

# **T-FLEX ЧПУ**

Документация, содержащая описание функциональных характеристик программного обеспечения и информацию, необходимую для установки и эксплуатации программного обеспечения:

<b>Раздел</b>	<b>Количество листов</b>
<b>Установка T-FLEX ЧПУ</b>	<b>1</b>
<b>Комплектация поставки T-FLEX ЧПУ</b>	<b>1</b>
<b>Руководство пользователя</b>	<b>372</b>



## Инструкция по скачиванию и установке T-FLEX ЧПУ

**Важно!** Перед началом установки рекомендуется обновить драйверы видеокарт на рабочих компьютерах до последней версии.

### Системные требования T-FLEX ЧПУ:

Минимальные	
Операционная система:	Windows XP
Процессор:	Intel или AMD с поддержкой SSE2
Объем оперативной памяти:	2 Гб
Объем свободного дискового пространства:	1 Гб
Видеокарта:	видеокарта с поддержкой OpenGL 3.3 и выше
Рекомендуемые	
Операционная система:	Windows 7 x64, 8 x64 и выше
Процессор:	Core i5 или выше
Жёсткий диск:	SSD накопитель
Объем оперативной памяти:	8 Гб и больше
Видеокарта:	высокопроизводительная видеокарта NVIDIA или AMD с памятью 1Гб и выше и поддержкой OpenGL 4.2 и выше

**Внимание!** Не рекомендуется использовать для работы встроенные видеокарты!

### Порядок установки:

1. Загрузить, распаковать и установить Компоненты поддержки T-FLEX 15.  
<http://www.tfex.ru/downloads/T-FLEX%2015%20Prerequisites.zip>

Запустить файл Setup.exe из каталога “Компоненты поддержки T-FLEX” и следовать указаниям программы установки. Компоненты устанавливаются один раз. В дальнейшем при переустановке или обновлении системы повторная установка компонентов не требуется.

2. Загрузить, распаковать и установить T-FLEX CAD 15 x64.  
<http://www.tfex.ru/downloads/T-FLEX%20CAD%2015%20x64.zip>

Для этого нужно запустить файл формата .msi из соответствующего каталога и следовать указаниям программы установки.

3. Загрузить, распаковать и установить T-FLEX ЧПУ 15.  
<http://www.tfex.ru/downloads/T-FLEX%20CAM%2015.zip>

Для этого необходимо запустить файл .msi и следовать указаниям программы установки.

**Внимание!** Перед запуском программы-установщика её необходимо извлечь из архива, если программа-установщик заархивирована!

В течение 30 дней после установки возможно бесплатное ознакомительное использование продукта.



## Комплектация поставки T-FLEX ЧПУ

Поставка T-FLEX ЧПУ может осуществляться следующими готовыми комплектами:

- **T-FLEX ЧПУ 2D**

Программный комплекс для создания управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением следующих видов обработки:

- Электроэрозионной;
- Лучевой (лазерной, плазменной, гидроструйной, термической резки)
- Токарной;
- Сверлильной;
- Фрезерной (до 2,5-ти координатной);
- Штамповочно-пробивочной.

- **T-FLEX ЧПУ 2D. Токарная обработка**

Программный комплекс для создания управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением токарной группы.

- **T-FLEX ЧПУ 2D. Лазерная обработка**

Программный комплекс для создания управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением лучевого метода обработки (лазерной, плазменной, гидроструйной, термической резки).

- **T-FLEX ЧПУ 3D**

Программный комплекс для создания управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением следующих видов обработки:

- Фрезерной (3-х координатной);
- Фрезерной и сверлильной (5-ти координатной).

Поставка T-FLEX ЧПУ может комплектоваться по желанию заказчика из следующих модулей:

- **T-FLEX ЧПУ 2D Базовый модуль**

Редактор табличных постпроцессоров, редактор режущих инструментов, редактор пользовательских машинных циклов, имитатор обработки, инструменты по настройке системы, контекстная помощь.

И любой набор видов обработок:

- Электроэрозионной;
- Лучевой (лазерной, плазменной, гидроструйной, термической резки)
- Токарной;
- Сверлильной;
- Фрезерной (до 2,5-ти координатной);
- Штамповочно-пробивочной.

- **T-FLEX ЧПУ 3D Базовый модуль**

Редактор табличных постпроцессоров, редактор режущих инструментов, имитатор обработки, инструменты по настройке системы, помощь и примеры.

И любой набор видов обработок:

- Фрезерной (3-х координатной);
- Фрезерной и сверлильной (5-ти координатной).



# ***T-FLEX ЧПУ***

---

## **ПОСОБИЕ ПО РАБОТЕ С СИСТЕМОЙ**



---

**©Авторское право 2015 ЗАО «Топ Системы»**

Все авторские права защищены. Запрещено воспроизведение в любой форме любой части настоящего документа без разрешения от ЗАО «Топ Системы».

ЗАО «Топ Системы» не несет ответственности за ошибки, которые могут быть в этой книге. Также не предполагается никаких обязательств за повреждения, обусловленные использованием содержащейся здесь информации.

Содержание настоящего документа может быть изменено без предварительного уведомления.

Торговые марки T-FLEX Parametric CAD, T-FLEX Parametric Pro, T-FLEX CAD, T-FLEX CAD 3D, T-FLEX ЧПУ, T-FLEX NC TRACER являются собственностью ЗАО «Топ Системы».

Все названия программных и аппаратных средств и названия компаний, упомянутые в настоящей публикации, являются торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками соответствующих владельцев.

---



# СОДЕРЖАНИЕ

О системе T-FLEX ЧПУ .....	8
Общие сведения .....	12
Стандартные соглашения, принятые при описании системы.....	13
Первые действия по настройке системы .....	14
Настройка САМ-системы .....	15
Редактор инструментов .....	16
Карта наладки инструмента .....	20
Редактор постпроцессоров .....	22
Дополнительные параметры постпроцессора .....	23
Траектории 2D, 2.5D и 4D обработки (2D версия) .....	26
Электроэрозионная обработка .....	27
Создание траектории .....	28
Параметры траектории .....	31
Выборка материала по спирали .....	33
Перемещение в точку с заданными параметрами.....	35
Лазерная обработка .....	36
Создание траектории .....	37
Параметры траектории .....	39
Перемещение в точку с заданными параметрами.....	42
Токарная обработка.....	42
Создание траектории .....	43
Операция «Точение контура» .....	44
Группа операций «Снятие припуска» .....	48
Группа операций «Точение кармана» .....	57
Группа операций «Точение канавки» .....	65
Группа операций «Нарезание резьбы» .....	79
Группа операций «Осевое сверление» .....	85
Операция «Отрезка» .....	89
Сверление.....	91
Создание траектории .....	93
Перемещение в точку с заданными параметрами.....	95
Фрезерная (2.5D) обработка .....	97
Создание траектории .....	98
Фрезерование плоскости .....	99
Смена начальной точки траектории .....	102
Фрезерование контура .....	102
Фрезерование кармана .....	106
Фрезерование винтовой канавки .....	110
Перемещение в точку с заданными параметрами.....	113
Гравировка .....	115



Перемещение в точку с заданными параметрами .....	119
Штамповочная обработка .....	120
Перемещение в точку с заданными параметрами .....	124
Задание начальной точки траектории .....	126
<b>Менеджер обработок .....</b>	<b>127</b>
<b>Технологические траектории .....</b>	<b>136</b>
Сверлильная, фрезерная обработки и гравировка .....	137
Токарная обработка .....	137
Электроэрозионная и лазерная обработка .....	139
Электроэрозионная обработка .....	139
Лазерная обработка .....	140
Штамповочная обработка .....	140
<b>Машинные циклы .....</b>	<b>142</b>
Обрабатывающий центр фирмы «OLIVETTI» со стойкой ЧПУ «OLIVETTI 8600» .....	142
Фрезерный станок фирмы «ALLEN BRADLEY» со стойкой ЧПУ «ALLEN BRADLEY 9 SERIES» .....	144
Обрабатывающий центр фирмы «МАНО» со стойкой ЧПУ «МАНО CNC 432» .....	146
Токарный обрабатывающий центр «EXCEL SL» со стойкой ЧПУ «FANUC 0/00/0M/6/6M/16» .....	147
Циклы сверлильной обработки .....	147
Циклы токарной обработки .....	152
Машинные циклы токарной обработки для стоек ЧПУ NCT, 2P22 и НЦ-31 .....	157
Стойка 2P22 .....	157
Цикл нарезания резьбы .....	158
Цикл точения канавок .....	160
Цикл наружной, внутренней и торцевой обработок .....	162
Цикл глубокого сверления .....	164
Цикл нарезания резьбы метчиком .....	166
Цикл черного снятия припуска .....	168
Цикл чистового снятия припуска .....	170
Стойка НЦ-31 .....	171
Стойка NCT .....	173
Машинные циклы сверлильной обработки для стоек 2C42, P-2M, FANUC, Vector 90, Э 2000 CNC .....	175
Машинные циклы стойки 2C42 .....	175
Машинные циклы стойки Размер-2М .....	176
Машинные циклы стойки Fanuc .....	177
Машинные циклы стойки Vector 90 .....	178
Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производится не будет. Соответственно, если путь будет состоять из $n + 1$ узлов, сверление будет производиться $n$ раз, начиная со второго узла. ....	179
Машинные циклы стойки Э 2000 CNC .....	180
Редактор машинных циклов .....	181
Использование собственных машинных циклов .....	184
<b>Дополнительные возможности системы .....</b>	<b>191</b>
Переменные T-FLEX ЧПУ .....	191



---

Фрагменты T-FLEX ЧПУ (файл *.grb).....	192
Обмен данными в формате GTL .....	192
Относительная система координат .....	194
Создание управляющей программы.....	196
Работа с имитатором обработки.....	198
Вызов имитатора обработки.....	198
Настройка имитатора обработки (2D версия T-FLEX ЧПУ) .....	199
Настройка имитатора обработки (3D версия T-FLEX ЧПУ) .....	200
Траектории 3D, 4D и 5D обработки (3D версия) .....	203
Фрезерная (3D) обработка .....	203
Создание траектории .....	204
Фрезерование 3D контура .....	204
Фрезерование 3D поверхности .....	207
Фрезерная (3D) зонная обработка.....	211
Черновое фрезерование .....	212
Чистовое фрезерование .....	216
Карандашная обработка .....	219
Обработка кармана .....	223
Поверхность вращения .....	226
Фрезерование спиралью .....	230
Краткие примеры использования 3D зонной обработки (Часть 1) .....	233
Краткие примеры использования 3D зонной обработки (Часть 2) .....	234
Краткие примеры использования (Часть 3) .....	235
Краткие примеры использования (Часть 4) .....	235
Фрезерная (5D) обработка .....	237
Создание траектории .....	237
Фрезерование 5D контура .....	238
Фрезерование 5D поверхности .....	240
Фрезерная (5D) зонная обработка.....	243
Создание траектории .....	244
Фрезерование области .....	244
Сверление 5D.....	250
Параметры циклов сверления 5D .....	254
Фрезерование кулачка (4D обработка).....	254
Импортировать профиль кулачка .....	255
Обработка кулачка .....	255
Относительная система координат 3D.....	258
Постпроцессоры.....	259
Постпроцессор для электроэрозионной обработки .....	259
Подготовительные команды .....	259
Вспомогательные команды .....	264
Постпроцессор для лазерной обработки .....	266
Подготовительные команды .....	266
Вспомогательные команды .....	268
Постпроцессор для токарной обработки.....	269

---



Подготовительные команды .....	269
Вспомогательные команды .....	270
Постпроцессор для сверлильной обработки .....	271
Подготовительные команды .....	271
Вспомогательные команды .....	272
Постпроцессор для 2.5D фрезерной обработки .....	273
Подготовительные команды .....	273
Вспомогательные команды .....	277
Постпроцессор для 3D фрезерной обработки .....	277
Подготовительные команды .....	278
Вспомогательные команды .....	279
Постпроцессор для 5D фрезерной обработки .....	280
Подготовительные команды .....	280
Вспомогательные команды .....	281
Создание внешнего постпроцессора в Microsoft Visual C++ 6.0 .....	282
Этапы постпроцессорирования .....	282
Описание проекта .....	282
Структура каталогов .....	282
Настройка проекта .....	283
Проект “чтениеCLD” .....	284
Основные программные классы .....	285
Основные функции .....	286
Сборка проекта .....	286
Мастер создания проекта постпроцессора (Custom Postprocessor Wizard) .....	287
Установка мастера (версия для Visual Studio 6.0) .....	287
Установка мастера (версия для Visual Studio 2005) .....	287
Создание проекта постпроцессора с помощью мастера (версия под Visual Studio 6.0) .....	287
Создание проекта постпроцессора с помощью мастера (версия под Visual Studio 2005) .....	290
Состав проекта постпроцессора, созданного с помощью мастера .....	292
Редактирование проекта постпроцессора, созданного с помощью мастера .....	293
Отладка проекта постпроцессора .....	296
<b>Специализированные возможности редактора постпроцессоров .....</b>	<b>297</b>
Назначение и применение макросов при постпроцессорировании .....	297
Структура и описание макроса .....	297
Таблица параметров .....	298
Параметры макроса по умолчанию .....	298
Примеры описания макросов и их влияние на запись управляющей программы .....	299
<b>Примеры использования .....</b>	<b>301</b>
Электроэрозионная и лазерная обработки .....	301
Токарная обработка .....	321
Сверлильная и 2.5D фрезерная обработка .....	330
Гравировка .....	344
Штамповка .....	347
3D фрезерование .....	353
Зонная обработка. 3D фрезерование .....	356
Зонная обработка. 5D фрезерование .....	361
Позиционное сверление .....	365



Фрезерная 4D обработка.....	368
-----------------------------	-----



## О СИСТЕМЕ T-FLEX ЧПУ

---

Для подготовки программ для станков с ЧПУ фирма «Топ Системы» предлагает систему T-FLEX ЧПУ. Предлагаемая система полностью интегрирована с T-FLEX CAD и выгодно отличается от аналогов наличием сквозной параметризации. Это значит, что разработчик имеет возможность, параметрически изменяя чертеж детали в системе T-FLEX CAD, автоматически получать изменения и в управляющей программе. Среди преимуществ T-FLEX ЧПУ, определяющих успешное развитие системы на рынке CAD/CAM можно назвать модульное строение системы, сквозную параметризацию, специализированные модули для работы с инструментом и постпроцессорами. Ниже приведены пять основных достоинств, благодаря которым система T-FLEX ЧПУ является идеальным решением для многих предприятий:

- высокая функциональность
- простота в освоении
- качественное техническое сопровождение (адаптация системы к оборудованию клиентов, консультации конечных пользователей)
- бесплатное обновление

Система T-FLEX ЧПУ поставляется в двух вариантах: T-FLEX ЧПУ 2D и T-FLEX ЧПУ 3D. T-FLEX ЧПУ 2D состоит из базового модуля, модуля электроэрозионной обработки, модуля токарной обработки, модуля сверления, модуля лазерной обработки и модуля 2.5-ой координатной фрезерной обработки и модуля штамповки. T-FLEX ЧПУ 3D состоит из базового модуля, модуля 3-х и 5-ти координатной фрезерной обработки.

Базовый модуль системы T-FLEX ЧПУ содержит:

- математическое ядро, интегрированное с PARASOLID;
- редактор для разработки инструмента, используемого при обработке конкретной детали и для создания инструментальных баз данных;
- модуль генерации постпроцессоров, позволяющий создавать свои постпроцессоры благодаря использованию табличных настроек, макросов и прямого программирования;
- библиотеку постпроцессоров, которая содержит порядка 400 готовых постпроцессоров; среди них:

AGIE 100/200, CHARLIE, 2M43, 2M43—55 — электроэрозионная обработка;

КОМЕТА — лазерная обработка;

1A734, ИЦ31, 2P22, FANUC 0/00/0M/16 — токарная обработка;

2C150, 2C42—61(65), 65A80, BRADLEY, FANUC — сверлильная обработка;

2C150, 2C42—61(65), CNC 600, FIDIA-CNC20, FIDIA-CNC30, OLIVETTI, POWER AUTOMATION, SINUMERIK 820D, SINUMERIK 840D, SINUMERIK 840A, BRADLEY — фрезерная обработка;

и многие другие постпроцессоры;

- имитатор обработки, отображающий процесс обработки по сгенерированной управляющей программе без съема материала



**Электроэрозионная обработка** служит для получения как сквозных цилиндрических отверстий, так и отверстий с произвольным контуром, а также узких прямолинейных или криволинейных щелей в заготовках для изготовления матриц, штампов, фасонного режущего инструмента, шаблонов, контршаблонов и других изделий. Для этого используют электроэрозионное вырезание непрофилированным электродом-проволокой.

В системе T-FLEX ЧПУ возможно проектировать следующие виды электроэрозионной обработки:

- одноконтурное резание (2D-обработка);
- угловое резание (2.5D-обработка);
- двухконтурное резание (4D-обработка);
- выборка материала по спирали;
- гравировка текста.

Для генерации управляющих программ пользователь может использовать постпроцессоры, поставляемые в библиотеке постпроцессоров, или самостоятельно создать необходимый для обработки постпроцессор с использованием модуля генерации постпроцессоров системы T-FLEX ЧПУ.

**Лазерная обработка** основана на съеме материала при воздействии на него концентрированными световыми лучами. На обрабатываемой поверхности, в месте касания луча, благодаря высоким температурам происходит испарение материала. Данный метод применяют для получения отверстий простой и фасонной формы при обработке алмазов, рубинов, керамики, твердых сплавов и других труднообрабатываемых материалов. В последнее время лазерная обработка широко используется для фигурной резки, например при изготовления паркета, декоративных решеток и т. д.

В системе T-FLEX ЧПУ, можно проектировать следующие виды лазерной обработки:

- одноконтурное резание (2D-обработка);
- угловое резание (2.5D-обработка);
- двухконтурное резание (4D-обработка);
- гравировка текста.

Для генерации управляющих программ пользователь может использовать постпроцессоры, поставляемые в библиотеке постпроцессоров, например КОМЕТА, TRUMPF, или самостоятельно создать необходимый для обработки постпроцессор с использованием модуля генерации постпроцессоров системы T-FLEX ЧПУ.

Важно отметить, что используя описанные выше типы обработки, в системе T-FLEX ЧПУ можно создавать программы обработки плазменной и гидроструйной резкой.

**Токарная обработка** (2D-обработка) — это обработка наружных и внутренних, цилиндрических и конических, фасонных и торцовых поверхностей. В связи со спецификой конфигурации обрабатываемых объектов, представляющих собой тела вращения, проектирование процесса обработки сводится к решению задач на плоскости и в осевом сечении.

T-FLEX ЧПУ предлагает пользователю набор универсальных циклов для токарной обработки, например циклы снятия припуска отрезным или проходным резцами. Кроме того, в системе поддерживается использование специализированных циклов для токарного обрабатывающего центра, параметры которых настроены под такие стойки ЧПУ, как FANUC, SINUMERIC и 2P22. Среди них: многократное снятие припуска, точение на конус, осевое сверление, глубокое осевое сверление, нарезание резьбы, фрезерование канавок и т. д.



Для генерации управляющих программ можно использовать постпроцессоры, поставляемые в библиотеке постпроцессоров, или создать необходимый для обработки постпроцессор самостоятельно, с использованием модуля генерации постпроцессоров системы T-FLEX ЧПУ.

**Сверлильная обработка** (2.5D-обработка) — это сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание отверстий и нарезание в них резьбы. В случае использования станков с ЧПУ при данной обработке не применяются разметка и кондукторы. На оборудовании подобного класса возможна комплексная сверлильно-расточная обработка заготовок различной конфигурации и степени точности.

Для сверления "косых" каналов, а также рассверливания отверстий на разных плоскостях обрабатываемой детали, в том числе расположенных под углами друг к другу, предназначен модуль 5D сверления.

T-FLEX ЧПУ предлагает пользователю целый набор специализированных циклов обработки среди которых различные виды глубокого сверления, сверления с отскоком, повторяющегося сверления и так далее. Параметры этих циклов по умолчанию настроены для стоек OLIVETTI, BRADLEY, POWER AUTOMATION, 2C42—61(65). Однако пользователь может самостоятельно менять эти настройки.

Для генерации управляющих программ можно использовать постпроцессоры, поставляемые в библиотеке постпроцессоров, или создать необходимый для обработки постпроцессор самостоятельно, с использованием модуля генерации постпроцессоров системы T-FLEX ЧПУ.

**Фрезерная обработка** — самый распространенный вид обработки, при которой применяются станки с ЧПУ.

В системе T-FLEX ЧПУ имеется возможность проектировать процесс обработки и генерировать управляющие программы для следующих типов фрезерной обработки:

- **2.5D-фрезерование** — применяется для обработки цилиндрических и линейчатых поверхностей (контуров) с произвольными направляющими, которые либо параллельны оси инструмента либо образуют с ней постоянный угол в нормальном сечении. Кроме того, при данном виде фрезерования пользователь может осуществлять «карандашное» фрезерование, а также проводить фрезерование «карманов», «колодцев», «островов» и других специфических технологических элементов. Особенно важно, что при этом технолог-программист не ограничен в выборе инструмента: с помощью T-FLEX ЧПУ можно разработать любой необходимый инструмент, который впоследствии будет и использоваться при подготовке управляющей программы.
- **3D-фрезерование** — предназначается как для объемной обработки любых поверхностей, так и твердых тел. Кроме того, система T-FLEX ЧПУ предлагает возможность 3D зонной обработки твердых тел, сечений, «колодцев», цилиндрических поверхностей, карандашную обработку и подборку ребер.
- **5D-фрезерование** — предназначается для обработки поверхностей торцевой либо боковой частью инструмента в тех случаях, когда применение обычной объемной обработки невозможно или неэффективно. Также как и для 3D-фрезерования здесь предусмотрена зонная обработка твердых тел, сечений, «колодцев» и подборка ребер.

Для генерации управляющих программ можно использовать постпроцессоры, поставляемые в библиотеке постпроцессоров, или создать необходимый для обработки постпроцессор самостоятельно, с использованием модуля генерации постпроцессоров системы T-FLEX ЧПУ.



**Штамповка** - процесс пластической деформации металла с изменением формы и размеров тела. Система **T-FLEX ЧПУ** предлагает возможность построения контурной штамповки с различными типами пробивки.

Для генерации управляющих программ можно использовать постпроцессоры, поставляемые в библиотеке постпроцессоров, или создать необходимый для обработки постпроцессор самостоятельно, с использованием модуля генерации постпроцессоров системы T-FLEX ЧПУ.



## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

---

Данное пособие предназначено для помощи в освоении программного продукта, входящего в семейство T-FLEX. Этот программный комплекс представляет собой специализированную систему, позволяющую в автоматизированном режиме получать управляющие программы для различных стоек ЧПУ и различных видов обработки. Система T-FLEX ЧПУ носит модульное строение, то есть для её эксплуатации пользователю достаточно приобрести только тот вид обработки, который его интересует, а также базовый модуль. Кроме того, необходима система T-FLEX CAD, так как вместе эти системы представляют собой автоматизированную интегрированную CAD/CAM – систему. Система T-FLEX ЧПУ может поставляться в виде 2D версии (2D, 2.5D, 4D обработка) и 3D версии (как правило, 2D, 2.5D, 4D, 3D, 5D обработка). В данном пособии последовательно будут разобраны T-FLEX ЧПУ 2D и T-FLEX ЧПУ 3D.

Последняя глава данного пособия содержит описание конкретных примеров для всех видов обработки, существующих в системе и описанных в соответствующих главах. Следует отметить, что пользователь может применять другую, отличающуюся от приведённой ниже, последовательность действий для получения траектории обработки и расчёта управляющей программы.



