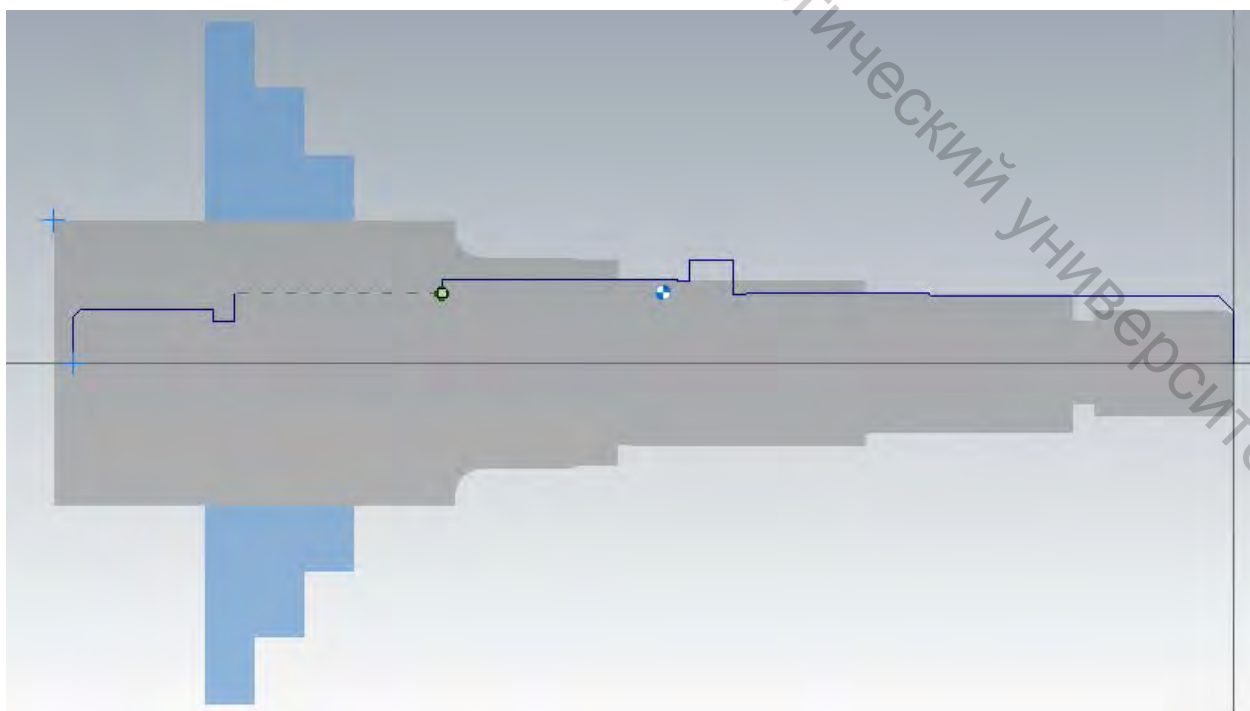


Примечание. Точка, выбираемая в качестве позиции перемещения, не обязательно должна находиться на торце детали. Можно выбрать точку, соответствующую требуемому положению ноля детали.

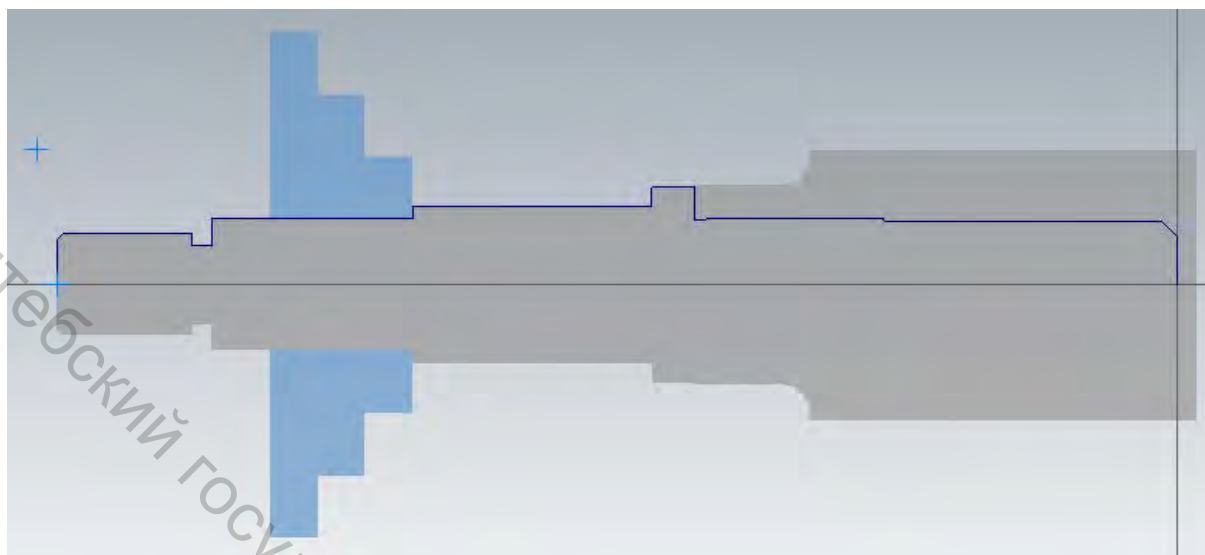
3.2.6 Для выбора позиции кулачков нажать кнопку *Выбор* в поле *Конечная позиция*.