## СТАНДАРТНЫЕ СОГЛАШЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ ПРИ ОПИСАНИИ СИСТЕМЫ

В книге приняты следующие стандартные соглашения:

**<Enter>**, **<Esc>** и т.п. – означает клавишу на клавиатуре.

**[OK]**, **[Yes]** и т.п. – означает графическую кнопку в окне диалога.



– означает левую кнопку мыши.



– означает правую кнопку мыши.



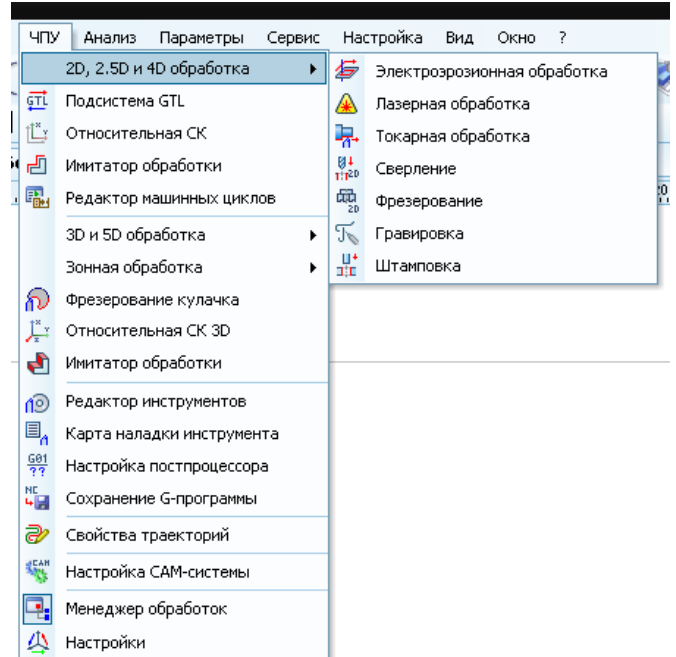
– означает двойное нажатие на левую кнопку мыши.



и т.п. – означает пиктограмму на инструментальной панели.


**«ЧПУ|Менеджер обработок...»** и т.п. – означает выбор из текстового меню команд пункта «ЧПУ», затем выбор подпункта «Менеджер обработок».

**“ЧПУ|3D и 5D обработка|Фрезерование 3D”** – означает выбор из текстового меню пункта “ЧПУ”, затем выбор подпункта “3D и 5D обработка”, в появившемся подменю выбрать “Фрезерование 3D”.



Вызов команды в T-FLEX ЧПУ осуществляется путём выбора из текстового меню. Кроме того, пиктограммы наиболее часто употребляемых команд размещены на инструментальной панели. Для облегчения выбора при подведении курсора к любой пиктограмме появляется подсказка с именем команды.

Некоторые, наиболее часто используемые команды могут также вызываться с помощью нажатия комбинации клавиш, указанной в текстовом меню рядом с названием команды. Например, **<Ctrl><O>** – открыть файл.

**Выбрать пиктограмму, нажать на пиктограмму, выбрать поле, нажать на кнопку** означает в тексте описания следующее: подвести курсор к пиктограмме, полю, кнопке и нажать левую клавишу мыши .

**Указать на элемент, указать на пиктограмму, указать на кнопку** означает в тексте описания следующее: подвести курсор к элементу, пиктограмме, полю, кнопке.



# ПЕРВЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПО НАСТРОЙКЕ СИСТЕМЫ

После запуска проинсталлированной на компьютере системы T-FLEX ЧПУ на экране появится рабочее окно системы T-FLEX CAD, в котором пользователь сможет проводить все этапы проектирования от создания рабочего чертежа детали до автоматической генерации управляющей программы. Текстовое меню T-FLEX CAD будет расширено за счёт подпункта, содержащего команды T-FLEX ЧПУ.

Кроме того, в списке состояний главной панели появятся новые режимы: «ЧПУ 2D», «Имитация ЧПУ» и «ЧПУ 3D».

Каждый подпункт переключает главную панель в соответствующий режим с набором соответствующих командных кнопок. Состояния главной панели «ЧПУ 2D» и «ЧПУ 3D» содержат набор базовых команд для работы с системой, а также набор команд для создания траекторий 2D и 3D обработок различных видов.

Состояние панели «Имитация ЧПУ» может быть принудительно открыто или закрыто при помощи списка состояний, однако при переходе в режим имитации управляющей программы кнопки режима «Имитация ЧПУ» будут активизированы автоматически. В обычном режиме (T-FLEX CAD) и при создании траекторий кнопки режима «Имитация ЧПУ» – неактивны.

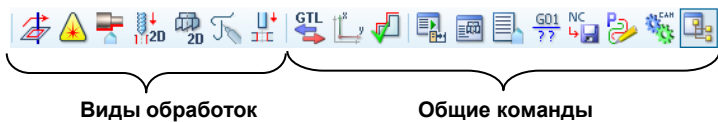
Режим главной панели «Имитация ЧПУ» (режим T-FLEX CAD):



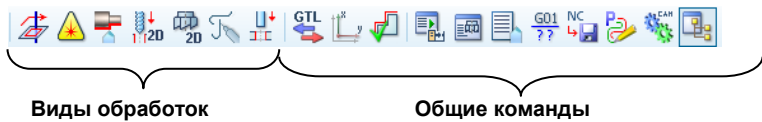
Режим главной панели «Имитация ЧПУ» (режим имитации обработки):



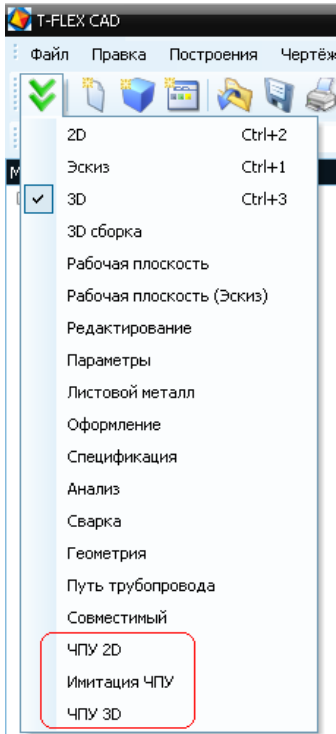
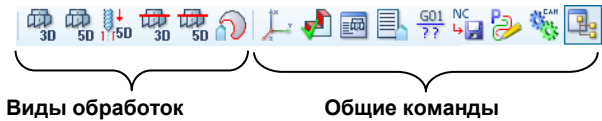
Режим главной панели «ЧПУ 2D»:



Режим главной панели «ЧПУ 2D»:




Режим главной панели «ЧПУ 3D»:





# Настройка САМ-системы

Настройка системы T-FLEX ЧПУ осуществляется с помощью команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Настройка САМ-системы»	



В диалоговом окне команды пользователь может изменить установленные по умолчанию директории для поиска файлов постпроцессоров (как поставляемых с системой T-FLEX ЧПУ, так и разработанных пользователем), готовых управляющих программ и специализированных технологических библиотек.

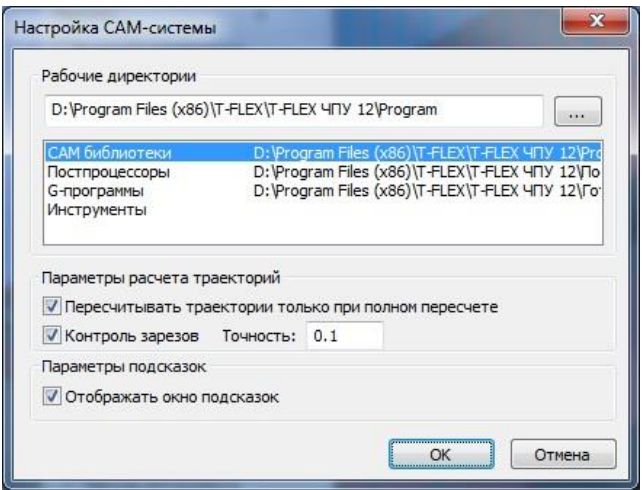
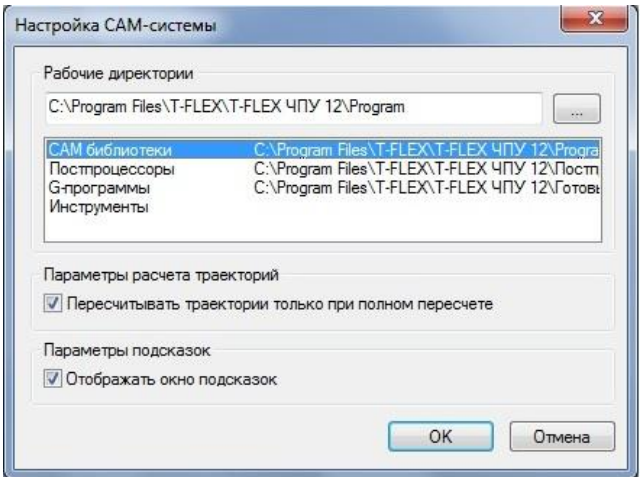
Для удобства пользователя, настройки сохраняются отдельно для 2D и 3D окна T-FLEX.

Для 3D окна в диалог параметров САМ системы добавлен флаг контроля зарезов детали инструментом и точность контроля зарезов.

Как правило, все перечисленные компоненты установлены (по умолчанию) в следующих директориях соответственно:

- ...\\T-FLEX ЧПУ 15\\Библиотека постпроцессоров (готовые постпроцессоры);
- ...\\T-FLEX ЧПУ 15\\Постпроцессоры\\Постпроцессоры 2D (универсальные постпроцессоры для 2D обработки);
- ...\\T-FLEX ЧПУ 15\\Постпроцессоры\\Постпроцессоры 3D (универсальные постпроцессоры для 3D обработки, при установленном 3D модуле);
- ...\\T-FLEX ЧПУ 15\\Готовые УП\\Готовые УП 2D (управляющие программы 2D обработки);
- ...\\T-FLEX ЧПУ 15\\Готовые УП\\Готовые УП 3D (управляющие программы 3D обработки, при установленном 3D модуле);
- ...\\T-FLEX ЧПУ 15\\Program (специализированные технологические библиотеки).

Для изменения данных директорий необходимо нажать кнопку . В результате появится стандартное окно, в котором можно указать новую директорию для того или иного настраиваемого компонента. Перемещаться по списку настраиваемых компонентов можно с использованием  или клавиш <↑>, <↓>. Одновременно с этим перемещением будет изменяться директория в верхней строке окна.






По умолчанию система динамически пересчитывает траекторию обработки при изменении геометрии чертежа, но при установке метки напротив поля «Пересчитывать траектории только при полном пересчете», динамический пересчет траекторий происходить не будет. Для сохранения изменённых параметров необходимо нажать кнопку **[ОК]**.

Перед началом создания траектории обработки, а в дальнейшем и конкретной управляющей программы рекомендуется настроить постпроцессор для требуемого вида обработки и создать файл с инструментом (если таковой ещё не имеется) для механической обработки. Рассмотрим сначала работу, связанную с проектированием инструмента.

**Редактор инструментов**

Для проектирования режущего инструмента и создания баз данных для производственных структур (например, для конкретного рабочего места или производственного участка) предназначен редактор инструмента.

Вызов редактора инструментов осуществляется с помощью команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Редактор инструментов»	

После вызова команды на экране появляется рабочее окно редактора инструмента. Редактор позволяет создавать новый инструмент и редактировать уже существующий. Созданные базы инструмента сохраняются в файлах с расширением \*.t000.

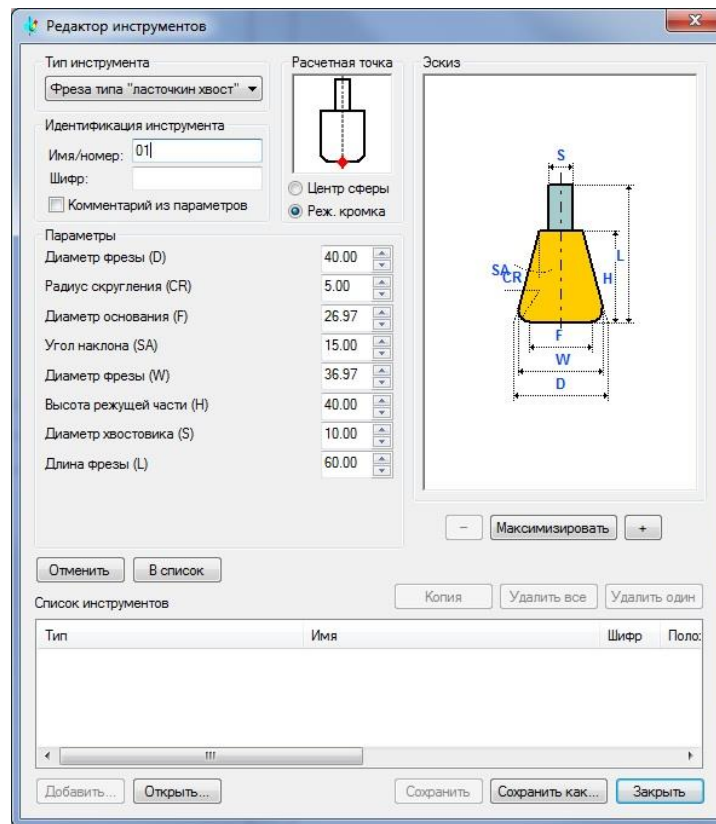
В нижней части окна отображается список уже созданного инструмента с его параметрами. При открытии окна редактора список будет пустым. В верхней части окна расположен выпадающий список режущего инструмента, доступного к созданию.

Для создания инструмента необходимо выбрать из списка нужный пользователю тип. В результате на экране появится эскиз выбранного инструмента с параметрами, установленными по умолчанию. В данном режиме пользователь проводит весь процесс проектирования нового или редактирования старого инструмента. Для этого необходимо просто изменять параметры, которые присутствуют в окне и отображены графически на эскизе инструмента. Чертёж будет динамически пересчитываться, с учётом вносимых пользователем коррективов.

Чтобы сохранить изменения, внесённые в инструмент, пользователь должен нажать кнопку **[Применить]**. Если пользователя что-то не устраивает в новых параметрах, он может вернуться на шаг назад, нажав кнопку **[Откат]**.

Группа параметров **“Идентификация инструмента”** позволяет изменить заданные инструменту по умолчанию собственные **Имя/Номер**, позиции инструмента в инструментальном магазине станка, **Положение** и **Шифр**, с которыми он будет сохранён сначала в списке инструмента редактора инструментов, а затем и в конкретном инструментальном файле.

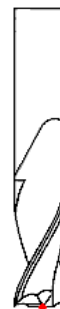




Значение параметра **“Положение”** в группе параметров «Идентификация инструмента» оказывает влияние на отображение инструмента в «Имитаторе обработки».

При установке в параметре **“Положение”** позиции «Режущая кромка», «Имитатор обработки» осуществляет движение инструмента по кадрам управляющей программе с привязкой инструмента на торец. Такая привязка инструмента используется при расчете траекторий в двух и трех координатной обработке, для цилиндрических, сферических, конических, грибовых и других видов фрез, при расчете некоторых траекторий для пяти координатной обработки.

При установке в параметре **“Положение”** позиции «Центр сферы», «Имитатор обработки» осуществляет движение инструмента по кадрам управляющей программе с привязкой инструмента на центр сферы. Такая привязка инструмента используется при расчете траекторий для сферических фрез в четырех и пятикоординатной зонной обработке. При рассматриваемом значении параметра **“Положение”** на цилиндрическом инструменте произойдет смещение точки привязки на радиус инструмента.

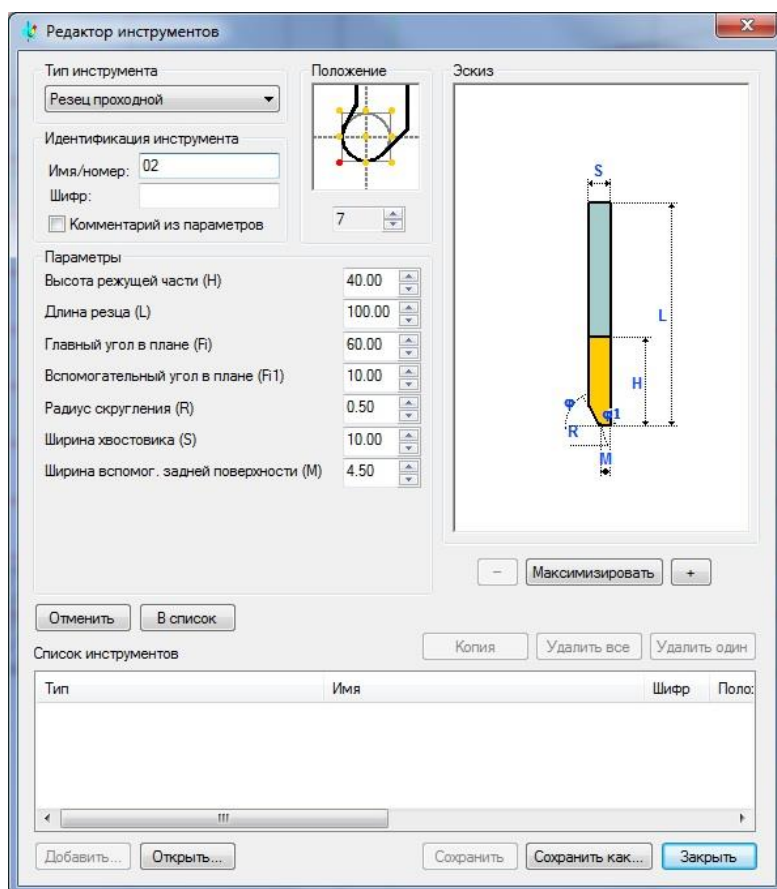


Точка привязки инструмента на торце

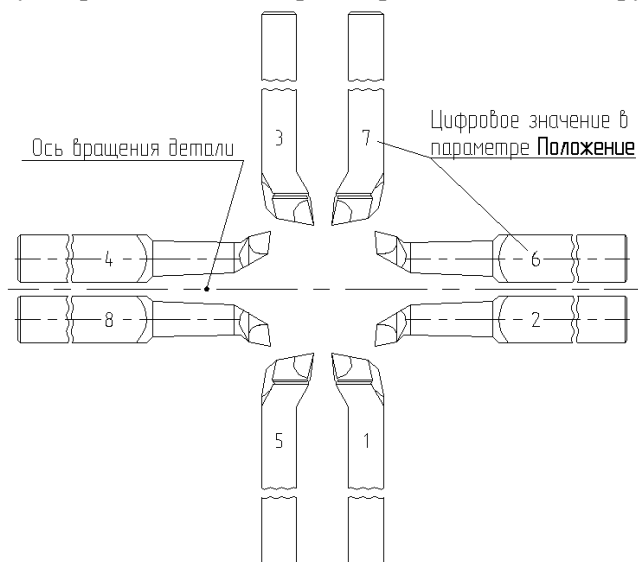


Точка привязки инструмента на центре сферы






Значение в параметре **“Положение”** так же оказывает влияние на положение резцов в токарной обработке, при просмотре кадров управляющей программы в «Имитаторе обработки». Для отображения инструмента в «Имитаторе обработки» используется 8 позиций. Помимо этого, предлагается указать точку резца, для которой будет рассчитываться траектория движения инструмента.

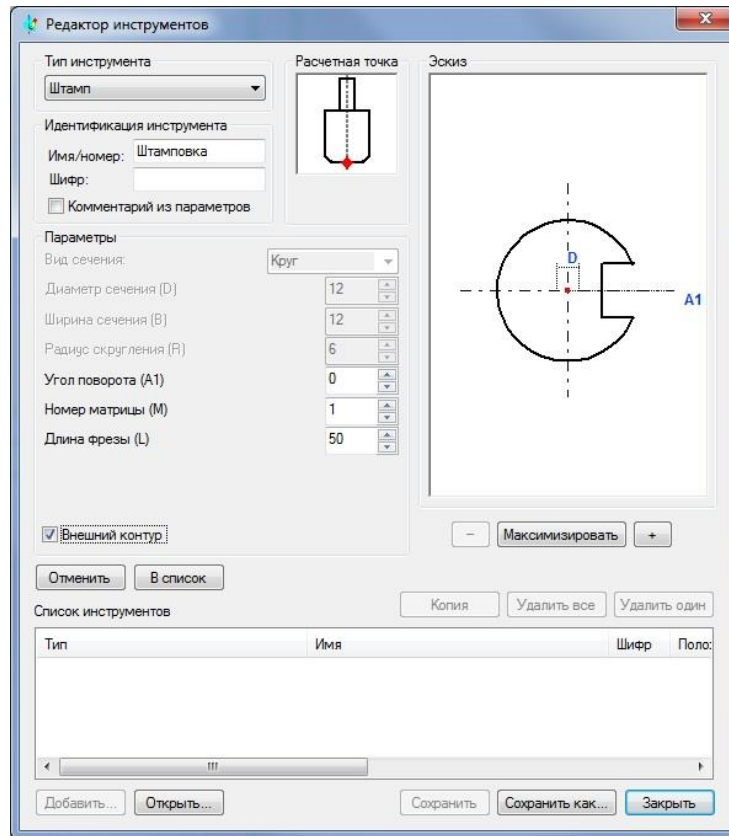




В параметре **Шифр** пользователь может написать дополнительную информацию для идентификации инструмента.

Необходимо отметить, что система автоматически выставляет значение (по умолчанию это «Режущая кромка») в параметре «Расчетная точка», поэтому следует уделить внимание правильности установки этого параметра, во избежание некорректного отображения траектории имитатором обработки.

Для некоторых типов инструмента (Штамп) можно задать произвольный контур инструмента. Для этого необходимо в 2D окне T-FLEX CAD построить одноконтурную штриховку. Причём точке привязки инструмента будет соответствовать на чертеже точка с координатами (0,0). Затем выбрать на чертеже штриховку и зайти в Редактор Инструментов . Если штриховка выбрана удачно, то в открывшемся окне Редактора инструментов будет доступна опция «Внешний контур».





В этом режиме происходит построение контура инструмента в соответствии с выбранным контуром штриховки, причём ряд параметров инструмента текущего типа становится недоступен для редактирования.

Инструмент, созданный по внешнему контуру, сохраняется в тот же инструментальный файл. Редактирование контура инструмента возможно только путём повторного перезадавания внешнего контура.

Наравне с другими инструментами данный инструмент может использоваться в расчете траектории, при визуализации во внутреннем имитаторе T-FLEX ЧПУ и во внешнем имитаторе УП T-FLEX NC Tracer.




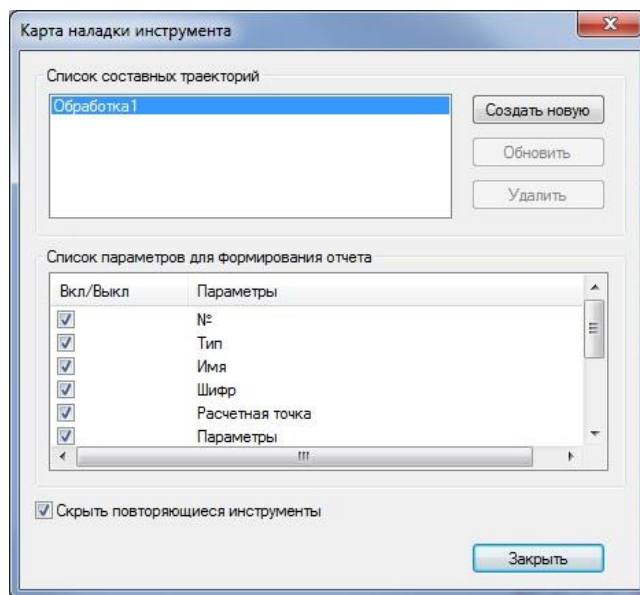
Для завершения создания инструмента необходимо нажать кнопку **[В список]**. Созданный инструмент появится в списке редактора инструмента.

Для перемещения по списку инструмента используется  или клавиши **<↑>** и **<↓>**. Для изменения инструмента необходимо выбрать его в списке и нажать  или **[Enter]**. После этого снова появится окно с эскизом выбранного инструмента. Для удаления выбранного инструмента используется кнопка **[Удалить один]**. Кнопка **[Удалить все]** позволяет удалить все входящие в список инструменты.

Помимо создания нового инструмента, пользователь может добавить в текущий список, ранее спроектированный, из другого файла, воспользовавшись кнопкой **[Добавить...]**. Сохранить созданный список инструментов в файл можно с помощью кнопки **[Сохранить...]**. При необходимости изменения ранее созданного файла инструментов, его можно открыть для редактирования, используя кнопку **[Открыть...]**.

## Карта наладки инструмента

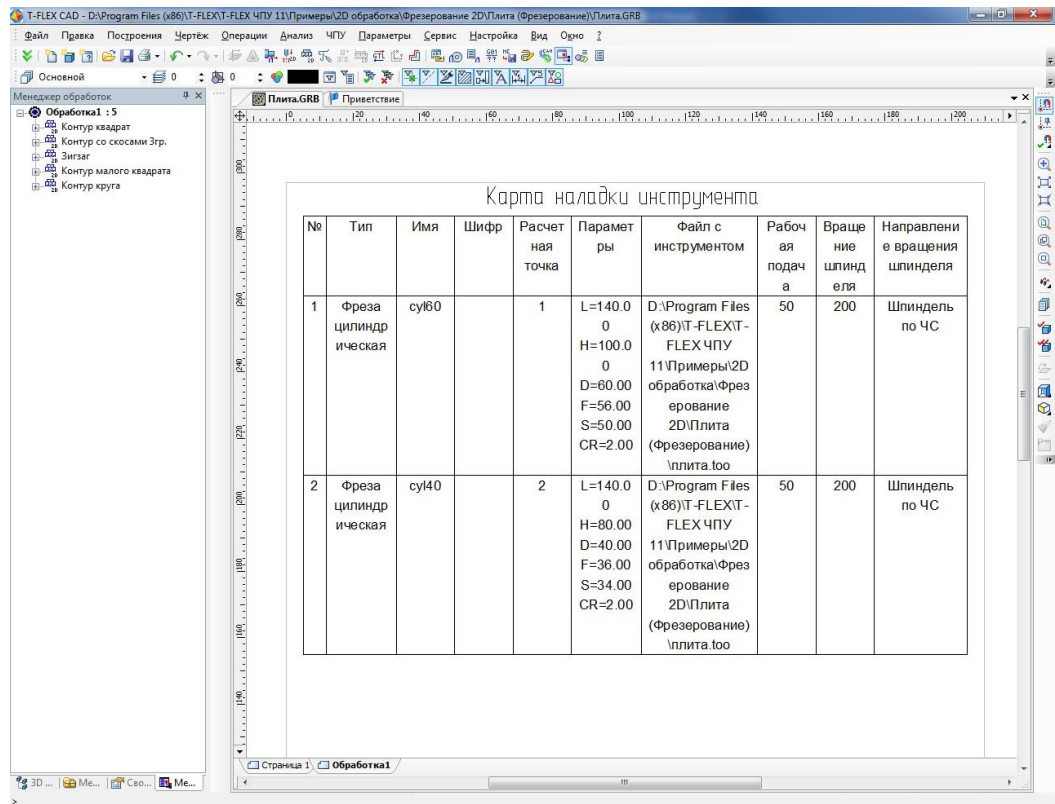
Данная опция предназначена для создания инструментальной документации. При нажатии кнопки , базового модуля система создаст новую страницу в текущем документе T-FLEX ЧПУ с бланком карты инструмента, в которую будет внесён весь инструмент, используемый в данной обработке. Для каждой из обработок можно создать отдельную карту. Для создания новой карты следует выбрать обработку из списка и нажать кнопку **[Создать новую]**. Нажатие на кнопку вызовет открытие новой страницы T-FLEX CAD на которой появится бланк технологической карты. Пользователь может самостоятельно определить, какие из параметров инструмента будут внесены в бланк, включая/выключая флаги в списке параметров для форматирования отчета.



По умолчанию, в бланк будет занесён весь инструмент, используемый в данной обработке. Для создания новой карты следует выбрать нужную обработку из списка (если их несколько) и нажать кнопку **[Создать новую]**. Для каждой из обработок можно создать отдельную карту. Нажатие на

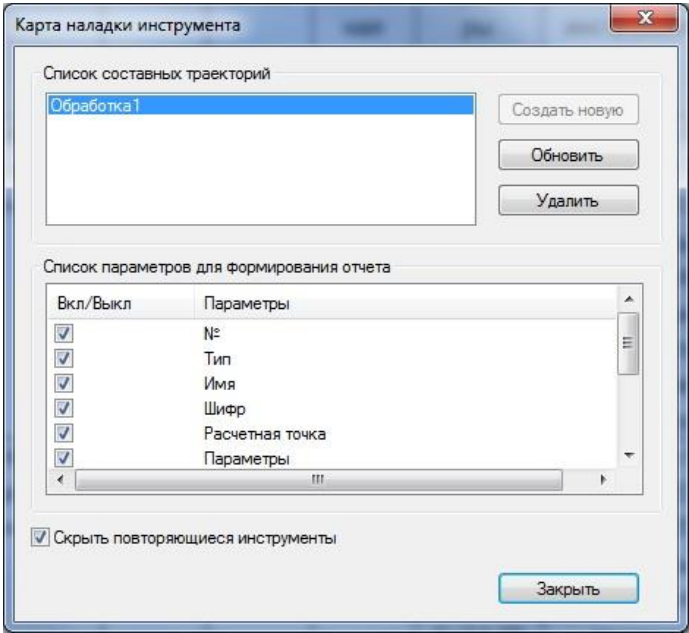


кнопку создаст в чертежном окне T-FLEX CAD дополнительную страницу с именем обработки, содержащую бланк технологической карты.



После создания карты пользователь может продолжить создание траекторий в данной обработке. Для внесения изменений в карту, пользователю необходимо снова вызвать опцию, выбрать необходимую обработку и нажать кнопку **[Обновить]**.





Если пользователь желает удалить из документа карту инструмента для какой-либо из обработок, ему следует вызвать опцию, выбрать из списка обработку и нажать кнопку **[Удалить]**. Также, карту наладки можно удалить посредством команды **[Удалить страницу]** T-FLEX CAD. При всех операциях с опцией “Карта наладки инструмента” для закрытия окна необходимо нажать кнопку **[Закреть]**.

**Редактор постпроцессоров**

Система T-FLEX ЧПУ при сохранении управляющей программы использует модули постпроцессирования (постпроцессоры). Эти модули позволяют транслировать геометрическую и технологическую информацию из созданной пользователем траектории движения инструмента в набор G- и M-команд, формирующих управляющую программу для системы ЧПУ станка.

T-FLEX ЧПУ позволяет использовать при сохранении управляющей программы табличные и внешние постпроцессоры.

По-умолчанию в системе T-FLEX ЧПУ предлагается универсальный постпроцессор для всех видов обработки. Также в поставку входит ряд специальных постпроцессоров (более 400) для различных видов обработки, которые настроены под работу с такими стойками ЧПУ, как «Power Automation», «FANUC», «Olivetti» и другими. Кроме того, пользователь сам может существенно расширить набор с помощью редактора постпроцессоров.

Для вызова редактора используется команда:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Настройка постпроцессора»	



После вызова команды на экране появляется диалоговое окно “Редактор постпроцессоров”. В данном рабочем окне пользователь может проводить все работы по редактированию существующих постпроцессоров и создавать свои.

В основном поле окна редактора представлен список команд используемого постпроцессора. Переключаясь по данному списку, пользователь получает в специальных полях пояснение к команде, расшифровку команды и её код в активном постпроцессоре. Эту кодировку можно поменять в поле “Новая”, то есть с клавиатуры ввести код, который используется на применяемой пользователем стойке.

Кроме того, пользователь может поменять постпроцессоры для всех типов обработки, существующих в системе T-FLEX ЧПУ. Для этого сначала надо изменить тип обработки в строке “Вид обработки”, для чего выбрать из списка тот тип, который необходим в настоящий момент.

Для сохранения вновь разработанного постпроцессора необходимо нажать кнопку [**Сохранить как**] и далее указать, куда сохранять файл с постпроцессором и под каким именем. Рекомендуется сохранение в директорию...\\T-FLEX\\ЧПУ 15\\ Постпроцессоры\\Постпроцессоры 2D (3D), которая создаётся с инсталляцией системы.

Пользователь может изменить существующий постпроцессор, для чего сначала необходимо загрузить файл с этим постпроцессором (используя кнопку [**Открыть**], если всё сделано правильно, то в строке **Файл** появится название файла). Далее проводится необходимая правка загруженного постпроцессора, как это было описано выше. После всей правки достаточно нажать кнопку [**Сохранить**], и все изменения сохранятся в текущий файл и постпроцессор.

Особенно необходимо отметить, что в поле **Комментарии к постпроцессору** записывается дата и время разработки или последней редакции постпроцессора.

## Дополнительные параметры постпроцессора

Включив опцию “Показать дополнительные параметры”, пользователь откроет диалог настройки дополнительных параметров создаваемого постпроцессора, с помощью которых можно произвести гибкую настройку различных сочетаний команд постпроцессора. Если данная опция не используется, то значения дополнительных параметров при сохранении управляющей программы не учитываются.

Элементы диалога могут меняться в зависимости от текущей команды постпроцессора и выбранного вида обработки. Например, для команды G00 электроэрозионной обработки, диалог будет содержать наборы команд “Система координат”, “Коррекция на радиус”, “Дополнительные параметры”, “Формат вывода числовых данных” и “Формат выгружаемой строки”.



Система координат

☒ Абсолютная система координат в первом кадре

☐ Относительная система координат в первом кадре

☒ Рабочая система координат в первом кадре

Коррекция на радиус

☐ Включение коррекции на радиус G41/G42 в первом кадре

☐ Выключение коррекции на радиус G40 в последнем кадре

☐ Рабочая плоскость в первом кадре

Дополнительные параметры

Формат вывода числовых данных

#,###


Формат выгружаемой строки

G90 G54 G00 XYZ

<<>>

Включение опций, необходимых пользователю, позволяет выгружать в управляющую программу строку, содержащую помимо команды G-кода и координат, набор дополнительных параметров. Сформированную строку можно увидеть в поле **“Формат выгружаемой строки”**. С помощью кнопок **[<<]** и **[>>]** производится смена взаимного расположения элементов. Для этого нужно нажать на нужном элементе строки и кнопками задать направление перестановки выделенного элемента. Например, включение в команду G01 абсолютной системы координат и коррекции на радиус сформирует строку G01 XYZ G90 G41. Смена позиции выгружаемых координат **“XYZ”** в конец строки с помощью кнопки **[>>]** приведет к результату G01 G90 G41 XYZ.

Например, если создаваемая пользователем обработка будет содержать команды G90 и включение левой коррекции на радиус G41, эти команды будут выгружаться в управляющую программу совместно с командой G01: N5 G01 G90 G41 X13.534 Y15.456

У некоторых элементов диалога доступны расширенные параметры, доступные по нажатию кнопки . Например, для абсолютной системы координат доступна опция **“Выгружать в управляющую программу”**. Её включение приведет к тому, что команда G90 не будет записываться в управляющую программу.

Система координат

☒ Абсолютная система координат в первом кадре

☐ Относительная система координат в первом кадре

☒ Рабочая система координат в первом кадре

Относительная система координат в первом кадре

☒ Выгружать в управляющую программу

В поле **“Дополнительные параметры”** можно ввести параметры, необходимые пользователю для текущей команды постпроцессора, которых нет в списке элементов диалога. При вводе параметра в поле **“Формат выгружаемой строки”** появится новый элемент **“PAR”**.

Поле **“Формат вывода числовых данных”** отображает формат записи числовых значений в управляющую программу. Это могут быть значения координат или других параметров, в зависимости от текущей команды постпроцессора. Ниже приведена таблица соответствия маски и формата вывода числовых значений.



Маска	Формат вывода числовых значений	Клавиатура
#	Целая часть числа	Любая буква
#,###	Целая и дробная части числа, количество символов “#” определяет количество выводимых знаков после запятой	“.” или “,” для установки запятой
#(,)###	“(,)” означает фиксированную запятую. Целые числа будут выгружаться в формате “5.”	“(“ или “)” для установки фиксированной запятой
+ #	Перед положительными числами пишется знак “+”	“+” для установки, “-“ для снятия
#*10	Числовое значение умножается на введенный коэффициент	“*” для установки/снятия умножения, цифры для задания коэффициента умножения

Следует отметить, что при использовании постпроцессора, сохраненного с дополнительными параметрами, управляющая программа формируется с учетом следующих условий:

- При наличии относительной системы координат координаты выгружаются в приращениях.
- Повторные координаты не записываются.
- Кадры с повторными координатами не выгружаются.
- Название G-команд и дополнительные параметры записывается только при их смене.
- При включенном охлаждении и наличии нескольких расположенных друг за другом траекторий с одинаковым инструментом, охлаждение выключается в последней траектории.



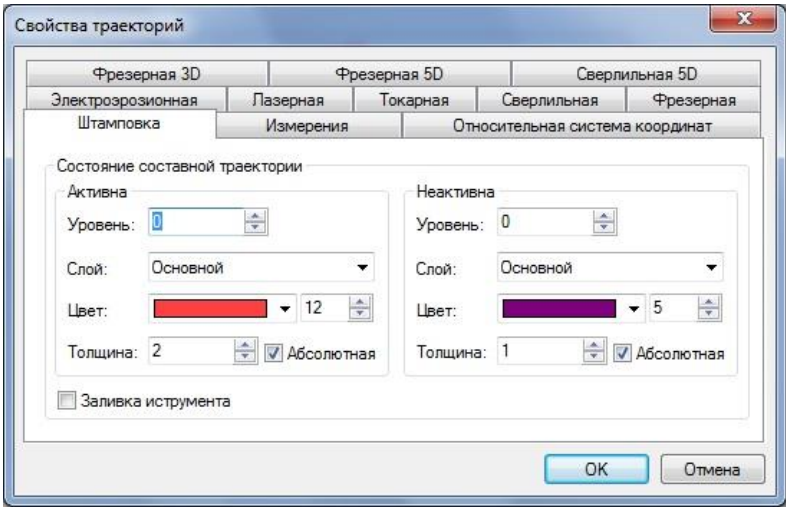
# ТРАЕКТОРИИ 2D, 2.5D и 4D ОБРАБОТКИ (2D ВЕРСИЯ)

После того, как пользователь системы T-FLEX ЧПУ создаст чертёж детали и проведёт все перечисленные выше операции по настройке системы, можно переходить к генерации траектории и управляющей программы.

Настройка свойств траекторий осуществляется с помощью команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Свойства траекторий»	

Все настройки производятся для составной траектории различных видов обработки. Пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траекторий, их цвет, слой и уровень расположения траекторий на чертеже.




**Заливка инструмента.** Для траекторий штамповки доступен флаг заливки контура сечения инструмента цветом траектории.

Описание остальных параметров приведено в соответствующих разделах помощи и документации T-FLEX CAD.












## Электроэрозионная обработка


Для разработки траектории и управляющей программы для электроэрозионной обработки используется команда:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 2D, 2.5D и 4D обработка Электроэрозионная обработка»	


После вызова команды в автосписке будут доступны следующие опции:

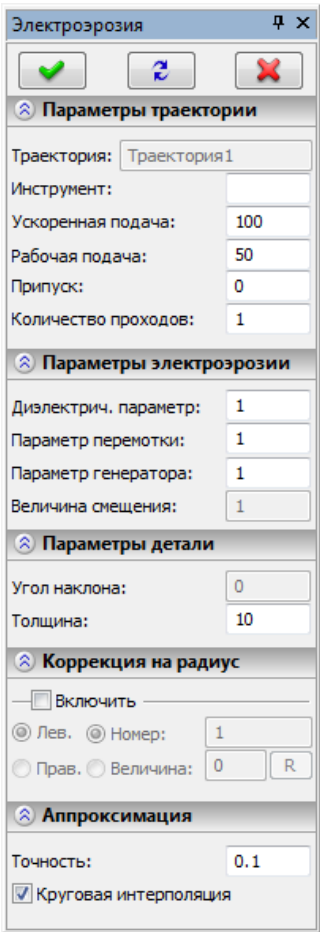
	<End>	Завершить редактирование
	<T>	Технологическая траектория
	<O>	Одноконтурное резание
	<U>	Угловое резание
	<D>	Двухконтурное резание
	<R>	Выборка металла по спирали
	<A>	Электроэрозионная гравировка текста
	<Q>	Перемещение в точку с заданными параметрами
	<Esc>	Выйти из команды



После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Электроэрозия". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по умолчанию** для всех вновь создаваемых электроэрозионных траекторий. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .




Подробное описание всех параметров приведено ниже в разделе "Параметры траектории".

Опция  используется для создания технологической траектории. Данные траектории нужны, например, для задания дополнительных технологических команд в управляющей программе. Подробное описание процесса создания технологических траекторий для всех видов обработки приведено в главе "Технологические траектории".






Создание траектории




После того как были внесены изменения в параметры обработки по умолчанию, пользователь может выбрать один из трёх видов электроэрозионной обработки:



-  одноконтурное резание (2D обработка);
-  угловое резание (2.5D обработка);
-  двухконтурное резание (4D обработка).

При выборе любого из перечисленных типов электроэрозионной обработки в автоматическом режиме будут доступны следующие опции:

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<1>	Фильтр выбора штриховок

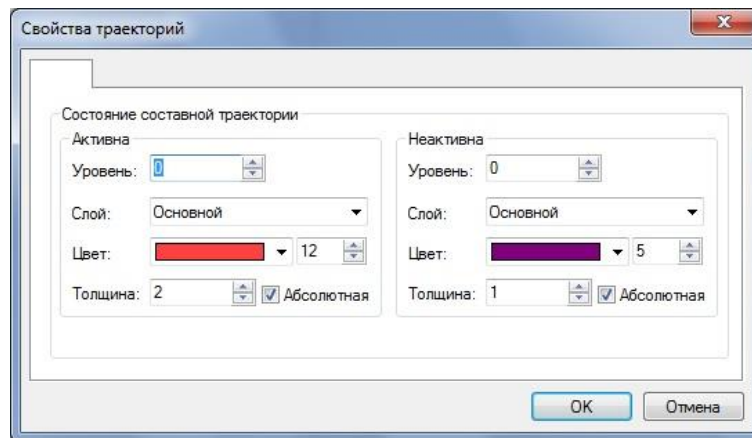


	<2>	Фильтр выбора путей
	<3>	Смена начальной точки траектории
	<Esc>	Выйти из команды

Траектория электроэрозионного резания строится на основе стандартных элементов построения T-FLEX CAD "путь"() или "штриховка"(). Путь имеет направление и может быть незамкнутым. Штриховка имеет направление и представляет собой замкнутый контур. Узлы пути и штриховки после построения траектории выгружаются в управляющую программу в виде опорных перемещений инструмента относительно детали. Направление штриховок и путей указывает направление движения инструмента относительно обрабатываемой детали.

При создании траектории опции "Свойства траектории" и "Смена начальной точки траектории" будут доступны только после выбора на чертеже нужного элемента построения T-FLEX CAD. При редактировании созданной траектории они доступны сразу.

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.



**Фильтры** выбора штриховок и путей влияют на возможность их выбора на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Фильтры могут быть активны как попарно (тогда можно выбрать как пути, так и штриховки), так и отдельно (только пути или только штриховки). Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

В зависимости от того, на основе какого элемента построения пользователь желает создать траекторию, необходимо **выбрать штриховку или путь**.

Одновременно с автономю электроэрозионной обработки появится немодальное окно параметров траектории. Указывать элемент чертежа и задавать параметры траектории можно не соблюдая никакой последовательности. То есть возможно сначала установить параметры, затем указать элементы построения на чертеже или наоборот, указать элементы построения, а после задать параметры. Также возможно частично задать параметры траектории, затем указать элементы построения, а после продолжить задание параметров траектории.



В случае использования углового резания технологу-программисту необходимо учесть следующее ограничение: все элементы в контуре должны иметь тангенциальные переходы для корректного получения управляющей программы.

При создании траектории двухконтурного резания также есть ряд нюансов:

- при двухконтурном резании для нижнего и для верхнего контура, которые составляют деталь, должны присутствовать только одинаковые элементы чертежа, то есть верхний и нижний контур должен быть или элементом «штриховка» или элементом «путь». Сочетание двух этих элементов не допускается;
- геометрическая форма верхнего и нижнего контуров должна отличаться, в противном случае пользователь получит то же самое одноконтурное резание;
- для успешного и корректного расчёта траектории обработки, пользователь сначала должен указать нижний контур (основание детали), а затем верхний контур;



## Параметры траектории

Вид диалогового окна параметров траектории совпадает для всех видов резания. Рассмотрим его на примере параметров траектории одноконтурного резания.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Инструмент.** Пользователь может задать конкретное имя (номер) инструмента, применяемое на станке, если таковое имеется, или в противном случае указать марку и толщину используемой проволоки;

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента при выполнении вспомогательных перемещений;

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движений резания;

**Припуск.** Данный параметр задаёт величину припуска – расстояние между исходным и эквидистантным контурами;

**Количество проходов.** Количество проходов по выбранному контуру детали. При использовании коррекции на радиус по величине создаются эквидистантные проходы данного количества смещенные друг относительно друга на величину коррекции.

### Параметры электроэрозии.

**Диэлектрический параметр** задаётся числовым значением от 0 до 9;

**Параметр перемотки** задаётся конкретным цифровым значением;

**Параметр генератора** задаётся конкретным цифровым значением;

### Параметры детали.

**Угол наклона** проволоки. Данный параметр доступен только при **угловом резании**;

**Толщина** детали. Выгружается в управляющую программу в виде отдельного кадра.

### Коррекция на радиус.

**Левая коррекция.** Отступ от исходного контура влево по направлению движения;

**Правая коррекция.** Отступ от исходного контура вправо по направлению движения;

**Номер.** Для выбранной коррекции задаётся её номер из таблицы, приведённой на станке;

**Величина смещения.** Для выбранной коррекции задаётся величина отступа от исходного контура;

### Петли и перемычки.

Добавление в траекторию круговых сегментов заданного **радиуса** для тангенциального перехода с одного сегмента на другой, **угол** между которыми больше установленного в параметрах.



### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

### **Дополнительные параметры.**

**Точный обход углов.** Установка данного параметра задаёт удаление тангенциальных переходов (соединение элементов контура по касательной) в траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**Против контура.** Изменяет направление движения инструмента.

**Без удаления петель.** Данный параметр выключает восстановление вырождающихся элементов траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**Согласование контуров.** Данный параметр доступен только для **двухконтурного резания** и применяется в случае разного количества составляющих сегментов в контурах основания и вершины детали.