3.2.7 Выбрать точку, как показано на иллюстрации ниже. В результате будет определена позиция кулачков после операции *Переворот заготовки*.



3.2.8 Нажать <OK>, чтобы создать операцию. Заготовка и кулачки будут отображены в графической области в новой позиции.



Далее необходимо создать траектории подрезания торца, черновой динамической и чистовой токарной обработки, точения канавки для необработанной части детали, используя алгоритмы, описанные выше.

В результате можно будет увидеть следующий результат.



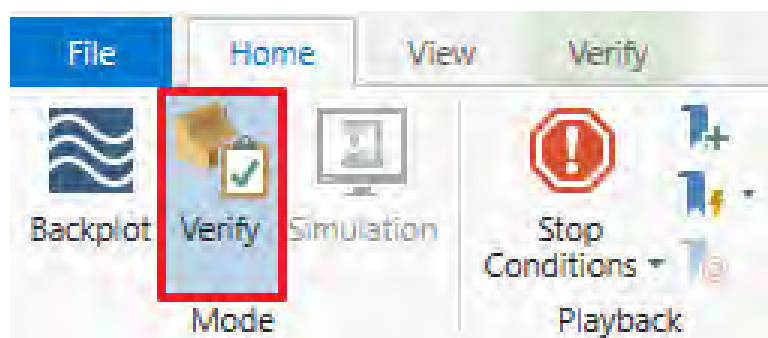
3.3 Верификация с дополнительными параметрами

После создания всех траекторий целесообразно проверить их правильность. Для этого необходимо выполнить следующее.

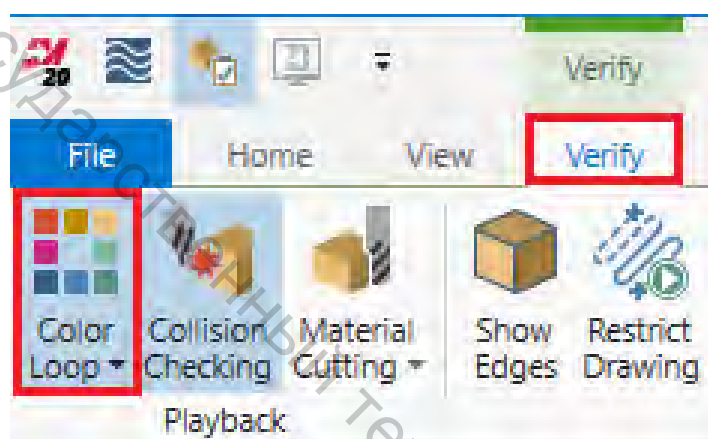
3.3.1 Нажать кнопку *Выбрать все операции* в Менеджере траекторий для выбора созданных операций.

3.3.2 Нажать кнопку *Верификация выбранных операций*, после чего будет открыто окно *Mastercam Simulator*.

3.3.3 В ленте команд выбрать *Верификация*.



3.3.4 На вкладке *Верификация* включить опцию «Color loop» (Цветовая петля), что позволит включить цветовую индикацию обработанных на разных операциях поверхностей.



Операции также будут выделены цветом и на шкале времени симулятора.



3.3.5 Установить настройки на вкладке *Видимость* как на иллюстрации ниже.



3.3.6 Нажать кнопку *Запуск* и проверить правильность обработки детали.

4 ПРАВКА НУМЕРАЦИИ ИНСТРУМЕНТА, ВЫВОД УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (ПОСТПРОЦЕССИНГ)

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.