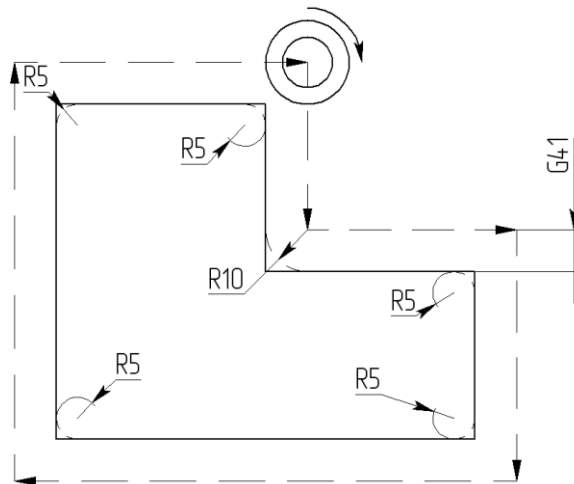
**Все контура штриховки.** Данный флаг следует использовать при построении траектории на основе составной штриховки, включающей несколько контуров.

**R скругл.** Скруглить радиусом. Данный параметр позволяет вписать окружности заданных радиусов в местах не тангенциальных переходов для внутренних и внешних углов контура. Подробнее о данном параметре можно прочитать ниже.

**M01.** Возможность вставки в управляющую программу (в первом проходе) кадра условного останова (M01) в точке, ближайшей к заданной (координаты X,Y).


**Скруглить радиусом (R скругл.).** Данный параметр позволяет вписать окружности заданного радиуса в местах нетангенциальных переходов (данная команда действует во всех видах электроэрозионной обработки). В двух ячейках параметров задаётся значение радиусов скругления внешних и внутренних углов контура. Как правило, для задания значения радиуса скругления внешних углов контура ( $>180^\circ$ ) используется первая ячейка, а для задания значения радиуса скругления внутренних углов ( $<180^\circ$ ) используется вторая ячейка. Однако, назначение ячеек может меняться в зависимости от направления прохода контура и направления коррекции на радиус инструмента.







На примере, приведённом выше, для скругления внешних углов задан радиус 5, а для скругления внутренних углов – радиус 10.


### Смена начальной точки траектории.

При создании или редактировании траектории контурной обработки, основанной на штриховке, пользователь имеет возможность указать начальную точку. По умолчанию, система устанавливает начальной точкой траектории первый узел штриховки. Пользователь может отказаться от данной стратегии расчёта и, нажав кнопку , указать иную точку контура, в качестве начальной. При этом обработка начнётся в указанной точке и закончится в ней.

### Гравировка.


Пользователь может создать операцию электроэрозионной гравировки текста, выбрав из автоменю электроэрозионной обработки опцию . Далее нужно указать на чертеже созданный заранее одиночный текст или последовательность текстов, для которого(-ых) необходимо создать траекторию гравировки.

Фильтр  включает/выключает возможность выбора на чертеже текста.

Кнопка  в автоменю гравировки служит для отмены выбранного текста.

### Выборка материала по спирали.

В электроэрозионной обработке имеется стратегия выборки материала по спирали. Для её использования необходимо предварительно построить штриховку, описывающую контур, из которого необходимо произвести удаление материала.

После того как были произведены предварительные построения, пользователь должен выбрать опцию выборки материала по спирали  в автоменю электроэрозионной обработки. Далее нужно указать штриховку на существующем чертеже и в окне параметров траектории ввести нужные пара-



метры обработки. Набор параметров траектории в основном совпадает с описанным ранее для одно-контурного резания. Ниже описаны лишь дополнительные параметры выбора материала по спирали.

### Параметры электроэрозии.

**Величина смещения.** Данный параметр задаёт расстояние между проходами.

Выборка металла по спир... [F4] [X]

[✓] [↺] [✗]

⌵ **Параметры траектории**

Траектория:

Инструмент:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Припуск:

Количество проходов:

⌵ **Параметры электроэрозии**

Диэлектрич. параметр:

Параметр перемотки:

Параметр генератора:

Величина смещения:

⌵ **Параметры детали**

Угол наклона:

Толщина:

⌵ **Аппроксимация**

Точность:

☒ Круговая интерполяция

⌵ **Доп. параметры**

☐ Точный обход углов

☐ Против контура

☐ Без удаления петель


☐ Согласование контуров

☐ Все контура штриховки

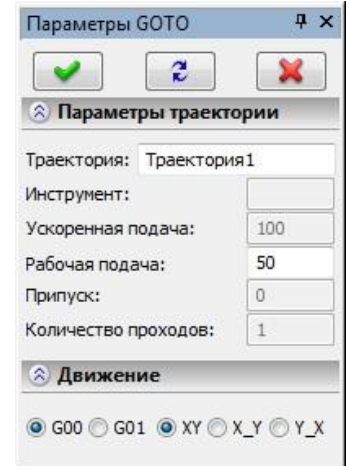
☐ R скругл.:




## Перемещение в точку с заданными параметрами


Для перемещения в точку с заданными параметрами в электроэрозионной и лазерной обработках, необходимо нажать пиктограмму . После нажатия система перейдёт в режим выбора точки (узла). Одновременно появится диалог параметров команды.

В диалоге можно выбрать тип перемещения (ускоренный G00 или на рабочей подаче G01). Можно выбрать очередность перемещения по осям (сразу по двум осям или поочерёдно).




После всех изменений, внесённых в параметры обработки, пользователю достаточно нажать кнопку , чтобы сохранить траекторию в файл, содержащий готовый чертёж обрабатываемой детали.

Рассчитанная траектория будет добавлена в специальный список траекторий Менеджера обработок.

Для того чтобы просмотреть данный список, пользователю необходимо использовать кнопку . Работа с этой опцией подробно описана в разделе “Менеджер обработок”.

Необходимо привести некоторые важные замечания, касающиеся системы в целом:

1. В списке составных траекторий указываются только те траектории, для которых в последствии будет рассчитана единая управляющая программа. Например, из одного листа металла вырезаются различные контура. Для этого их надо начертить в одном файле, а затем для каждого сгенерировать траекторию обработки, причём вид обработки может отличаться. То есть для одного вида обработки могут использоваться его разные подвиды внутри одной составной траектории. Например, в случае электроэрозионной обработки один контур может быть обработан одноконтурным резанием, а другой угловым резанием;
2. Если необходимо обработать одну и ту же деталь двумя разными видами обработки, например, электроэрозионной и лазерной, то сначала сохраняется траектория для одного вида обработки (например, для электроэрозионной обработки) в файл содержащий изображение обрабатываемой детали. После этого пользователь должен создать новую составную траекторию в том же файле и использовать другой вид обработки (в нашем случае лазерную обработку);
3. Если для одной и той же детали необходимо сделать различные подвиды одной обработки, например, одноконтурное резание и угловое резание, то сначала рассчитывается одна траектория (например, для одноконтурного резания). После этого технолог-программист должен выйти из автоменю обработки (в данном случае из автоменю электроэрозионной обработки), используя опцию . Далее необходимо вновь войти в электроэрозионную обработку и рассчитать траекторию для второго подвида (например, для углового резания).












Лазерная обработка

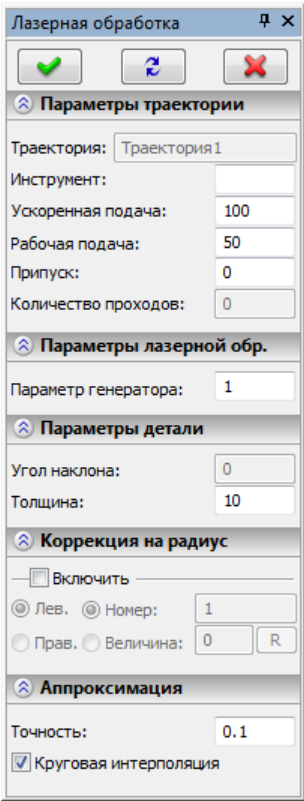
Для разработки траектории и управляющей программы для лазерной обработки используется команда:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 2D, 2.5D и 4D обработка Лазерная обработка»	

После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<End>	Завершить редактирование
	<T>	Технологическая траектория
	<O>	Одноконтурное резание
	<U>	Угловое резание
	<D>	Двухконтурное резание
	<A>	Лазерная гравировка текста
	<Q>	Перемещение в точку с заданными параметрами
	<Esc>	Выйти из команды




Опция  используется для создания технологической траектории. Данные траектории нужны, например, для задания дополнительных технологических команд в управляющей программе. Подробное описание процесса создания технологических траекторий для всех видов обработки приведено в главе “Технологические траектории”.













## Создание траектории

После того как были внесены изменения в параметры обработки по умолчанию, пользователь должен выбрать один из трёх видов лазерной обработки:

-  одноконтурное резание (2D обработка);
-  угловое резание (2.5D обработка);
-  двухконтурное резание (4D обработка).

При выборе любого из перечисленных типов электроэрозионной обработки в меню будут доступны следующие опции:

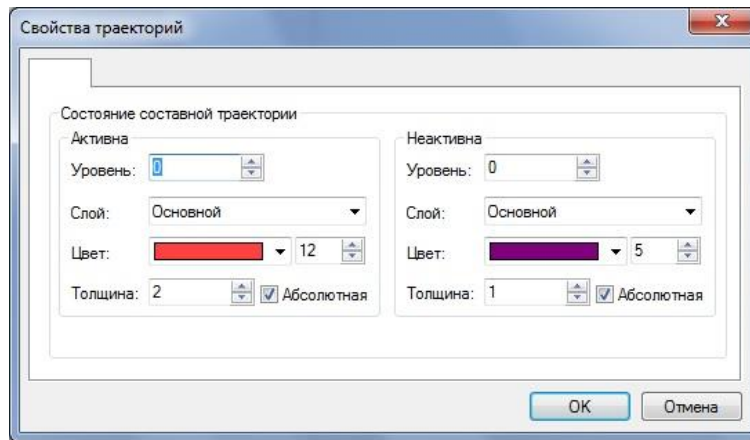
	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;1&gt;</b>	Фильтр выбора штриховок
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;3&gt;</b>	Смена начальной точки траектории
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

Траектория лазерного резания строится на основе стандартных элементов построения T-FLEX CAD "путь"() или "штриховка"(). Путь имеет направление и может быть незамкнутым. Штриховка имеет направление и представляет собой замкнутый контур. Узлы пути и штриховки после построения траектории выгружаются в управляющую программу в виде опорных перемещений инструмента относительно детали. Направление штриховок и путей указывает направление движения инструмента относительно обрабатываемой детали.

При создании траектории опции "Свойства траектории" и "Смена начальной точки траектории" будут доступны только после выбора на чертеже нужного элемента построения T-FLEX CAD. При редактировании созданной траектории они доступны сразу.

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.





**Фильтры** выбора штриховок и путей влияют на возможность их выбора на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Фильтры могут быть активны как попарно (тогда можно выбрать как пути, так и штриховки), так и раздельно (только пути или только штриховки). Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

В зависимости от того, на основе какого элемента построения пользователь желает создать траекторию, необходимо **выбрать штриховку или путь**.

Одновременно с автоматом лазерной обработки появится немодальное окно параметров траектории. Указывать элемент чертежа и задавать параметры траектории можно не соблюдая никакой последовательности. То есть возможно сначала установить параметры, затем указать элементы построения на чертеже или наоборот, указать элементы построения, а после задать параметры. Также возможно частично задать параметры траектории, затем указать элементы построения, а после продолжить задание параметров траектории.

В случае двухконтурного резания есть ряд нюансов:

- при двухконтурном резании для нижнего и для верхнего контура, которые составляют деталь, должны присутствовать только одинаковые элементы чертежа, то есть верхний и нижний контур должен быть или элементом «штриховка» или элементом «путь». Сочетание двух этих элементов не допускается;
- геометрическая форма верхнего и нижнего контуров должна отличаться, в противном случае пользователь получит то же самое одноконтурное резание;
- для успешного и корректного расчёта траектории обработки, пользователь сначала должен указать нижний контур (основание детали), а затем верхний контур;



## Параметры траектории

Вид диалогового окна параметров траектории совпадает для всех видов резания. Рассмотрим его на примере параметров траектории одноконтурного резания.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Инструмент.** Пользователь может задать конкретное имя (номер) инструмента, применяемое на станке, если таковое имеется, или в противном случае указать марку и толщину используемой проволоки;

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента при выполнении вспомогательных перемещений;

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движений резания;

**Припуск.** Данный параметр задаёт величину припуска – расстояние между исходным и эквидистантным контурами;

**Количество проходов.** Количество проходов по выбранному контуру детали. При использовании коррекции на радиус по величине создаются эквидистантные проходы данного количества смещенные друг относительно друга на величину коррекции.

### Параметры лазерной обработки.

**Параметр генератора** задаётся конкретным цифровым значением;

### Параметры детали.

**Угол наклона** проволоки. Данный параметр доступен только при **угловом резании**;

**Толщина** детали. Выгружается в управляющую программу в виде отдельного кадра.

### Коррекция на радиус.

**Левая коррекция.** Отступ от исходного контура влево по направлению движения;

**Правая коррекция.** Отступ от исходного контура вправо по направлению движения;

**Номер.** Для выбранной коррекции задаётся её номер из таблицы, приведённой на станке;

**Величина смещения.** Для выбранной коррекции задаётся величина отступа от исходного контура;

### Петли и перемычки.

Добавление в траекторию круговых сегментов заданного **радиуса** для тангенциального перехода с одного сегмента на другой, **угол** между которыми больше установленного в параметрах.



### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

### Дополнительные параметры.

**Точный обход углов.** Установка данного параметра задаёт удаление тангенциальных переходов (соединение элементов контура по касательной) в траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**Против контура.** Изменяет направление движения инструмента.

**Без удаления петель.** Данный параметр выключает восстановление вырождающихся элементов траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**Согласование контуров.** Данный параметр доступен только для **двухконтурного резания** и применяется в случае разного количества составляющих сегментов в контурах основания и вершины детали.

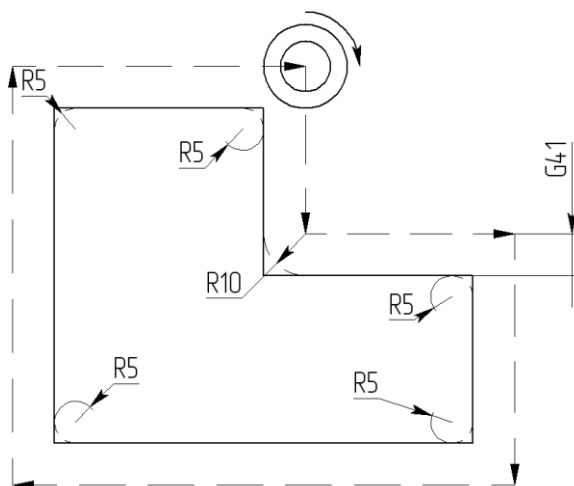
**Все контура штриховки.** Данный флаг следует использовать при построении траектории на основе составной штриховки, включающей несколько контуров.

**R скругл.** Скруглить радиусом. Данный параметр позволяет вписать окружности заданных радиусов в местах не тангенциальных переходов для внутренних и внешних углов контура. Подробнее о данном параметре можно прочитать ниже.

**M01.** Возможность вставки в управляющую программу (в первом проходе) кадра условного останова (M01) в точке, ближайшей к заданной (координаты X,Y).


**Скруглить радиусом (R скругл.).** Данный параметр позволяет вписать окружности заданного радиуса в местах нетангенциальных переходов (данная команда действует во всех видах лазерной обработки). В двух ячейках параметров задаётся значение радиусов скругления внешних и внутренних углов контура. Как правило, для задания значения радиуса скругления внешних углов контура ( $>180^\circ$ ) используется первая ячейка, а для задания значения радиуса скругления внутренних углов ( $<180^\circ$ ) используется вторая ячейка. Однако, назначение ячеек может меняться в зависимости от направления прохода контура и направления коррекции на радиус инструмента.







На примере, приведённом выше, для скругления внешних углов задан радиус 5, а для скругления внутренних углов – радиус 10.


### Смена начальной точки траектории.

При создании или редактировании траектории контурной обработки, основанной на штриховке, пользователь имеет возможность указать начальную точку. По умолчанию, система устанавливает начальной точкой траектории первый узел штриховки. Пользователь может отказаться от данной стратегии расчёта и, нажав кнопку , указать иную точку контура, в качестве начальной. При этом обработка начнётся в указанной точке и закончится в ней.

### Гравировка.


Пользователь может создать операцию электроэрозионной гравировки текста, выбрав из автоменю электроэрозионной обработки опцию . Далее нужно указать на чертеже созданный заранее одиночный текст или последовательность текстов, для которого(-ых) необходимо создать траекторию гравировки.

Фильтр  включает/выключает возможность выбора на чертеже текста.

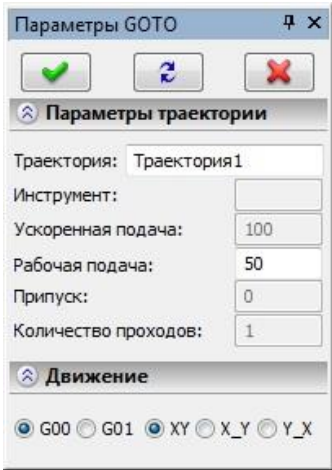
Кнопка  в автоменю гравировки служит для отмены выбранного текста.



Перемещение в точку с заданными параметрами


Для перемещения в точку с заданными параметрами в электроэрозионной и лазерной обработках, необходимо нажать пиктограмму . После нажатия система перейдёт в режим выбора точки (узла). Одновременно появится диалог параметров команды.

В диалоге можно выбрать тип перемещения (ускоренный G00 или на рабочей подаче G01). Можно выбрать очередность перемещения по осям (сразу по двум осям или поочерёдно).




После всех изменений внесённых в параметры обработки, технологу-программисту достаточно нажать кнопку **[OK]**, чтобы сохранить траекторию в файл, содержащий готовый чертёж обрабатываемой детали.

Рассчитанная траектория будет добавлена в специальный список траекторий Менеджера обработок.








Для того, чтобы просмотреть данный список, пользователю необходимо использовать кнопку . Работа со списком траекторий подробно описана в разделе “Менеджер обработок”.

Токарная обработка

Для разработки траектории и управляющей программы для токарной обработки используется команда:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 2D, 2.5D и 4D обработка Токарная обработка»	

После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;T&gt;</b>	Технологическая траектория
	<b>&lt;B&gt;</b>	Точение контура
		Группа операций «Снятие припуска»
		Группа операций «Точение кармана»
		Группа операций «Точение канавки»
		Группа операций «Точение резьбы»



		Группа операций «Осевое сверление»
	<O>	Операция «Отрезка»
	<E>	Машинные циклы EXCEL
	<W>	Машинные циклы 2P22
	<N>	Машинные циклы NC31
	<A>	Машинные циклы NCT
	<M>	Пользовательский токарный цикл
	<Q>	Перемещение в точку с заданными параметрами
	<Esc>	Выйти из команды

Опция используется для создания технологической траектории. Данные траектории нужны, например, для задания дополнительных технологических команд в управляющей программе. Подробное описание процесса создания технологических траекторий для всех видов обработки приведено в главе «Технологические траектории».

Опции и и используются для создания машинных циклов. Работа с этими опциями подробно описана в главе «Машинные циклы».

После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Токарная обработка". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий токарной обработки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .

Подробное описание всех параметров приведено ниже в разделе «Параметры траектории».


## Создание траектории





Необходимо отметить, что в отличие от двух предыдущих видов обработки, в токарной обработке пользователь может работать только с геометрическим элементом “путь” (за исключением операций выборки кармана).



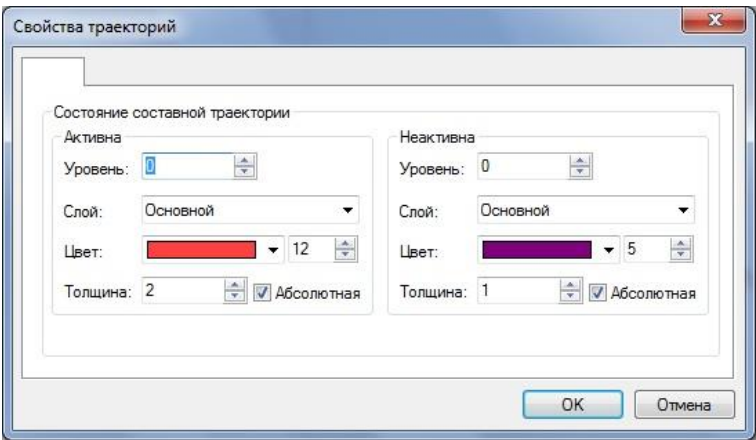
Другим важным замечанием является то, что при проектировании детали для токарной обработки рекомендуется, чтобы ось детали располагалась горизонтально, а координата по оси Y равнялась 0.

Операция «Точение контура»

Для создания траектории точения контура нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим указания контура.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.


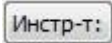


**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обоим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обоим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30 \times 1 = 30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке контура.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры контура.

**По элементам.** Установка данного флага дает возможность поэлементного задания параметров точения контура. Подробнее смотрите ниже.

### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно зада-



ние коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок резца).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

#### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

#### **Дополнительные параметры.**

**Точный обход углов.** Установка данного параметра задаёт удаление тангенциальных переходов (соединение элементов контура по касательной) в траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**Против контура.** Изменяет направление движения инструмента.

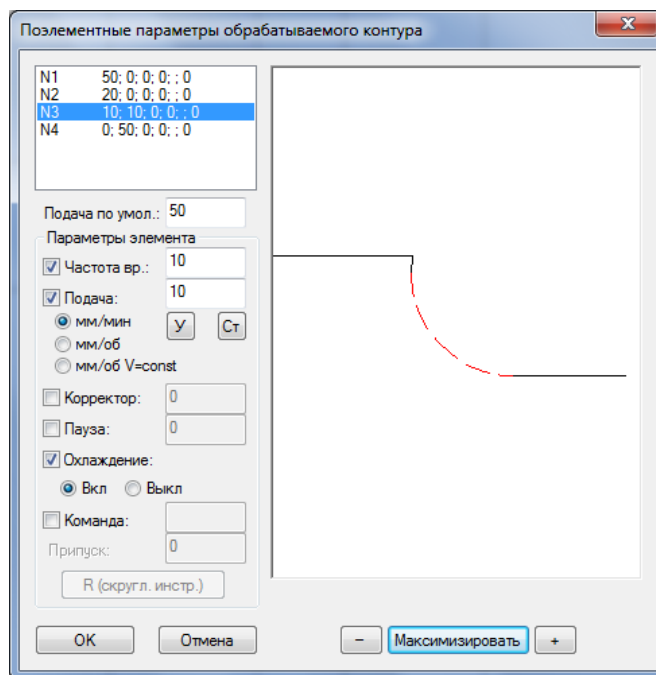
**Без удаления петель.** Данный параметр выключает восстановление вырождающихся элементов траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**R скругл.** Данный параметр позволяет вписать окружности заданного радиуса в местах не тангенциальных переходов.

### **Поэлементные параметры обрабатываемого контура.**

Основной особенностью этой обработки является возможность создания траектории поэлементного течения контура. Чтобы воспользоваться ей, необходимо установить указатель в поле опции "По элементам". Это действие активизирует кнопку **[Параметры]**. При нажатии на эту кнопку, пользователь открывает диалоговое окно с параметрами поэлементного течения контура. Если контур не указан, то окно параметров не вызывается, а система выводит на экран соответствующее предупреждение.





В диалоговом окне расположен эскиз контура, список элементов (сегментов контура) и параметры обработки. Эскиз контура носит схематический характер. Каждый, выбранный в текущий момент времени, элемент подсвечивается на эскизе. Система разбивает контур на элементы (сегменты) по принципу положения узлов пути, на основе которого создаётся траектория обработки.

Пользователь может задать следующие параметры:

**Подача по умолчанию:** величина подачи, которая будет автоматически вставляться в графу **Подача** при нажатии кнопки **У**; при нажатии **Ст** в графу **Подача** будет вставлено стандартное значение подачи - 1000. Размерность подачи выбирается ниже, из трёх вариантов: мм/мин., мм/об. и мм/об. при постоянной скорости резания.

**Частота:** частота вращения шпинделя.

**Корректор:** задаётся номер ячейки таблицы корректоров станка.

**Пауза:** после обработки данного элемента будет вставлена команда паузы на заданное пользователем время.


**Охлаждение (Вкл/Выкл):** включение/выключение подачи СОЖ при обработке данного элемента.



**Команда:** после обработки данного элемента в УП будет вставлен кадр с командой указанной пользователем.

В более ранних версиях T-FLEX ЧПУ (менее 10) существовало два типа траекторий точения контура ("**Позлементное точение**" и "**Специальное точение**"). При открытии файлов более ранних версий система автоматически конвертирует старые траектории в траектории нового типа, выводя информационное предупреждение: "Внимание! Траектории будут преобразованы из "Специального точения контура" в "Точение контура". Возможно, потребуются ручное редактирование первых и последних сегментов путей.". После чего произойдет преобразование параметров траектории старого типа: параметры "**Недоход**" и "**Перебег**" будут преобразованы в параметры опции "**Сход/заход**" (см. раздел Менеджер обработок). Также потребуется вручную изменить путь, на основе которого построена траектория, убрав его первый и последний сегмент.








Группа операций «Снятие припуска»

Для вызова группы необходимо нажать и удерживать кнопку . После чего появится выпадающий список с операциями, которые возможно создать в рамках этой группы: «Снятие припуска отрезным резцом», «Снятие припуска проходным резцом», «Обработка угла со скруглениями».

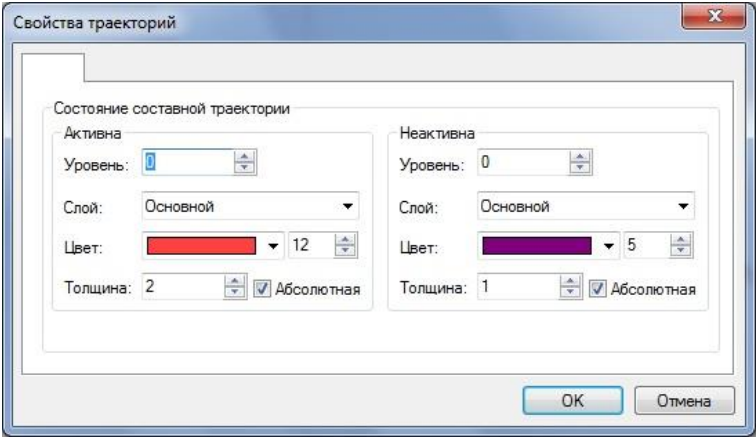
В опциях  и  после выбора первого пути (контур детали) в автоменю станет доступной опция для указания второго пути (первоначального контура заготовки). Одновременно появится и окно диалога задания параметров обработки, существенно расширенное по сравнению с диалогом параметров по умолчанию.

Снятие припуска отрезным резцом.

Для создания траектории снятия припуска отрезным резцом нужно выбрать из выпадающего списка "Снятие припуска" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим указания первого пути (контура детали).


	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



После выбора первого пути (**контура детали**) в автоменю станет доступна опция для указания второго пути (**контура заготовки**) .

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки **Инстр-т:**.

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке контура.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

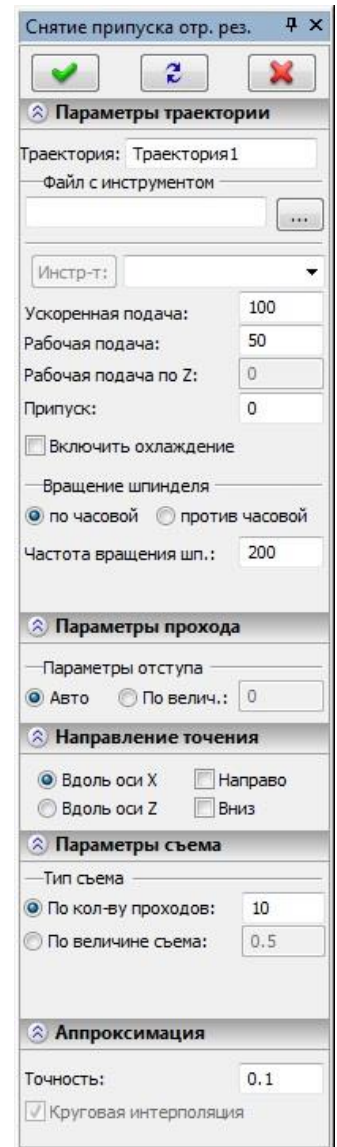
**Параметры отступа** (Автоматически/По величине). Данный параметр управляет отступом первого и последнего проходов от границы указанной области обработки. По-умолчанию система рассчитывает отступ автоматически, с отступом от обрабатываемой детали на радиус скругления вершины резца.

### Направление точения.

Используя данную опцию, можно выбрать направление проходов: **вдоль оси X** или **вдоль оси Z**, также можно выбрать направление точения слева направо, справа налево, сверху вниз или снизу вверх.

### Параметры съема.

**По кол-ву проходов** – задаётся число проходов, за которое необходимо уда-



Снятие припуска отр. рез. [иконка] [крестик]

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом [поле] [выбор]

Инстр-т: [выбор]

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 0

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

**Параметры прохода**

Параметры отступа

☒ Авто ☐ По велич.: 0

**Направление точения**

☒ Вдоль оси X ☐ Направо

☐ Вдоль оси Z ☐ Вниз

**Параметры съема**

Тип съема

☒ По кол-ву проходов: 10

☐ По величине съема: 0.5

**Аппроксимация**

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция




лить обозначенный припуск (величина съёма за проход рассчитывается автоматически).





**По величине съёма** – задаётся величина слоя снимаемого материала за один рабочий проход инструмента (необходимое число проходов для удаления припуска рассчитывается автоматически).

**Аппроксимация.**

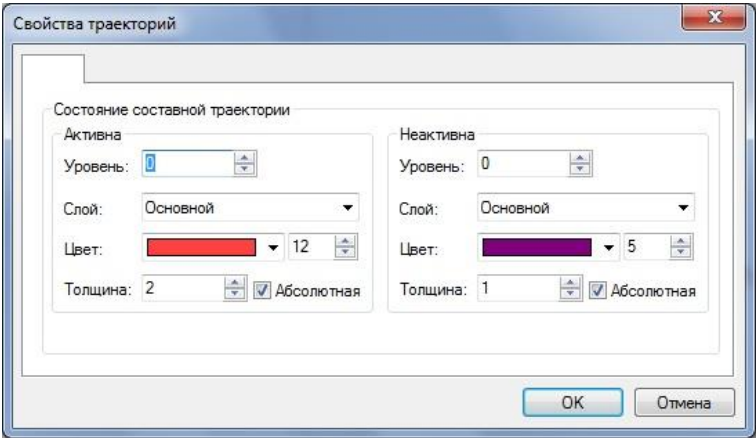
**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Снятие припуска проходным резцом.**

Для создания траектории снятия припуска проходным резцом нужно выбрать из выпадающего списка "Снятие припуска" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим указания первого пути (контура детали).


	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.






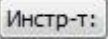
**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

После выбора первого пути (**контур детали**) в автоменю станет доступна опция для указания второго пути (**контур заготовки**) .



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся конкретным цифровым значением с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ и системой управления (размерность в параметрах не указывается);

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся конкретным числовым значением, с размерностью поддерживаемой системой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обеим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обеим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2*1=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30*1=30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке контура.

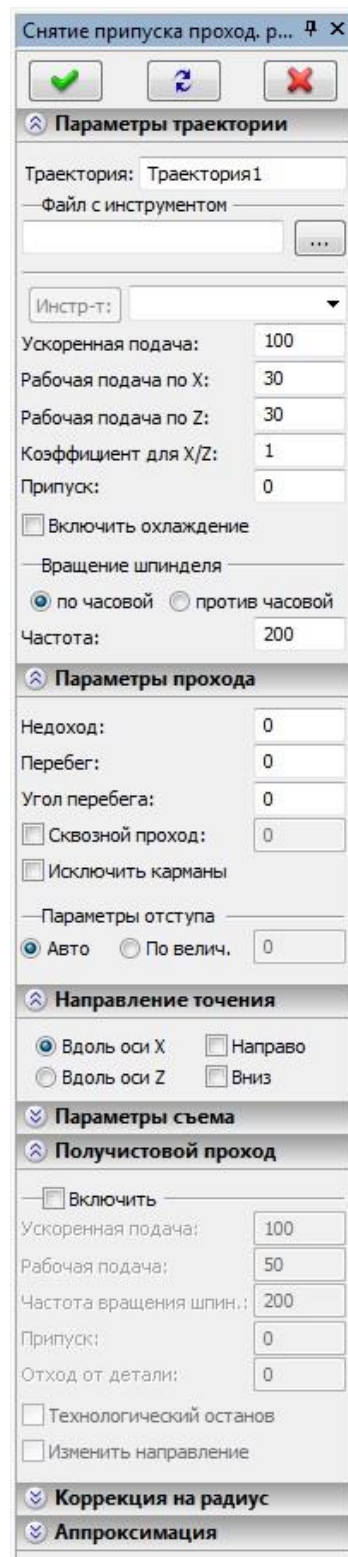
**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Параметры прохода.

**Недоход.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента перед выполнением рабочего прохода по контуру.

**Перебег.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента после вы-



The screenshot shows the 'Снятие припуска проход, р...' dialog box. It contains two main sections: 'Параметры траектории' (Trajectory parameters) and 'Параметры прохода' (Pass parameters). The 'Параметры траектории' section includes fields for 'Траектория' (Trajectory) set to 'Траектория1', 'Файл с инструментом' (File with tool), 'Инстр-т:' (Tool), 'Ускоренная подача' (Accelerated feed) set to 100, 'Рабочая подача по X' (Working feed X) set to 30, 'Рабочая подача по Z' (Working feed Z) set to 30, 'Коэффициент для X/Z' (Coefficient for X/Z) set to 1, 'Припуск' (Allowance) set to 0, and a checkbox for 'Включить охлаждение' (Enable cooling). The 'Вращение шпинделя' (Spindle rotation) section has radio buttons for 'по часовой' (clockwise) and 'против часовой' (counter-clockwise), with 'по часовой' selected, and a 'Частота' (Frequency) field set to 200. The 'Параметры прохода' section includes 'Недоход' (Undercut) set to 0, 'Перебег' (Overrun) set to 0, 'Угол перебега' (Overrun angle) set to 0, checkboxes for 'Сквозной проход' (Through pass) and 'Исключить карманы' (Exclude pockets), and a 'Параметры отступа' (Retract parameters) section with radio buttons for 'Авто' (Auto) and 'По велич.' (By value), with 'Авто' selected. The 'Направление точения' (Turning direction) section has radio buttons for 'Вдоль оси X' (Along X-axis) and 'Вдоль оси Z' (Along Z-axis), with 'Вдоль оси X' selected, and checkboxes for 'Направо' (Right) and 'Вниз' (Down). The 'Параметры съема' (Removal parameters) section includes a checkbox for 'Включить' (Enable), 'Ускоренная подача' (Accelerated feed) set to 100, 'Рабочая подача' (Working feed) set to 50, 'Частота вращения шпин.' (Spindle speed) set to 200, 'Припуск' (Allowance) set to 0, and 'Отход от детали' (Retract from part) set to 0. The bottom section includes checkboxes for 'Технологический останов' (Technological stop) and 'Изменить направление' (Change direction), and buttons for 'Коррекция на радиус' (Radius correction) and 'Аппроксимация' (Approximation).



полнения рабочего прохода по контуру.

**Угол перебега.** Градусное значение угла, с которым будет выполняться отвод инструмента после выполнения каждого рабочего прохода.

**Сквозной проход.** При активизации данной опции длина прохода инструмента увеличивается на задаваемую величину.

**Исключить карманы.** Если данная опция включена, то при расчёте траектории система T-FLEX ЧПУ производит анализ указанного пользователем контура и исключает из обрабатываемой области карманы с вертикальными стенками, а также подобные им участки контура, которые не могут быть безопасно обработаны указанным инструментом.

**Параметры отступа** (Автоматически/По величине). Данный параметр управляет отступом первого и последнего проходов от границы указанной области обработки. По-умолчанию система рассчитывает отступ автоматически, с отступом от обрабатываемой детали на радиус скругления вершины резца.

### Направление течения.

Используя данную опцию, можно выбрать направление проходов: **вдоль оси X** или **вдоль оси Z**, также можно выбрать направление течения слева направо, справа налево, сверху вниз или снизу вверх.

### Параметры съема.

**По кол-ву проходов** – задаётся число проходов, за которое необходимо удалить обозначенный припуск (величина съёма за проход рассчитывается автоматически).

**По величине съёма** – задаётся величина слоя снимаемого материала за один рабочий проход инструмента (необходимое число проходов для удаления припуска рассчитывается автоматически).

### Получистовой проход.

Данный проход будет выполнен по обрабатываемому контуру после завершения цикла снятия припуска. Эта технологическая операция призвана удалить остаточные неровности и заусенцы, оставшиеся после операции снятия припуска, с целью обеспечить максимально плавную и равномерную нагрузку на режущий инструмент при выполнении чистового прохода. В параметрах получистового прохода можно задать **ускоренную и рабочую подачи, частоту вращения шпинделя и припуск**, которые будут использованы при выполнении получистового прохода. Также для получистового прохода доступны следующие параметры:

**Отход от детали.** Задаётся расстояние, на которое инструмент будет отведён от детали перед выполнением получистового прохода.

**Технологический останов** – включение технологического останова.

**Изменить направление.** При установке данной опции получистовой про-



ход будет выполнен в обратном направлении (по отношению к направлению заданных путей).

**Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок резца).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.


**Аппроксимация.**





**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

**Обработка угла со скруглением.**

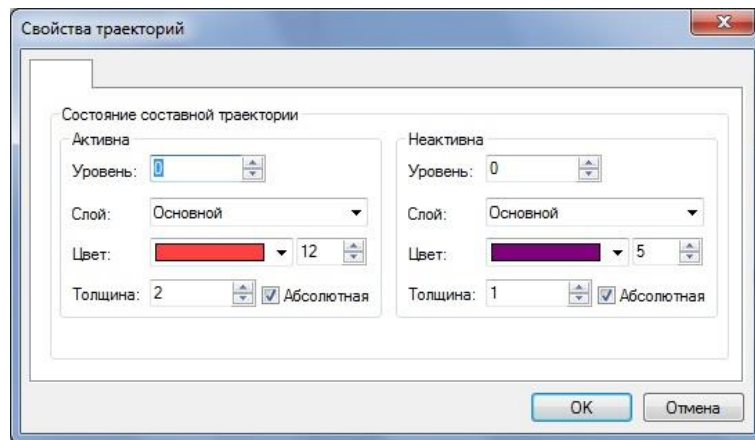
Для создания траектории обработки угла со скруглением нужно выбрать из выпадающего списка

"Снятие припуска" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим указания пути (контура детали).

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




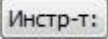


**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся конкретным цифровым значением с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ и системой управления (размерность в параметрах не указывается);

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся конкретным числовым значением, с размерностью поддерживаемой системой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обеим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

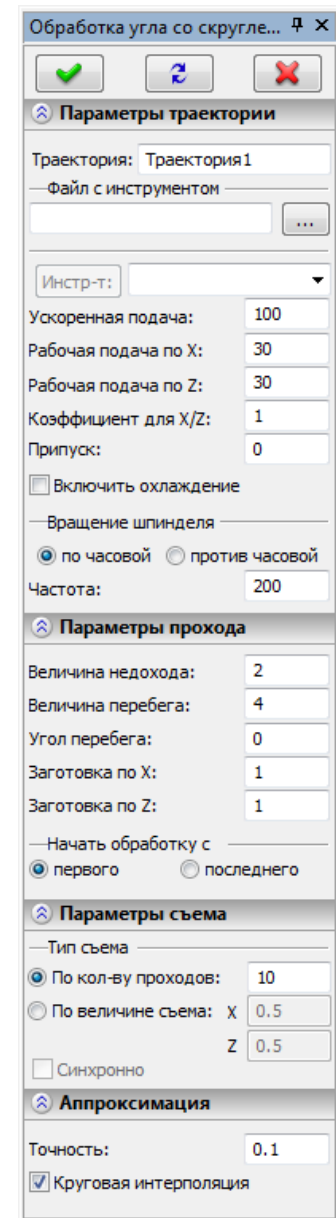
**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обеим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2*1=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30*1=30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке контура.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.



Обработка угла со скругле... [OK] [Cancel] [Apply]

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом: [...]

Инстр-т: [...]

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача по X: 30

Рабочая подача по Z: 30

Коэффициент для X/Z: 1

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя:

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота: 200

**Параметры прохода**

Величина недохода: 2

Величина перебега: 4

Угол перебега: 0

Заготовка по X: 1

Заготовка по Z: 1

Начать обработку с:

☒ первого ☐ последнего

**Параметры съема**

Тип съема:

☒ По кол-ву проходов: 10

☐ По величине съема: X 0.5 Z 0.5

☐ Синхронно

**Аппроксимация**

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция

## Параметры прохода.

**Величина недохода.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента до перемещения по исходному контуру.

**Величина перебега.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента после перемещения по исходному контуру.

**Угол перебега.** Угол между линией перебега и последней линией контура.

**Заготовка.** В данном поле диалога указывается общий припуск на обработку по каждой из осей (**По X** и **По Z**).



**Начать обработку с** (первого/последнего) – обработка начинается с первого или последнего сегмента пути.

### Параметры съема.

#### Тип съема.

**По кол-ву проходов** – задаётся количество проходов.

**По величине** – задаётся глубина резания по каждой из осей, снятие всего материала происходит сначала с одной стороны угла затем с другой;

**Синхронно** – используется при снятии материала по величине. Снятие материала происходит сначала с одной стороны угла на заданную величину, затем с другой стороны угла на эту же величину.


### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).


**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

После всех изменений, внесённых в параметры обработки, пользователю достаточно нажать кнопку **[OK]**, чтобы сохранить траекторию в файл, содержащий готовый чертёж обрабатываемой детали.


Рассчитанная траектория будет добавлена в специальный список траекторий Менеджера обработок.





Для того, чтобы просмотреть данный список, пользователю необходимо нажать кнопку .

## Группа операций «Точение кармана»

Для вызова группы необходимо нажать и удерживать кнопку . После чего появится выпадающий список с операциями, которые возможно создать в рамках этой группы: «Выборка кармана зигзагом», «Выборка кармана по спирали», «Специальное точение кармана».

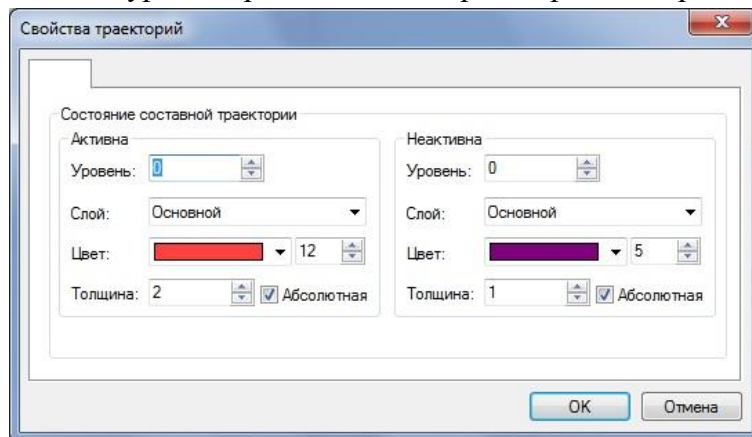
### Выборка кармана зигзагом

Для создания траектории выборки кармана зигзагом нужно выбрать из выпадающего списка "Точение кармана" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора штриховки.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;1&gt;</b>	Фильтр выбора штриховок
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды



В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.





**Фильтр** выбора штриховок влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Для траектории выбора кармана зигзагом в качестве исходного элемента построения используется **штриховка**, указывающая материал, который необходимо удалить из кармана.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Отход от детали.** Задаётся величина отвода инструмента после полукругового прохода.

### Направление точения.

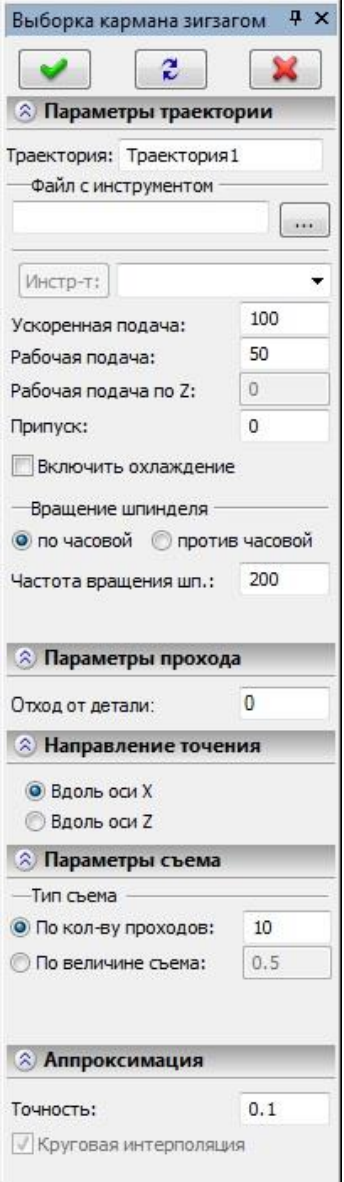
Выбирается продольная или поперечная ось станка, вдоль которой будут направлены проходы инструмента.

### Параметры съема.

**По кол-ву проходов** – задаётся число проходов, за которое необходимо удалить обозначенный припуск (величина съема за проход рассчитывается автоматически).

**По величине съема** – задаётся величина слоя снимаемого материала за один рабочий проход инструмента (необходимое число проходов для удаления припуска рассчитывается автоматически).


### Аппроксимация.









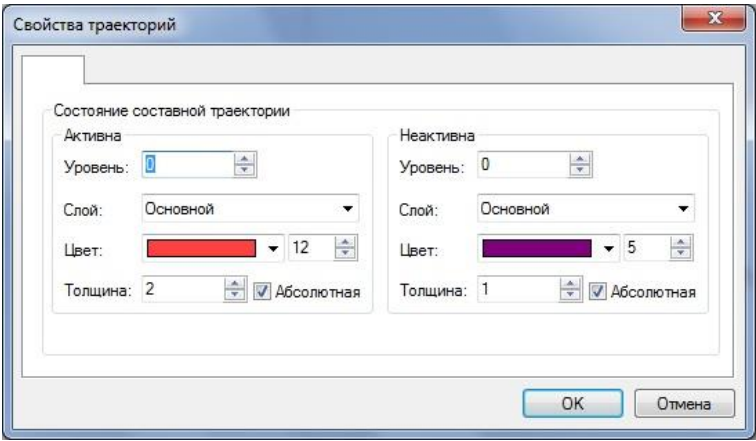
**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Выборка кармана по спирали**

Для создания траектории выборки кармана по спирали нужно выбрать из выпадающего списка "Точение кармана" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим указания первой штриховки.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;1&gt;</b>	Фильтр выбора штриховок
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




**Фильтр** выбора штриховок влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Для траектории выбора кармана по спирали в качестве исходного элемента построения используется **штриховка**, указывающая материал, который необходимо удалить из кармана. Помимо этой штриховки необходимо построить еще одну штриховку над уже созданной. Причём вто-


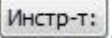


рая штриховка должна иметь столько же сегментов (участков контура штриховки, заключённых между двумя узлами), сколько и первая.