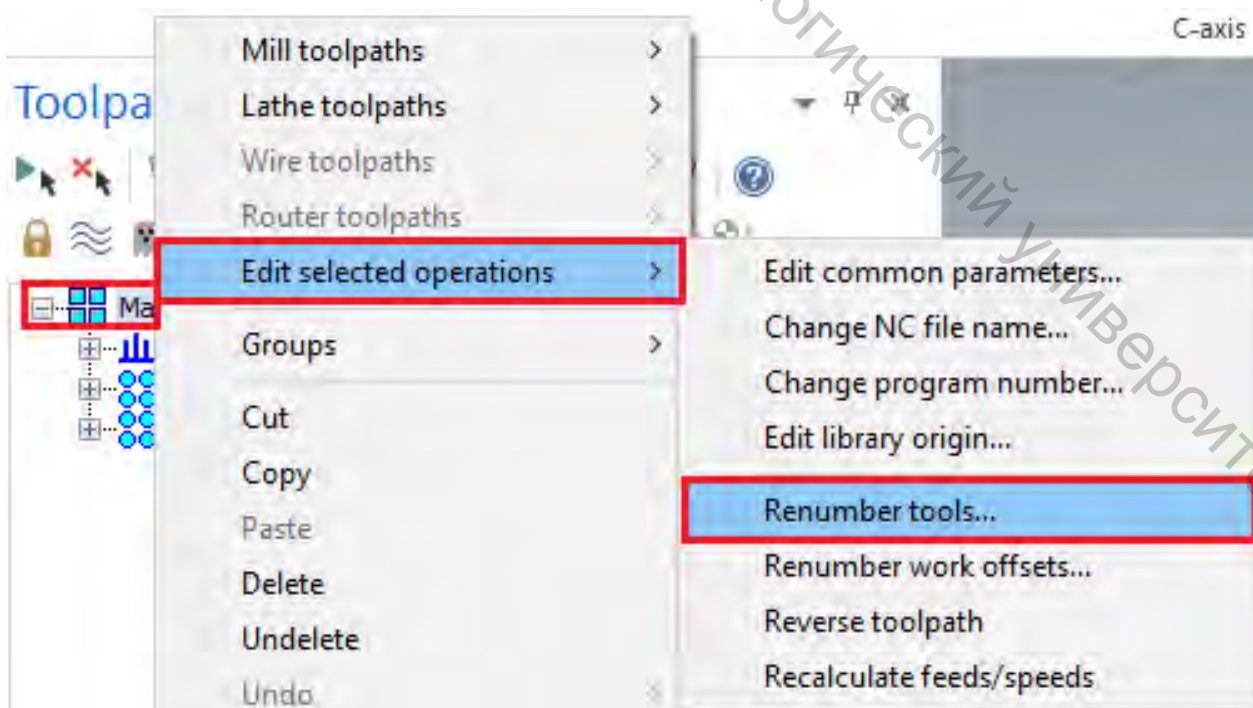
Нумерация инструмента, которая используется при выводе программного кода, соответствует нумерации, задаваемой на вкладке *Параметры траектории* или *Инструмент* в процессе программирования операций обработки. При выборе инструмента из библиотеки *Mastercam* назначает для номера инструмента и корректора значения по умолчанию (зависят от настроек свойств станочной группы). В СЧПУ станка могут иметь место ограничения по диапазону номеров инструмента или иные особенности нумерации. По этой причине, а также для удобства пользователя в *Mastercam*, имеется возможность изменить нумерацию инструмента.

4.1 Правка нумерации инструмента

Необходимо изменить нумерацию инструмента для каждой операции. Для этого необходимо выполнить следующее.

4.1.1 Выбрать все операции в *Менеджере траекторий*.

4.1.2 Кликнуть правой кнопкой по *Станочной группе*, выбрать *Редактирование выбранных операций* → «*Renumber tools...*» (*Перенумерация инструмента*).



Откроется окно *Ренумерация инструмента*.

4.1.3 Отключить опцию «*Also renumber tools not used in any operation*» (Перенумерация не использующегося инструмента).

Renumber tools

Tools will be renumbered relative to the current order of your operations.

Starting tool number

Tool number increment

☒ Length offset value to be added to tool number

☒ Diameter offset value to be added to tool number

☐ Renumber station number to tool number

☐ Also renumber tools not used in any operation

4.1.4 Нажать <OK>. В результате нумерация инструментов в *Менеджере траекторий* будет изменена в соответствии с последовательностью операций.