После выбора первой штриховки в автоменю станет доступна опция для указания второй .

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

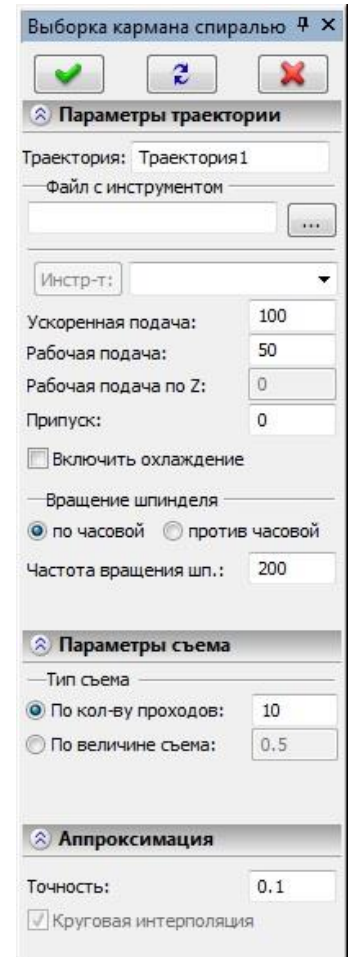
### Параметры съема.

**По кол-ву проходов** – задаётся число проходов, за которое необходимо удалить обозначенный припуск (величина съёма за проход рассчитывается автоматически).

**По величине съёма** – задаётся величина слоя снимаемого материала за один рабочий проход инструмента (необходимое число проходов для удаления припуска рассчитывается автоматически).

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью,








The screenshot shows a software interface for selecting a pocket with a spiral. It contains two main sections: 'Параметры траектории' (Trajectory Parameters) and 'Параметры съема' (Removal Parameters). The 'Параметры траектории' section includes fields for 'Траектория' (Trajectory) set to 'Траектория1', 'Файл с инструментом' (Tool file) with a selection button, 'Инстр-т:' (Tool) dropdown, 'Ускоренная подача' (Accelerated feed) set to 100, 'Рабочая подача' (Working feed) set to 50, 'Рабочая подача по Z' (Working feed along Z) set to 0, 'Припуск' (Allowance) set to 0, a checkbox for 'Включить охлаждение' (Enable cooling), 'Вращение шпинделя' (Spindle rotation) with radio buttons for 'по часовой' (clockwise) and 'против часовой' (counter-clockwise), and 'Частота вращения шп.:' (Spindle speed) set to 200. The 'Параметры съема' section includes 'Тип съема' (Removal type) with radio buttons for 'По кол-ву проходов' (By number of passes) set to 10 and 'По величине съема' (By removal amount) set to 0.5. The 'Аппроксимация' (Approximation) section includes 'Точность' (Accuracy) set to 0.1 and a checked checkbox for 'Круговая интерполяция' (Circular interpolation).



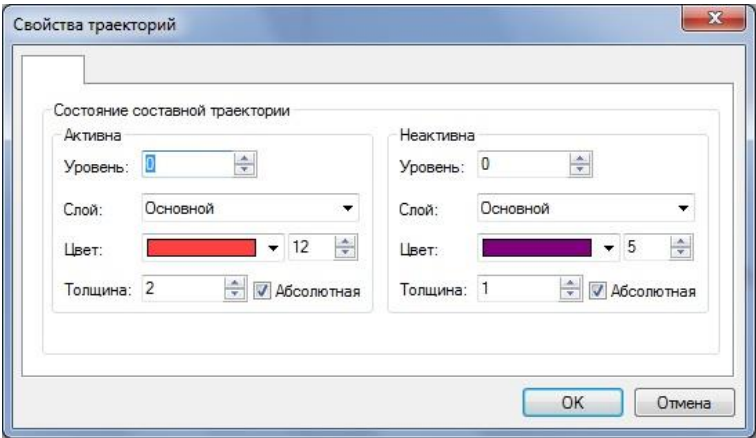
поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

Специальное точение кармана

Для создания траектории специального точения кармана нужно выбрать из выпадающего списка "Точение кармана" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора первого пути.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.

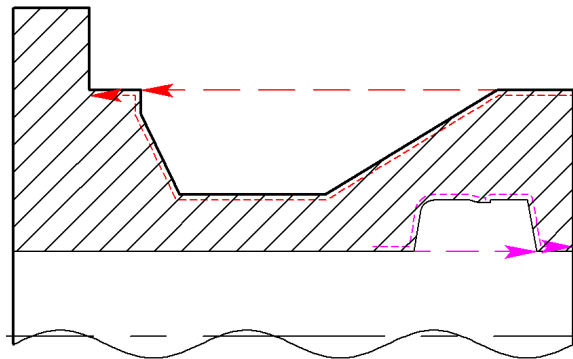


**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



Для черновой обработки кармана пользователю необходимо построить два пути: первый путь – описывающий контур кармана, второй путь – описывающий контур заготовки. Пути должны быть построены с учетом требований:

- для наружного точения с обходом контура против часовой стрелки относительно оси вращения детали;
- для растачивания с обходом контура по часовой стрелке относительно оси вращения детали
- образовывать замкнутый контур, между собой.


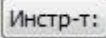




Обработка ведется только по верхней части чертежа детали, относительно оси вращения.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обеим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обеим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30 \times 1=30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.



**Величина недохода.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента перед выполнением рабочего прохода по контуру.

**Величина перебега.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента после выполнения рабочего прохода по контуру.

**Угол перебега.** Градусное значение угла, с которым будет выполняться отвод инструмента после выполнения каждого рабочего прохода.

**Вторая коррекция.** Коррекция на вторую режущую кромку инструмента (указывается номер корректора).

### Направление течения.

Можно выбрать направление проходов: - **вдоль оси X** или **вдоль оси Z**, также можно выбрать направление течения: слева направо, справа налево, сверху вниз или снизу вверх.

### Параметры съема.

**По кол-ву проходов** – задаётся число проходов, за которое необходимо удалить обозначенный припуск (величина съёма за проход рассчитывается автоматически).


**По величине съёма** – задаётся величина слоя снимаемого материала за один рабочий проход инструмента (необходимое число проходов для удаления припуска рассчитывается автоматически).

### Аппроксимация.


**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.





## Группа операций «Точение канавки»

Для вызова группы необходимо нажать и удерживать кнопку . Появится выпадающий список операций, которые возможно создать в рамках этой группы: «Точение канавки отрезным резцом», «Точение канавки со скруглениями», «Точение канавки с фасками», «Точение глубокой канавки», «Точение канавки с наклоном».

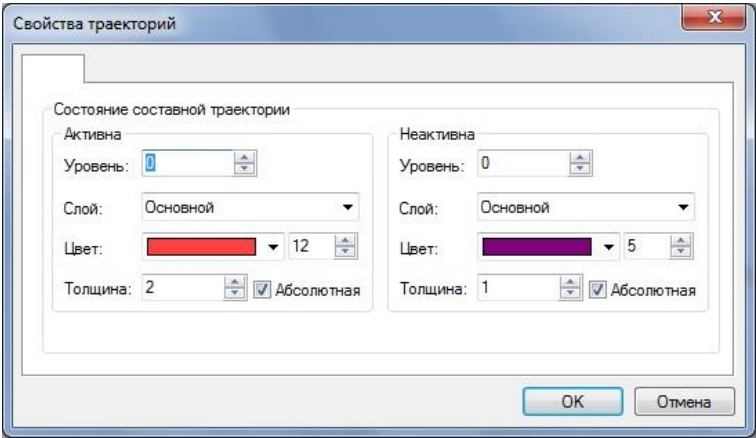
### Точение канавки отрезным резцом

Для создания траектории точения канавки отрезным резцом нужно выбрать из выпадающего списка "Точение канавки" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора первого пути.




	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




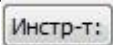
**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

В качестве элементов чертежа пользователю необходимо указать два пути. Первый путь описывает контур проточенной канавки, а второй - материал, который необходимо удалить. Пути указываются последовательно.

После выбора первого пути в автоменю станет доступна опция для указания второго пути .

**Параметры траектории.**

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю



только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры канавки.

**Вход по X.** Задаётся положение резца по оси X перед началом обработки канавки.

**Вход по Z.** Задаётся положение резца по оси Z перед началом обработки канавки.

**Выход по X.** Задаётся положение резца по оси X после обработки канавки.

**Выход по Z.** Задаётся положение резца по оси Z после обработки канавки.

**Отступ.** Задаётся величина припуска на боковые стороны канавки.

### Направление точения.

Выбирается продольная или поперечная ось станка, вдоль которой будут направлены проходы инструмента.

### Параметры съема.

Задаются величины **глубины врезания, ширины резца и перекрытия** между соседними проходами инструмента.


**Привязка слева или справа.** Привязка резца на левую или правую кромку.





### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

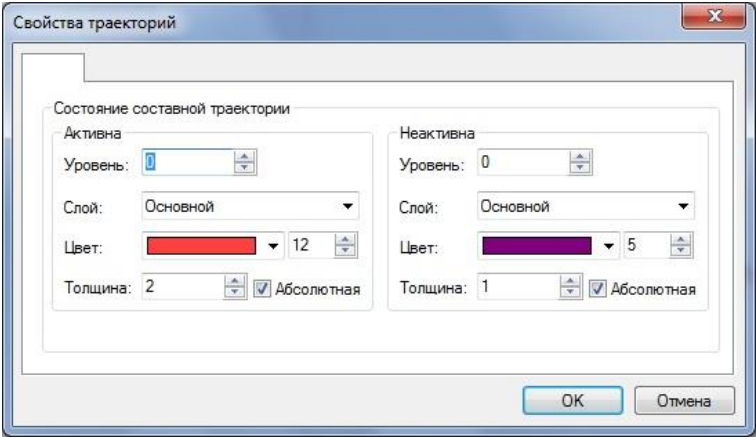


Точение канавки со скруглениями

Для создания траектории точения канавки со скруглениями нужно выбрать из выпадающего списка "Точение канавки" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора узла.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<3>	Фильтр выбора узлов
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.

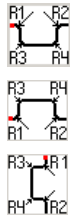


**Фильтр** выбора узлов влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



Для точения канавки со скруглениями необходимо построить узел, являющийся базовой точкой, как показано на рисунке.

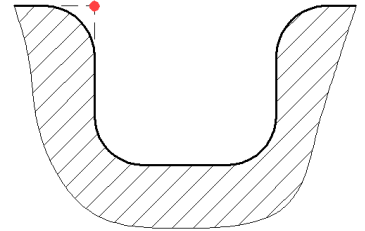
Положение базовой точки относительно канавки определяется схемами в диалоге обработки:



-точение канавки на внешнем диаметре;

- растачивание канавки в отверстии;

- точение канавки на торце.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обеим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обеим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30 \times 1=30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.



**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.



**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.




**Параметры канавки.**

- Величина недохода.** Расстояние от базовой точки до режущей кромки инструмента над канавкой.
- Величина перебега.** Величина отхода инструмента от нижней поверхности канавки.
- Вторая коррекция.** Коррекция на вторую режущую кромку инструмента.
- Ширина.** Ширина обрабатываемой канавки.
- Глубина.** Глубина обрабатываемой канавки.
- Угол.** Угол наклона обрабатываемой канавки.
- Тип канавки.** Внешняя или внутренняя канавка.
- Параметры точения.** По диаметру или по торцу.
- R1-R4** - радиусы скругления стенок канавки согласно рисунку.

**Аппроксимация.**


- Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).
- Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

Точение канавки со скругл.  



Параметры траектории

Траектория:

Файл с инструментом  

Инстр-т:

Ускоренная подача:

Рабочая подача по X:

Рабочая подача по Z:

Кoeffициент для X/Z:

Припуск:

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота:

Параметры канавки

Величина недохода:

Величина перебега:

☐ Вторая коррекция:

Ширина:

Глубина:

Угол:

Недоход слева:

Недоход справа:

☐ Отключить чистовой проход


☐ Отключить черновой проход

Тип канавки

☒ Внешняя ☐ Внутренняя

Параметры точения

☒ По диаметру ☐ По торцу



R1:  A1:

R2:  A2:

R3:  L1:

R4:  L2:


Аппроксимация





Точность:

☒ Круговая интерполяция

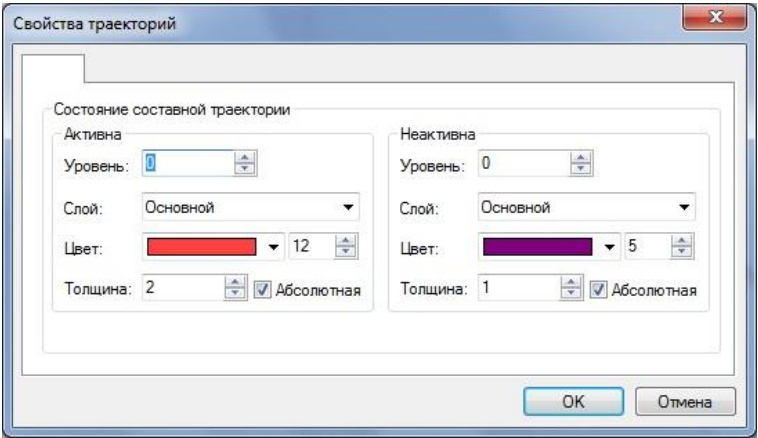


Точение канавки с фасками

Для создания траектории точения канавки с фасками нужно выбрать из выпадающего списка "Точение канавки" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора узла.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<3>	Фильтр выбора узлов
	<Esc>	Выйти из команды

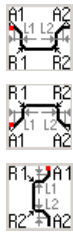
В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.



**Фильтр** выбора узлов влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Для точения канавки с фасками необходимо построить узел, являющийся базовой точкой.

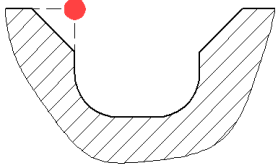
Положение базовой точки относительно канавки определяется схемами в диалоге обработки:



-точение канавки на внешнем диаметре;

- растачивание канавки в отверстии;


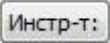
- точение канавки на торце.





Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обоим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обоим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30 \times 1=30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

Параметры канавки.

**Величина недохода.** Расстояние от базовой точки до режущей кромки инструмента над канавкой.

**Величина перебега.** Величина отхода инструмента от нижней поверхности

Точение канавки с фасками

✓

↺

✗

Параметры траектории

Траектория: Траектория2

Файл с инструментом

Инстр-т:

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача по X: 30

Рабочая подача по Z: 30

Коэффициент для X/Z: 1

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота: 200

Параметры канавки

Величина недохода: 2

Величина перебега: 4

☐ Вторая коррекция: 0

Ширина: 10

Глубина: 5

Угол: 0

Недоход слева: 0

Недоход справа: 0

☐ Отключить чистовой проход

☐ Отключить черновой проход

Тип канавки

☒ Внешняя ☐ Внутренняя

Параметры точения

☒ По диаметру ☐ По торцу

A1

A2

L1

L2

R1

R2

R1: 0 A1: 0

R2: 0 A2: 0

R3: 0 L1: 0

R4: 0 L2: 0

Аппроксимация

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция



канавки.

**Вторая коррекция.** Коррекция на вторую режущую кромку инструмента.

**Ширина.** Ширина обрабатываемой канавки.

**Глубина.** Глубина обрабатываемой канавки.

**Угол.** Угол наклона обрабатываемой канавки.

**Тип канавки.** Внешняя или внутренняя канавка.

**Параметры точения.** По диаметру или по торцу.

**R1-R2** - радиусы скругления согласно рисунку.

**A1-A2** - углы фаски согласно рисунку.


**L1-L2** - длины фаски согласно рисунку.





### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

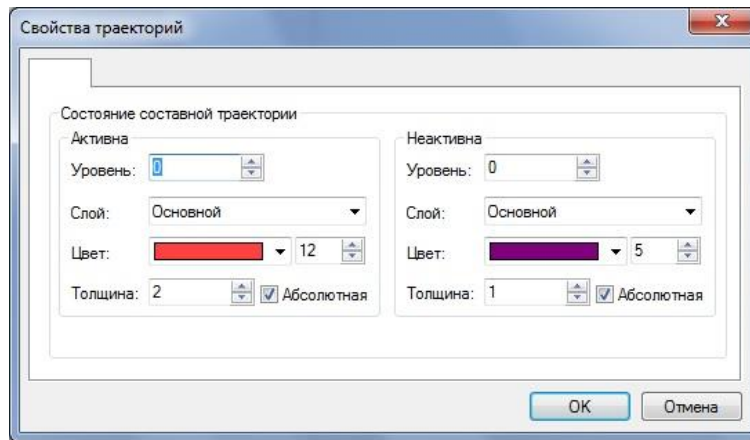
### Точение глубокой канавки

Для создания траектории точения глубокой канавки нужно выбрать из выпадающего списка "Точение канавки" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора узла.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<3>	Фильтр выбора узлов
	<Esc>	Выйти из команды

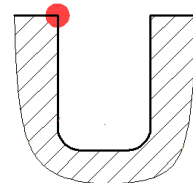
В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.





**Фильтр** выбора узлов влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Для точения глубокой канавки необходимо построить узел, являющийся базовой точкой.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль



каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обеим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обеим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30 \times 1=30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры канавки.

**Величина недохода.** Расстояние от базовой точки до режущей кромки инструмента над канавкой.

**Величина перебега.** Величина отхода инструмента от нижней поверхности канавки.

**Вторая коррекция.** Коррекция на вторую режущую кромку инструмента.

**Ширина.** Ширина обрабатываемой канавки.

**Глубина.** Глубина обрабатываемой канавки.

**Угол.** Угол наклона обрабатываемой канавки.

**Глубинный коэффициент.** Коэффициент уменьшения глубины каждого последующего врезания.

**Уменьшение ширины.** Величина, на которую уменьшается ширина при каждом последующем врезании.

**Минимальное врезание:** величина, по достижении которой будет прекращено уменьшение шага глубинным коэффициентом (дальнейшие шаги будут равны значению данного параметра).

**Глубина врезания.** Глубина первого врезания инструмента в материал.

**Тип канавки.** Внешняя или внутренняя канавка.

**Параметры точения.** По диаметру или по торцу.

### Аппроксимация.


**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).





**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов,



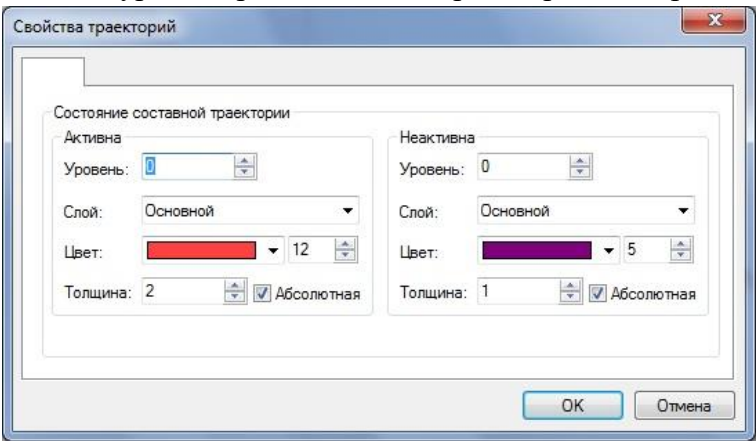
имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

Точение канавки с наклоном

Для создания траектории точения канавки с наклоном нужно выбрать из выпадающего списка "Точение канавки" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора узла.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;3&gt;</b>	Фильтр выбора узлов
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.

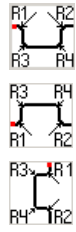


**Фильтр** выбора узлов влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



Для точения канавки с наклоном необходимо построить узел, являющийся базовой точкой, как показано на рисунке.

Положение базовой точки относительно канавки определяется схемами в диалоге обработки:



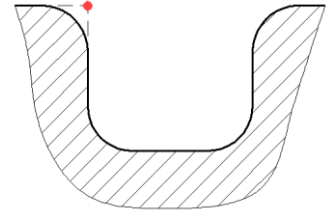
-точение канавки на внешнем диаметре;



- растачивание канавки в отверстии;



- точение канавки на торце.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача (по X и по Z)** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента, при выполнении движений резания вдоль каждой из осей в отдельности; при выполнении рабочих перемещений по обеим осям одновременно будет использовано среднее арифметическое значение подач по каждой из осей, умноженное на коэффициент (см. ниже).

**Коэффициент для X/Z** должен быть задан числовым значением. Это число, на которое будет домножено среднее арифметическое значение рабочей подачи при рабочих перемещениях станка по двум осям одновременно. Например: Если, **Рабочая подача по X** и **Рабочая подача по Z** равны 30, а **Коэффициент для X/Z** равен 1, то перемещения станка по обеим осям одновременно будут происходить также с подачей 30 ( $30+30=60$ ;  $60/2=30$  - среднее арифметическое значение подачи;  $30 \times 1=30$  - итоговое значение рабочей подачи для перемещений по двум осям одновременно).

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при



обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

**Параметры канавки.**

**Величина недохода.** Расстояние от базовой точки до режущей кромки инструмента над канавкой.

**Величина перебега.** Величина отхода инструмента от нижней поверхности канавки.

**Вторая коррекция.** Коррекция на вторую режущую кромку инструмента.

**Ширина.** Ширина обрабатываемой канавки.

**Глубина.** Глубина обрабатываемой канавки.

**Угол.** Угол наклона обрабатываемой канавки.

**Глубинный коэффициент.** Коэффициент уменьшения глубины каждого последующего врезания.

**Уменьшение ширины.** Величина, на которую уменьшается ширина при каждом последующем врезании.

**Минимальное врезание:** величина, по достижении которой будет прекращено уменьшение шага глубинным коэффициентом (дальнейшие шаги будут равны значению данного параметра).

**Глубина врезания.** Глубина первого врезания инструмента в материал.

**Тип канавки.** Внешняя или внутренняя канавка.

**Параметры точения.** По диаметру или по торцу.

**Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

Точение канавки с наклон...

✓↺✗

Параметры траектории

Траектория: Траектория2

Файл с инструментом

...

Инстр-т:

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача по X: 30

Рабочая подача по Z: 30

Коэффициент для X/Z: 1

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя

☒ по часовой☐ против часовой

Частота: 200

Параметры канавки

Величина недохода: 2

Величина перебега: 4

☐ Вторая коррекция: 0

Ширина: 10

Глубина: 5

Угол: 0

Недоход слева: 0

Недоход справа: 0

☐ Отключить чистовой проход


☐ Отключить черновой проход

Тип канавки

☒ Внешняя☐ Внутренняя

Параметры точения

☒ По диаметру☐ По торцу



R1: 0A1: 0

R2: 0A2: 0

R3: 0L1: 0

R4: 0L2: 0


Аппроксимация

Точность: 0.1


☒ Круговая интерполяция







## Группа операций «Нарезание резьбы»

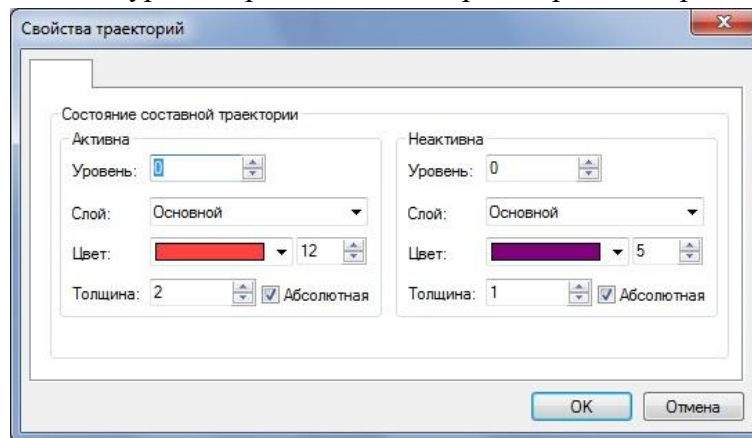
Для вызова группы необходимо нажать и удерживать кнопку . После чего появится выпадающее меню со списком операций, которые возможно создать в рамках этой группы: «Нарезание резьбы резцом», «Нарезание резьбы метчиком», «Специальное нарезание резьбы».

### Нарезание резьбы резцом

Для создания траектории нарезания резьбы резцом нужно выбрать из выпадающего списка "Нарезание резьбы" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




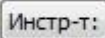
**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Путь строится внизу от оси вращения детали на внешнем диаметре резьбы.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры резьбы.

**Шаг резьбы.** Данный параметр выгружается в управляющую программу.

**Высота резьбы.** Высота профиля резьбы.

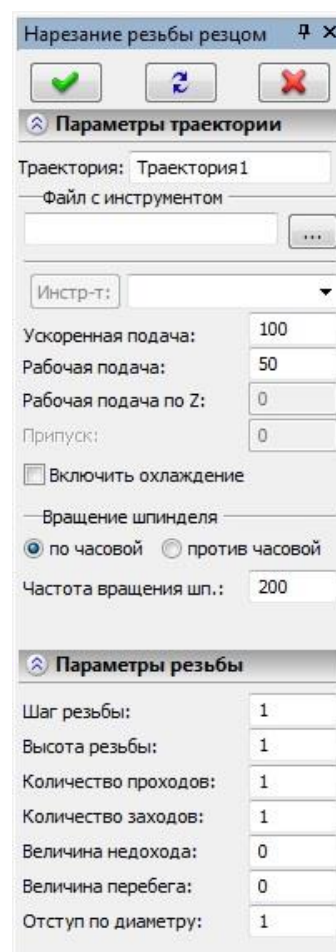
**Количество проходов.** Количество проходов по высоте резьбы.

**Количество заходов.** Для многозаходных резьб.

**Величина недохода.** Расстояние недохода до резьбы вдоль оси вращения.


**Величина перебега.** Расстояние перебега после резьбы вдоль оси вращения.





**Отступ по диаметру.** Расстояние от внешнего диаметра резьбы до исходной точки.



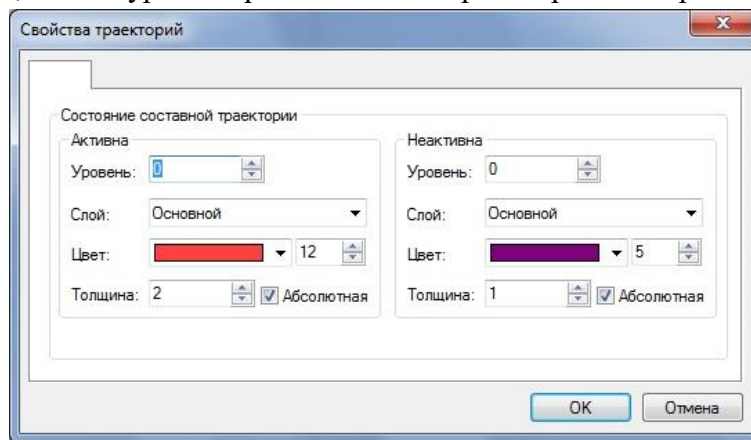


## Нарезание резьбы метчиком

Для создания траектории нарезания резьбы метчиком нужно выбрать из выпадающего списка "Нарезание резьбы" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.



**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки [...] нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки **Инстр-т:**.

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.


### Параметры резьбы.





**Величина недохода.** Расстояние от начала пути до начальной точки траектории вдоль оси вращения (величина безопасности).

**Величина перебега.** Расстояние от конечной точки пути до конечной точки траектории вдоль оси вращения.

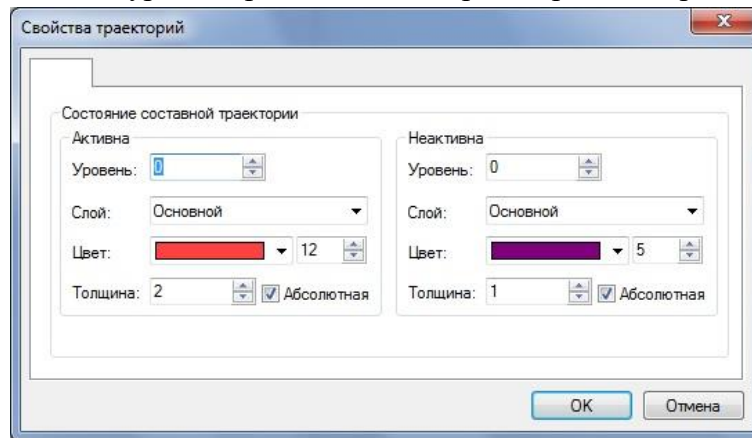


## Специальное нарезание резьбы

Для создания траектории специального нарезания резьбы нужно выбрать из выпадающего списка "Нарезание резьбы" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




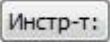
**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Путь строится на верхней части чертежа детали, от оси вращения, по номинальному диаметру резьбы.



Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только токарные резцы, которые содержатся в инструментальном файле);

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

Параметры резьбы.

**Число резьб.** Дополнительный параметр для постпроцессора.

**Тип обработки.** Дополнительный параметр для постпроцессора.

**Порядок корректоров.** Последовательность номеров корректоров при обработке (задаются последовательно цифровыми значениями через запятую).

**Порядковый номер.** Дополнительный параметр для постпроцессора.

**Число проходов.** Количество проходов по высоте резьбы до чистовой обработки.




**Число заходов.** Для многозаходных резьб.

**Угол врезания.** Угол врезания инструмента в деталь.

**Стартовое смещение.** Величина, определяющая угловое положение начальной точки резьбы.

**Отскок.** Отступ инструмента от заготовки после рабочего хода.

**Номинальный диаметр.** Диаметр резьбы (при резьбе M20 – номинальный

Специальное нарезание ре...   

Параметры траектории

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом

Инстр-т:

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 0

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

Параметры резьбы

Число резьб: 1

Тип обработки: 1

Порядок корректоров:

Порядковый номер: 0

Число проходов: 10

Число заходов: 1

Угол врезания: 30

Стартовое смещение: 0

Отскок: 0

Номинальный диаметр: 0

Число чистовых шагов: 1

Заход: 0

Сход: 0

Шаг: 1

Резьба

☐ Наружная ☒ Внутренняя

Начальный диаметр: 0

Конечный диаметр: 0

Глубина резьбы: 0

Вычислить

Подход

☒ XZ ☐ ZX

По X: 0

По Z: 0



диаметр равен 20).

**Число чистовых шагов.** Количество проходов по высоте резьбы во время чистовой обработки.

**Заход.** Расстояние недохода до резьбы вдоль оси вращения.

**Сход.** Расстояние перебега после резьбы вдоль оси вращения.


**Шаг.** Величина шага резьбы, которая выгружается в управляющую программу.

**Резьба наружная или внутренняя.**


**Вычислить.** При нажатии данной кнопки происходит расчет **начального и конечного диаметра** резьбы, а также ее **глубины** исходя из номинального диаметра резьбы и шага. Если нарезается коническая резьба, то значения начального и конечного диаметра резьбы задаются вручную.





**Подход.** Величина и очередность отработки перемещений подхода.

## Группа операций «Осевое сверление»

Для вызова группы необходимо нажать и удерживать кнопку . После чего появится выпадающий список операций, которые возможно создать в рамках этой группы: «Осевое сверление», «Специальное осевое сверление».

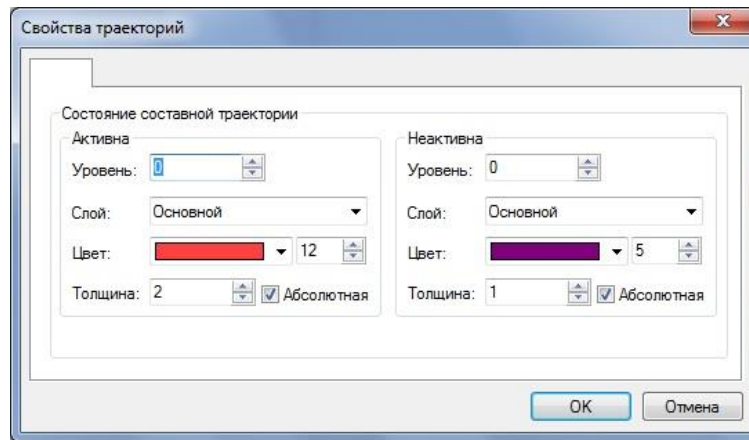
### Осевое сверление

Для создания траектории осевого сверления нужно выбрать из выпадающего списка "Осевое сверление" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.





**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Путь строится по оси вращения детали, на глубину сверления.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки [...] нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки **Инстр-т:**.

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

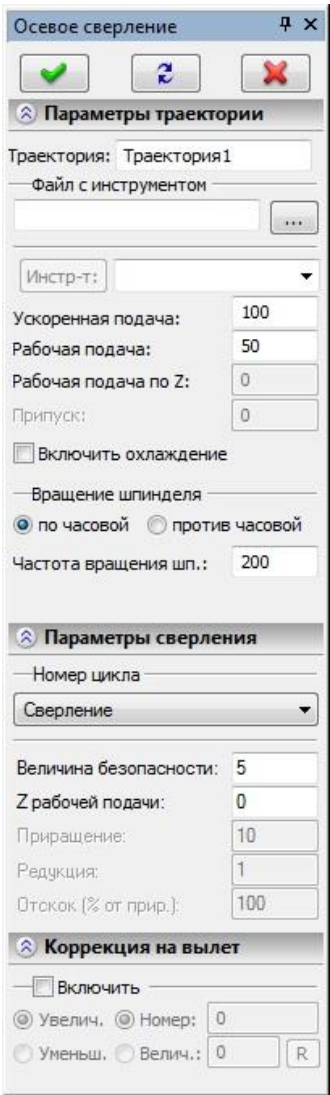


**Параметры сверления.**


- Номер цикла.** Выбор цикла сверления или цикла глубокого сверления.
- Величина безопасности.** Высота подъёма над обрабатываемой поверхностью при перемещении инструмента.
- Z рабочей подачи.** Задаётся высота, на которой включается рабочая подача.
- Приращение** (для глубокого сверления). Глубина шага при глубоком сверлении.
- Редукция.** Задаётся коэффициент уменьшения глубины шага при глубоком сверлении.
- Отскок.** Величина вывода инструмента при каждом шаге глубокого сверления. Задаётся в процентах от приращения.





**Коррекция на вылет.**

- Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции , записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).
- R** - использовать радиус выбранного инструмента.



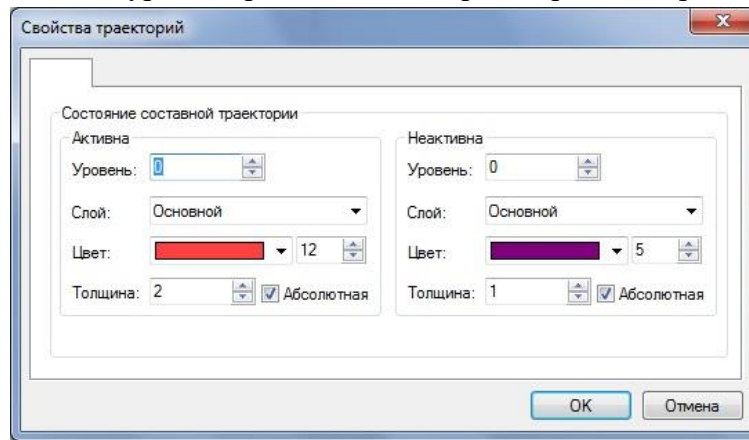
**Специальное осевое сверление**

Для создания траектории специального осевого сверления с расширенным набором параметров обработки нужно выбрать из выпадающего списка "Осевое сверление" пункт . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды



В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.



**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

В качестве элемента чертежа при создании данной траектории используется путь, проходящий по оси отверстия на всю его глубину.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по



часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры сверления.

**Недоход.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента, до рабочего перемещения по оси отверстия.


**Глубина врезания.** Глубина шага при глубоком сверлении или глубина до крайней точки обрабатываемого отверстия при сверлении.





**Редукция.** Задаётся коэффициент уменьшения глубины шага при глубоком сверлении.

**Отскок.** Величина вывода инструмента при каждом шаге глубокого сверления.

**Величина безопасности.** Задаётся высота подъёма над обрабатываемой поверхностью при перемещении инструмента (опционально).

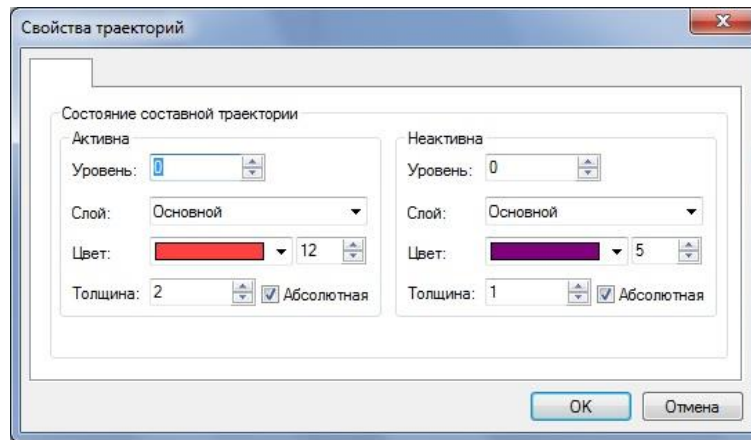
### Операция «Отрезка»

Для создания траектории отрезки нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.





**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Путь строится перпендикулярно оси вращения детали и должен быть направлен от внешнего контура к оси вращения детали.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.



### Параметры отрезки.

**Недоход.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента, после которого включается рабочая подача.

**Высота безопасности.** Величина отступа инструмента от детали. Может использоваться совместно с недоходом.

**Редукция.** Коэффициент уменьшения глубины врезания при каждом проходе.

**Смещение.** Расстояние между двумя вертикальными проходами при обработке с постепенным радиальным врезанием.

**Перебег.** Расстояние от детали до режущей кромки инструмента после выполнения рабочего прохода.

**Отскок.** Величина вывода инструмента.

**Глубина врезания.** Величина врезания инструмента при первом проходе (отрезка может осуществляться за один проход).

**Кромка: Левая** – привязка инструмента на левую кромку.

**Правая** – привязка инструмента на правую кромку.

## Сверление

Для создания траектории сверлильной обработки используется команда:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 2D, 2.5D и 4D обработка Сверление»	














После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

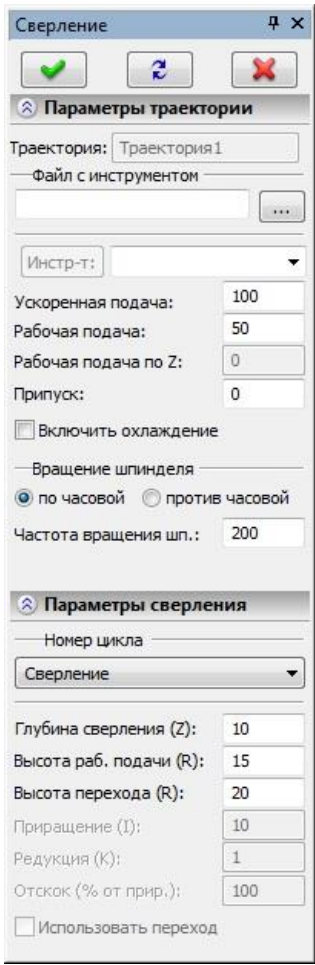
	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;T&gt;</b>	Технологическая траектория
	<b>&lt;A&gt;</b>	Создать сверление
	<b>&lt;O&gt;</b>	Стандартные циклы OLIVETTI
	<b>&lt;B&gt;</b>	Стандартные циклы BRADLEY
	<b>&lt;M&gt;</b>	Стандартные циклы MAHO
	<b>&lt;E&gt;</b>	Машинные циклы EXCEL
	<b>&lt;C&gt;</b>	Выбор пути для цикла сверления 2C42
	<b>&lt;R&gt;</b>	Выбор пути для цикла сверления Размер -2М
	<b>&lt;F&gt;</b>	Выбор пути для машинных циклов FANUC
	<b>&lt;N&gt;</b>	Выбор пути для машинных циклов сверления Э2000 CNC
	<b>&lt;U&gt;</b>	Выбор пути для машинных циклов VECTOR 90
	<b>&lt;Z&gt;</b>	Пользовательский сверлильный цикл
	<b>&lt;Q&gt;</b>	Выбор точки для перемещения инструмента
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды




После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Сверление". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий сверлильной обработки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .





Описание опции  приведено в главе “Технологические траектории”.

Опции , , , , , , , ,  и  используются для создания машинных циклов. Работа с этими опциями описана в главе “Машинные циклы”.



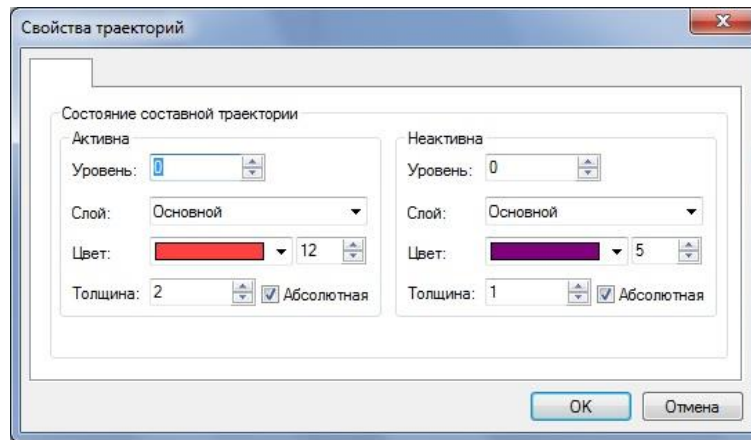
Создание траектории

Для создания траектории сверления нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.





**Фильтр** выбора путей влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Обрабатываемый контур, в случае сверлильной обработки является ничем иным, как путём перемещения сверла (или другого сверлильного инструмента). При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет, а участок пути между первым и вторым узлом будет выведен в УП как дополнительное перемещение. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно



быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры сверления.

**Номер цикла.** Выбор цикла сверления или цикла глубокого сверления.

**Глубина сверления.** Задаётся высота от нуля станка до нижней точки обрабатываемого отверстия.

**Высота рабочей подачи.** Задаётся высота, на которой включается рабочая подача.

**Высота перехода.** Задаётся высота положения плоскости, в которой осуществляется ускоренное горизонтальное перемещение инструмента, то есть перемещение от одного отверстия к другому.

**Приращение.** Глубина шага при глубоком сверлении.

**Редукция.** Задаётся коэффициент уменьшения глубины шага при глубоком сверлении.


**Отскок.** Величина вывода инструмента при каждом шаге глубокого сверления. Задаётся в процентах от приращения.

### Коррекция на вылет.





**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

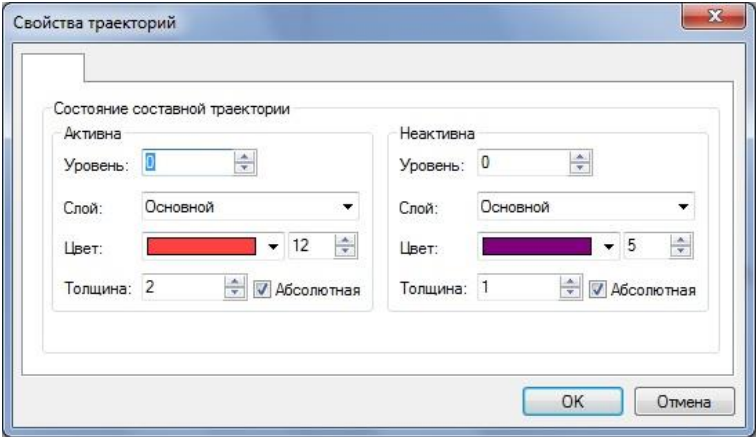
## Перемещение в точку с заданными параметрами

Для создания траектории перемещения в точку с заданными параметрами нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора узла.



	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;3&gt;</b>	Фильтр выбора узлов
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды



В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.



**Фильтр** выбора узлов влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

**Параметры траектории.**

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания. Данный параметр активен для движения на рабочей подаче **G01**.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по



часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

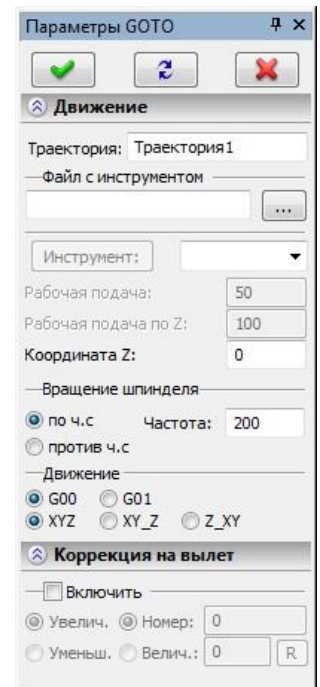
### Движение.

Выбирается способ передвижения (**G00** - на ускоренной подаче, **G01** - на рабочей подаче) и очередность перемещения по осям (**XYZ** - по трем осям одновременно; **XY\_Z** - сначала по осям **X** и **Y**, затем по оси **Z**; **Z\_XY** - сначала по оси **Z**, затем по осям **X** и **Y**).

### Коррекция на вылет.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.



## Фрезерная (2.5D) обработка


Для создания траектории фрезерной обработки используется команда:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 2D, 2.5D и 4D обработка Фрезерование»	


После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<End>	Завершить редактирование
	<T>	Технологическая траектория
	<L>	Фрезерование плоскости
	<C>	Фрезерование контура
	<K>	Фрезерование кармана
	<W>	Фрезерование винтовой канавки
	<Q>	Перемещение в точку с заданными параметрами



	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды
---	--------------------	------------------

Опция  используется для создания технологической траектории. Данные траектории нужны, например, для задания дополнительных технологических команд в управляющей программе. Подробное описание процесса создания технологических траекторий для всех видов обработки приведено в главе “Технологические траектории”.

После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Фрезерование". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий сверлильной обработки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .

**Фрезерование**

✓ ↺ ✗

**Параметры траектории**

Траектория:

Файл с инструментом:

Инстр-т:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Рабочая подача по Z:

Припуск:

☐ Включить охлаждение

— Вращение шпинделя —

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.:

**Параметры детали**

Высота плоскости обр.:

Толщина:

Шаг углубления:

**Коррекция на вылет**

☐ Включить

☒ Увелич. ☒ Номер:

☐ Уменьш. ☐ Велич.:  R





**Аппроксимация**

Точность:

☒ Круговая интерполяция


## Создание траектории






После того как были внесены изменения в параметры обработки по умолчанию, пользователь должен выбрать один из четырех видов фрезерной обработки:

-  фрезерование плоскости;
-  фрезерование контура;
-  фрезерование кармана;
-  фрезерование винтовой канавки.