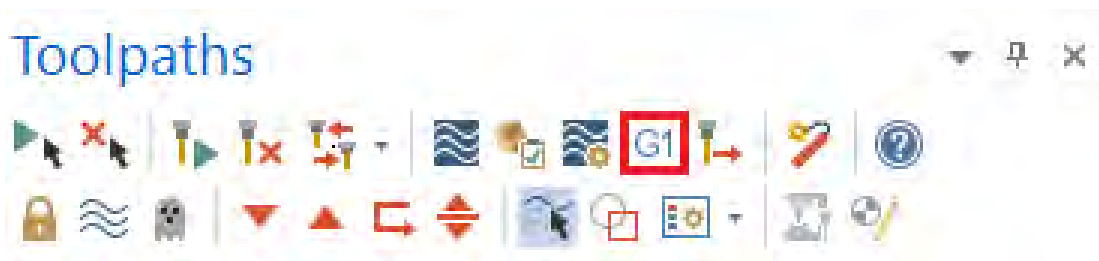
Данную процедуру целесообразно использовать после создания всех траекторий. Для последовательной нумерации инструмента в процессе созданий операций необходимо воспользоваться соответствующими опциями на вкладке *Настройки инструмента* в диалоге *Свойства станочной группы*.

4.2 Постпроцессинг

Чтобы выполнить постпроцессинг операций, необходимо выполнить следующее.

4.2.1 Выбрать все операции в *Менеджере траекторий*.

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



Если выбраны не все операции в проекте, *Mastercam* выведет на экран соответствующее предупреждение и предложит осуществить постпроцессинг всех операций.

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

4.2.3 Нажать <OK>.

Появится диалог *Сохранить как*.

4.2.4 Есть возможность переименовать файл или оставить имя по умолчанию.

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

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Рисунок 1											
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
1	Сталь 3 пс	42H8	45	55	48	46	15	30	30	100	2
2	Сталь 20	40H11	50	56	52	50	10	30	50	150	1,5
3	АД	25	25	40	30	25H9	15	30	15	80	1
4	БрАЖ9-4	60	64	62H11	64H11	50	50	20	80	200	2,5
5	Сталь 45	50	52	52	45	40	30	30	30	120	1,5
6	Медь МЗ	42	50	55	55	48	80	100	45	300	1
7	Сталь 40Х	80	82	86	75	70H10	10	30	20	85	1,6
8	БрАМц9-2	30	38	50	48	48	100	10	15	175	2
9	Сталь 30	45	45	36	30	24	15	34	15	90	0,5
10	Латунь Л63	55	55	50	50	48	25	55	25	135	2,5
Рисунок 2											
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
11	Медь М2	45h8	48	40	32h11	60	30	3	10	15	80
12	Сталь 18ХГТ	M45	50	36	30	85	45	2,5	30	10	105
13	Сталь 10	36h11	40	38	36	60	40	2	8	10	90
14	Сталь У8А	45	—	38	30h9	70	15	5	40	25	95
15	Сталь ХВГ	M30	36	24	20	65	20	3	10	10	85
16	АК6	40	44	40	36	50	15	3,5	35	10	75
17	Сталь 9ХС	65h11	68	55	50	80	45	4	5	3	65
18	Д 16	36	40	34	34	75	40	2	—	—	70
19	Медь М1	M25	28	20	16	55	20	2,5	20	8	100
20	Сталь 65Г	34h10	40	36	30	60	27	3	20	25	125
Рисунок 3											
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	L_1	L_2	L_3	L_4	
21	Сталь 40Х	45	40	30	28h9	20	20	3	20	55	
22	Сталь 18ХГТ	55	45	38	36	32	10	10	35	70	
23	Сталь ШХ15	30	28	26	20	18h11	1	5	30	60	
24	Медь М2	60	45	50	45	40	15	8	15	65	
25	Сталь 65Г	75	65	60	48	42	30	10	20	80	
26	Медь МЗ	80	60	60	65	55h10	15	15	5	95	
27	Латунь Л63	40	34	26	26	22	5	10	10	64	
28	Д 16	65	40	36	30	26	8	15	25	55	
29	Медь М1	35	30	28	28	25h12	15	30	30	100	
30	БрАМц9-2	45	40	38	30	26	2	20	50	110	

Рисунок 4											
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	R	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
31	Сталь 40Х	34	36	40	40	20	10	15	20	60	2
32	Медь МЗ	25	30	30	35	30	5	15	15	55	1,5
33	Сталь 20	54	58	60	64	40	20	20	20	80	3
34	АД	30	40	45	55	40	5	25	15	75	10
35	БрАЖ9-4	30	35	35	45	10	15	15	15	50	4
36	Сталь 45	24	32	32	38	30	25	10	10	45	1,6
37	Ст 3 пс	50	54	56	64	35	15	15	20	70	6
38	Сталь 40Х	50	54	58	58	15	30	30	10	95	15
39	БрАМц9-2	45	55	65	70	28	16	10	14	65	2,5
40	Сталь ШХ15	36	39	43	42	15	5	15	10	45	5

Рисунок 5													
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
41	Ст 3 пс	43	—	—	$45h_9$	50	55	1,5	—	—	30	40	80
42	Сталь 20	50	30	34	55	55	65	2	40	3	20	35	100
43	АД	—	20	—	32	40	45	—	10	—	15	20	75
44	БрАЖ9-4	54	20	26	56	56	70	5	20	5	40	15	70
45	Сталь 45	48	—	—	60	52	85	10	—	—	18	22	85
46	Медь МЗ	40	15	—	45	45	65	4	25	—	30	16	90
47	Сталь 40Х	60	25	32	60	62	75	10	25	10	45	20	120
48	БрАМц9-2	50	25	28	35	38	65	20	20	5	80	50	135
49	Сталь ШХ15	—	25	30	48	54	60	—	10	6	10	40	80
50	Латунь Л63	60		—	65	70	80	20	—	—	20	20	95

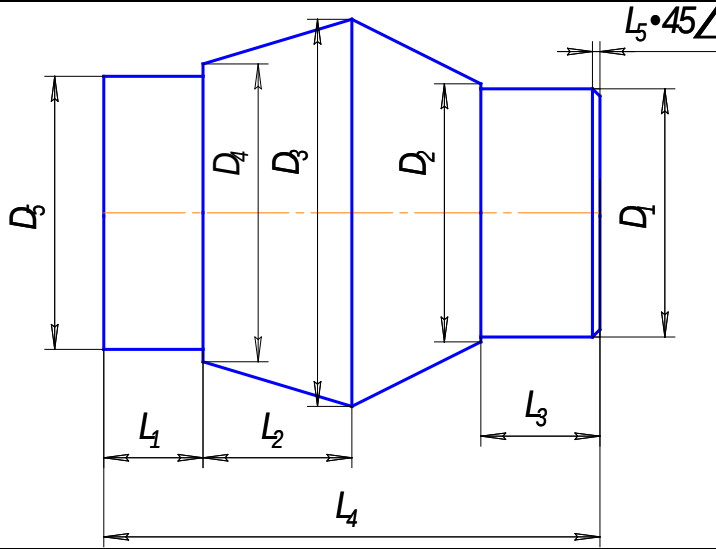
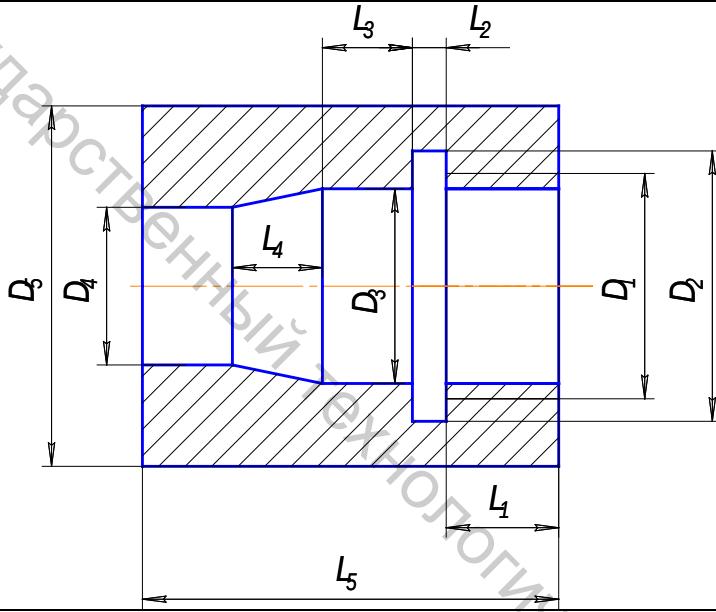
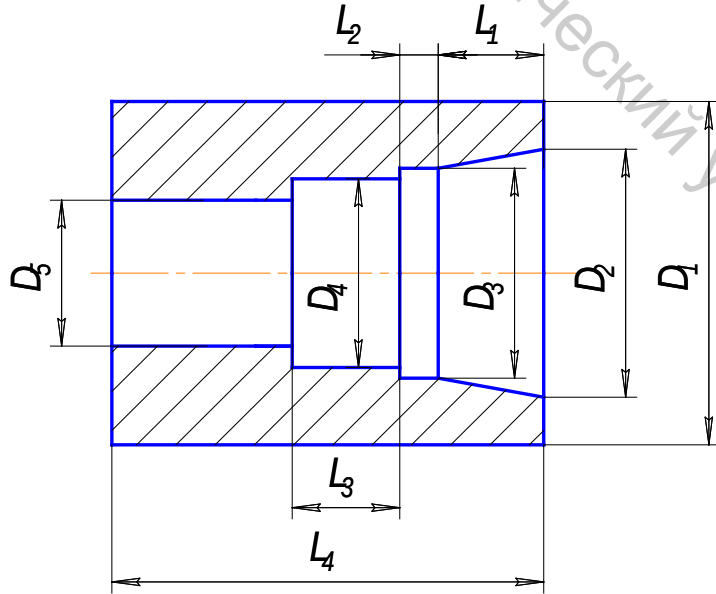
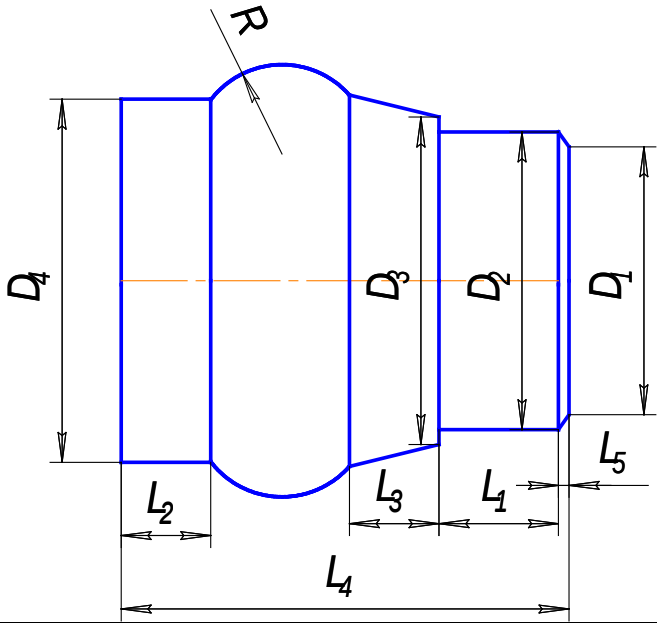
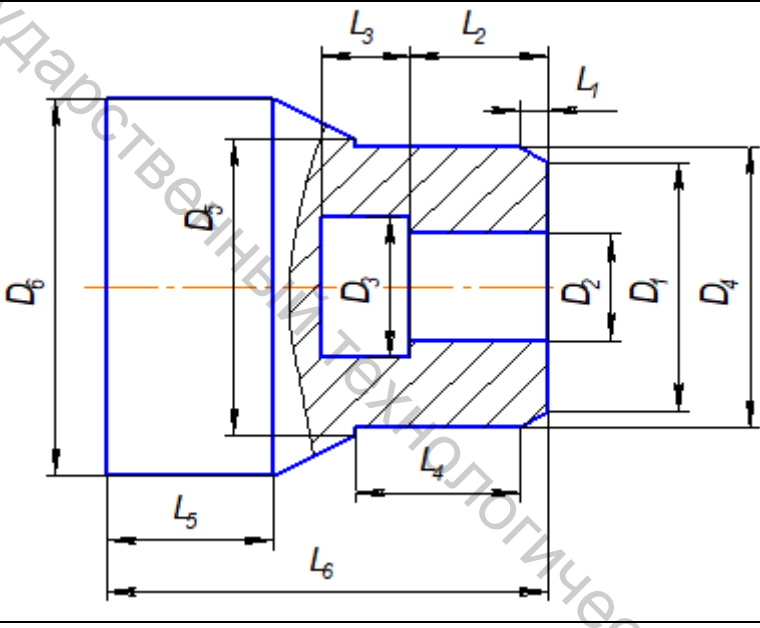
Рисунок 1	
Рисунок 2	
Рисунок 3	

Рисунок 4	
Рисунок 5	

Учебное издание

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

**ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТОКАРНОЙ
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 13.03.2020. Формат 60х90¹/₁₆. Усл. печ. листов 3,2.

Уч.-изд. листов 4,3. Тираж 30 экз. Заказ № 94.

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.