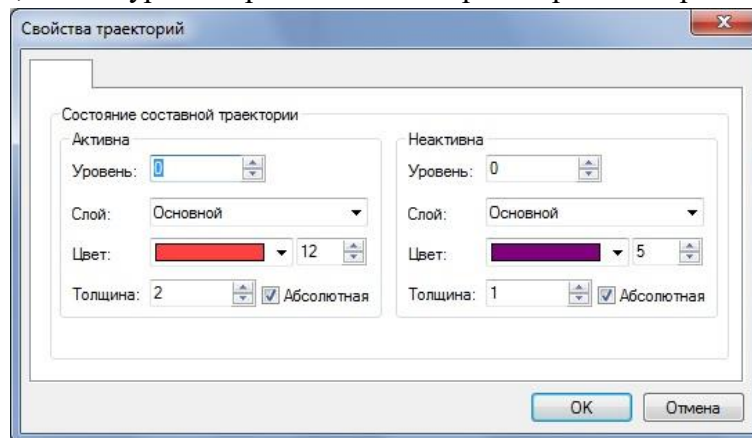


## Фрезерование плоскости

Для создания траектории фрезерования плоскости нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора штриховки.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<1>	Фильтр выбора штриховок
	<3>	Смена начальной точки траектории
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.


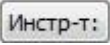


**Фильтр** выбора штриховок влияет на возможность выбора данного элемента на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача по Z** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания по оси Z. Используется для внешних постпроцессоров.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

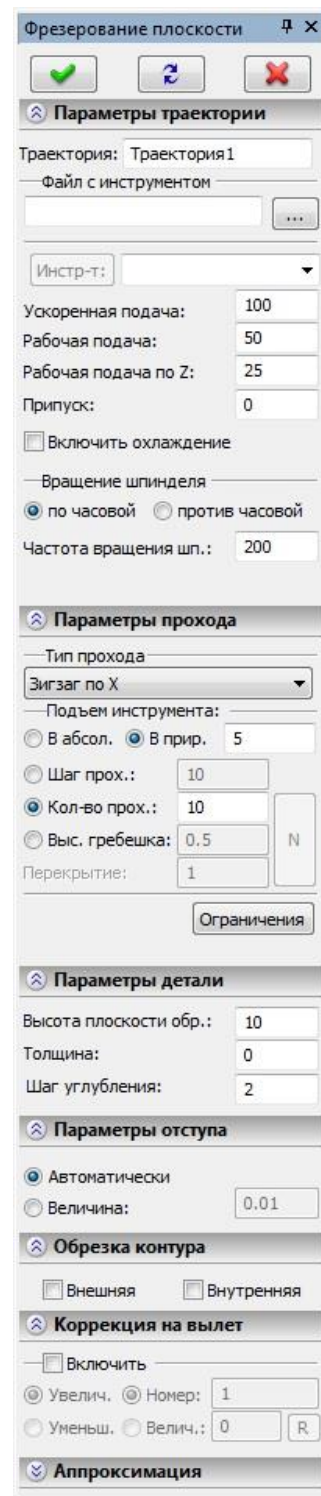
## Параметры прохода.

**Тип прохода.** Задаётся один из следующих типов: **зигзаг** (по оси X или по оси Y); **петля** (по оси X или по оси Y); **спираль** (по контуру или против контура, а также сходиться внутрь или расходиться наружу); **зигзаг с обходом** (по оси X или по оси Y); **двойная петля** (по оси X или по оси Y); **зигзаг с обходом без учёта контуров обрезки** (по оси X или по оси Y).

**Подъём инструмента.** Задаётся расстояние до плоскости безопасности (в абсолютных координатах или в приращениях).

**Шаг проходов.** Задаётся величина шага между проходами.

**Количество проходов.** Задаётся число проходов инструмента. Значение данного параметра может быть задано автоматически по заданным



The screenshot shows the 'Фрезерование плоскости' (Face Milling) window. The 'Параметры траектории' (Trajectory Parameters) section includes:
 

- Trajectory: Траектория1
- File with tool: (empty)
- Tool: (empty dropdown)
- Accelerated feed: 100
- Working feed: 50
- Working feed on Z: 25
- Lead-in: 0
- Include cooling: (unchecked)
- Spindle rotation: (radio buttons for 'по часовой' and 'против часовой', 'по часовой' is selected)
- Spindle speed: 200

 The 'Параметры прохода' (Pass Parameters) section includes:
 

- Pass type: Зигзаг по X
- Tool lift: (empty)
- Feed type: (radio buttons for 'В абсол.' and 'В прир.', 'В прир.' is selected)
- Feed value: 5
- Step: 10
- Number of passes: 10
- Height of the comb: 0.5
- Overlap: 1
- Limitations: (button)

 The 'Параметры детали' (Part Parameters) section includes:
 

- Height of the plane: 10
- Thickness: 0
- Step of the groove: 2

 The 'Параметры отступа' (Offset Parameters) section includes:
 

- Automatic: (selected radio button)
- Value: 0.01

 The 'Обрезка контура' (Contour Trimming) section includes:
 

- External: (unchecked)
- Internal: (unchecked)

 The 'Коррекция на вылет' (Correction for overhang) section includes:
 

- Include: (unchecked)
- Enlarge: (selected radio button)
- Number: 1
- Reduce: (radio button)
- Value: 0
- Radius: R

 The 'Аппроксимация' (Approximation) section is at the bottom.



условиям: **высоте гребешка** или **величине перекрытия** с учётом выбранного пользователем инструмента, при нажатии кнопки пересчёта [N].

**Ограничения.** Подробнее смотрите ниже.

### Параметры детали.

Здесь задаётся **высота плоскости обработки** (от нулевой плоскости), то есть высота горизонтальных рабочих перемещений фрезы, а также для фрезерования плоскости может задаваться **Толщина и Шаг углубления**.

При задании параметров **Толщина** и **Шаг углубления** формируются проходы послойного съёма или выборки материала. При этом врезание между слоями материала происходит согласно выбранному пользователем типу прохода. Число слоёв рассчитывается автоматически, при этом, если толщина снимаемого слоя не кратна шагу углубления, то система рассчитывает максимально возможное количество послойных проходов в рамках указанной толщины слоя, а последний проход располагает по донной высоте снимаемого материала.

Если параметры **Толщина** и **Шаг углубления** не заданы, то T-FLEX ЧПУ формирует элементарную траекторию обработки плоскости, без послойного съёма или выборки.

### Параметры отступа.

**Автоматически.** Система рассчитывает траекторию обработки с отступом от границы обрабатываемой детали на радиус фрезы.

**Величина.** Конкретная величина отступа.

### Обрезка контура.

**Обрезка внешняя и внутренняя.** Используется в случае применения проходов типа зигзаг или петля. Внешняя обрезка подразумевает под собой учёт внешнего контура обрабатываемой поверхности, а внутренняя обрезка учитывает внутренние контура обрабатываемой поверхности; при задании параметров в диалоговом окне «Ограничения» обрезка включается автоматически.

### Коррекция на вылет.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

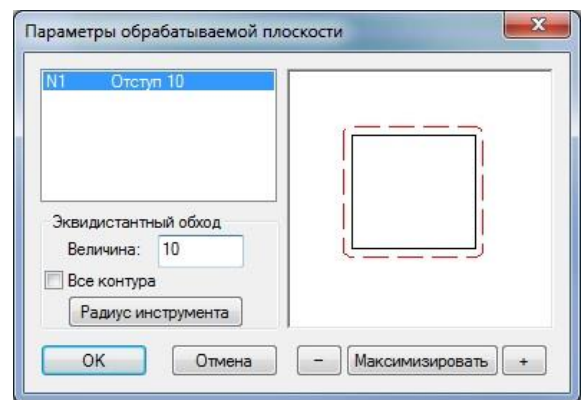


### Аппроксимация.


**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.


В диалоговом окне "Параметры обрабатываемой плоскости" (кнопка **[Ограничения]**), в интерактивном режиме, задаются припуски на контуры внутренней и внешней обрезки обрабатываемой поверхности.









### Смена начальной точки траектории

При создании или редактировании траектории фрезерования плоскости пользователь имеет возможность указать начальную точку. По умолчанию, система устанавливает начальной точкой траектории первый узел штриховки. Пользователь может отказаться от данной стратегии расчёта и, нажав кнопку , указать иную точку контура, в качестве начальной.

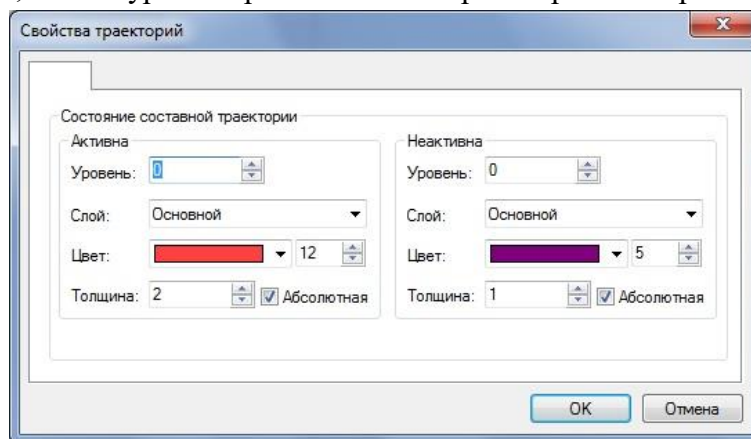
### Фрезерование контура

Для создания траектории фрезерования контура нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути или штриховки.



	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;1&gt;</b>	Фильтр выбора штриховок
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;3&gt;</b>	Смена начальной точки траектории
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.


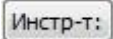


**Фильтр** выбора элемента построения влияет на возможность выбора данного элемента построения на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Фильтры могут быть активны как попарно (тогда можно выбрать как пути, так и штриховки), так и отдельно (только пути или только штриховки). Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача по Z** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания по оси Z. Используется для внешних постпроцессоров.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** По контуру (совпадает с направлением элемента построения) либо против контура (не совпадает).

**Подъём инструмента.** Задаётся расстояние до плоскости безопасности (в абсолютных координатах или в приращениях).

**Все контура.** Используется для фрезерования всех контуров составных штриховок (в противном случае - только внешний).

### Параметры детали.

Здесь задаётся **высота плоскости обработки** (от нулевой плоскости), то есть



высота горизонтальных рабочих перемещений фрезы.

### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Коррекция на вылет.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

### Дополнительные параметры.

**Точный обход углов.** Установка данного параметра задаёт удаление тангенциальных переходов (соединение элементов контура по касательной) в траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

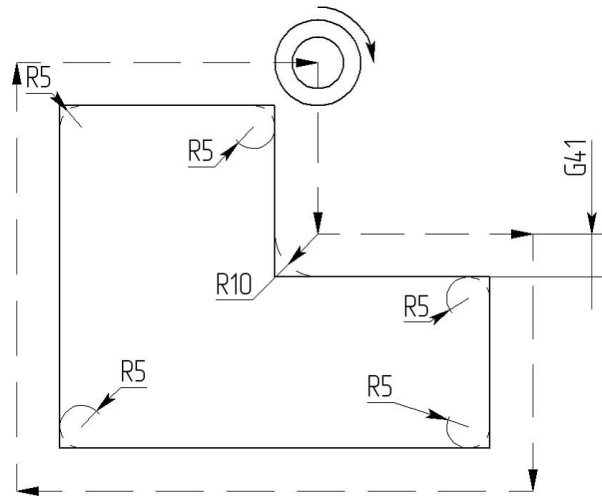
**Без удаления петель.** Данный параметр выключает восстановление вырождающихся элементов траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**R скругл.** Скруглить радиусом. Данный параметр позволяет вписать окружности заданных радиусов в местах не тангенциальных переходов для внутренних и внешних углов контура. Подробнее о данном




параметре можно прочитывать ниже.







**Скруглить радиусом (R скругл.).** Данный параметр позволяет вписать окружности заданного радиуса в местах нетангенциальных переходов (данная команда действует во всех видах электроэрозионной обработки). В двух ячейках параметров задаётся значение радиусов скругления внешних и внутренних углов контура. Как правило, для задания значения радиуса скругления внешних углов контура ( $>180^\circ$ ) используется первая ячейка, а для задания значения радиуса скругления внутренних углов ( $<180^\circ$ ) используется вторая ячейка. Однако, назначение ячеек может меняться в зависимости от направления прохода контура и направления коррекции на радиус инструмента.



На примере, приведённом выше для скругления внешних углов задан радиус 5, а для скругления внутренних углов – радиус 10.

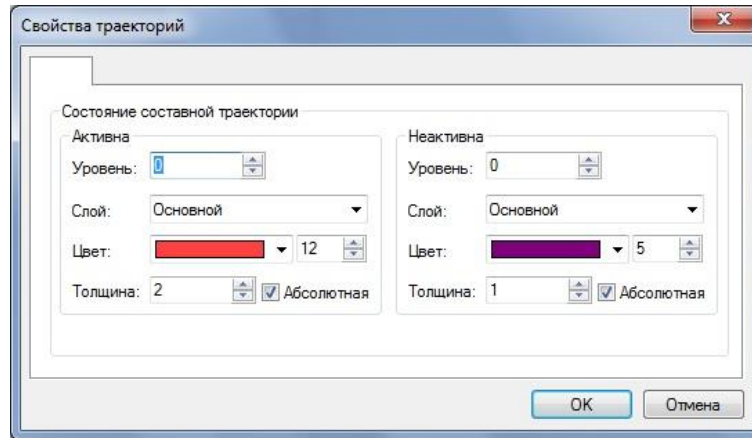
**Фрезерование кармана**

Для создания траектории фрезерования кармана нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути или штриховки.



	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;1&gt;</b>	Фильтр выбора штриховок
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;3&gt;</b>	Смена начальной точки траектории
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды



В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




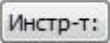
**Фильтр** выбора элемента построения влияет на возможность выбора данного элемента построения на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Фильтры могут быть активны как попарно (тогда можно выбрать как пути, так и штриховки), так и раздельно (только пути или только штриховки). Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Траектория фрезерования кармана создается на основе либо двух путей, либо двух штриховок (нижний контур и верхний контур кармана). После выбора первого пути в автоматическом режиме станет доступна опция для указания второго пути . Аналогично, в случае штриховок будет своя опция .



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача по Z** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания по оси Z. Используется для внешних постпроцессоров.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Параметры прохода.

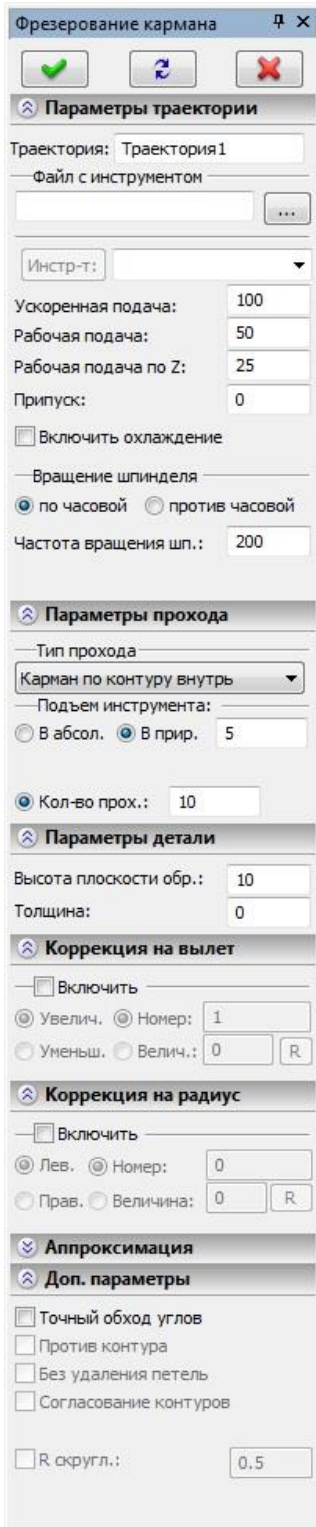
**Тип прохода.** Здесь можно выбрать как фрезеровать карман: внутрь, наружу, по контуру или против контура в различных сочетаниях.

**Подъём инструмента.** Задаётся расстояние до плоскости безопасности (в абсолютных координатах или в приращениях).

**Количество проходов.** Задаётся число проходов инструмента.

## Параметры детали.

Здесь задаётся **высота плоскости обработки** (от нулевой плоскости), то есть высота горизонтальных рабочих перемещений фрезы и **толщина** детали.





### **Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).


**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.





### **Дополнительные параметры.**

**Точный обход углов.** Установка данного параметра задаёт удаление тангенциальных переходов (соединение элементов контура по касательной) в траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

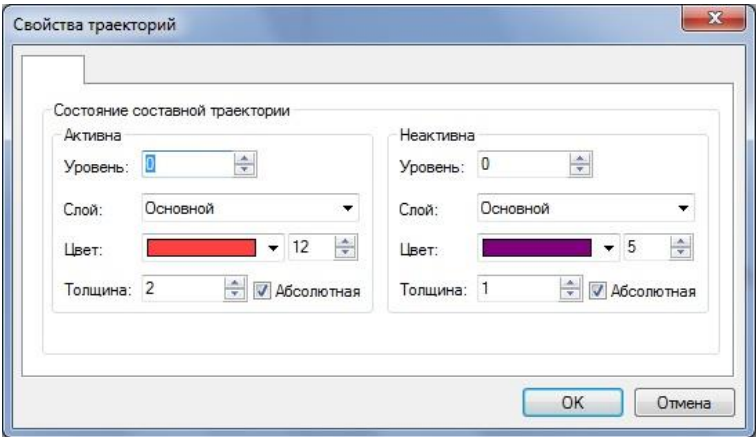


Фрезерование винтовой канавки

Для создания траектории фрезерования винтовой канавки нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора пути.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<2>	Фильтр выбора путей
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.


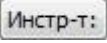


**Фильтр** выбора пути влияет на возможность выбора данного элемента построения на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача по Z** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания по оси Z. Используется для внешних постпроцессоров.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры канавки.

**Высота верхней точки.** Координата Z начала спирали (задается относительно нулевой плоскости).

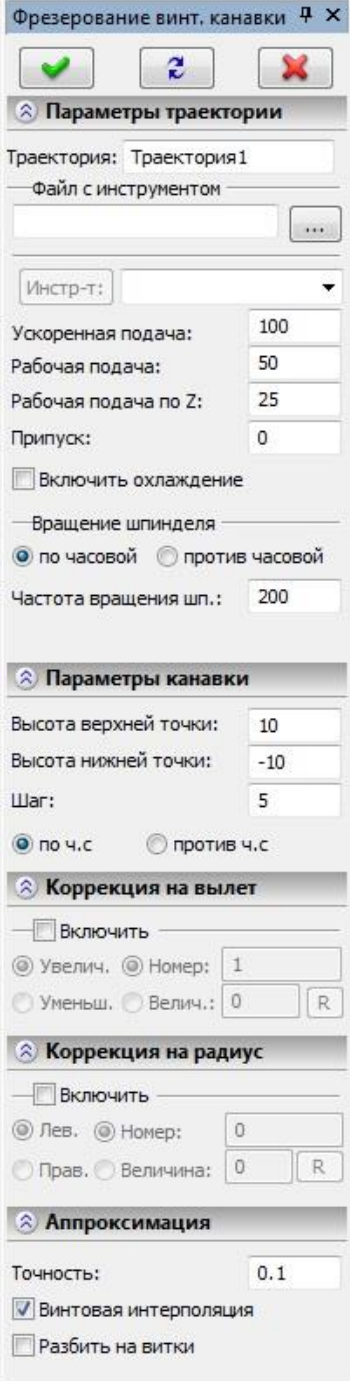
**Высота нижней точки.** Координата Z конца спирали (задается относительно нулевой плоскости).

**Шаг.** Шаг спирали.

Направление витка спирали определяется полями **по часовой** или **против часовой стрелки**.

### Коррекция на вылет.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на





**уменьшение.** Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Винтовая интерполяция.** Если система ЧПУ станка поддерживает винтовую интерполяцию, то использование данной опции рационально сократит размер текста управляющей программы и повысит качество обработки. В общем случае, при использовании винтовой интерполяции для обработки винтовой канавки в управляющую программу будут выгружены кадры с командой G22.

*Например:*

N30 G22X298.36Y44.34Z-0I112.54J0K8

Некоторые системы ЧПУ поддерживают функцию винтовой интерполяции, однако не поддерживают многовитковую винтовую интерполяцию. В этом случае рекомендуется включить опцию **Винтовая интерполяция** совместно с опцией **Разбить на витки**. В этом случае, каждый виток спирали будет выгружен в текст управляющей программы как отдельный кадр G22.

*Например:*


N30 G22Z62I112.54J0





N35Z54I112.54J0

N40Z46I112.54J0

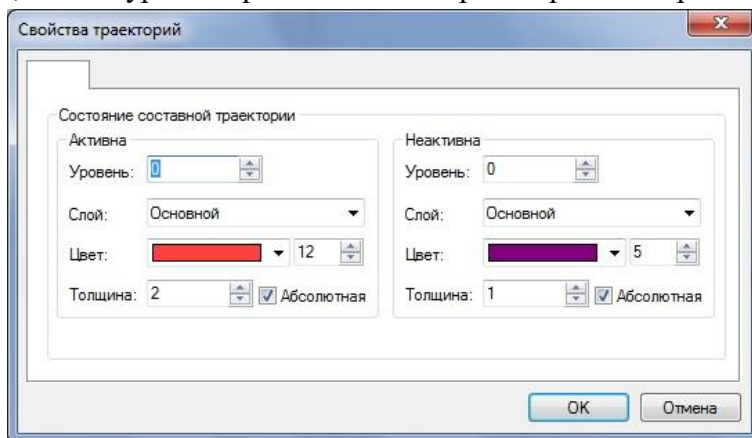


## Перемещение в точку с заданными параметрами

Для создания траектории перемещения в точку с заданными параметрами нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора узла.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;3&gt;</b>	Фильтр выбора узла
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.



**Фильтр** выбора узла влияет на возможность выбора данного элемента построения на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки [...] нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки **Инстр-т:**.

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания. Данный параметр активен для движения на рабочей подаче **G01**.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Движение.

Выбирается способ передвижения (**G00** - на ускоренной подаче, **G01** - на рабочей подаче) и очередность перемещения по осям (**XYZ** - по трем осям одновременно; **XY\_Z** - сначала по осям **X** и **Y**, затем по оси **Z**; **Z\_XY** - сначала по оси **Z**, затем по осям **X** и **Y**).

## Коррекция на вылет.


**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.








## Гравировка


Для создания траектории гравировки текста используется команда:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 2D, 2.5D и 4D обработка Гравировка»	

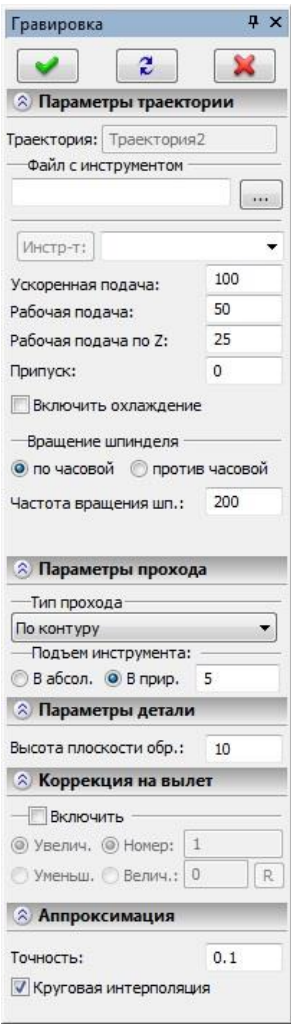
После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:


	<End>	Завершить редактирование
	<T>	Технологическая траектория
	<A>	Укажите текст
	<Q>	Укажите точку для перемещения инструмента
	<Esc>	Выйти из команды







Опция  используется для создания технологической траектории. Данные траектории нужны, например, для задания дополнительных технологических команд в управляющей программе. Подробное описание процесса создания технологических траекторий для всех видов обработки приведено в главе “Технологические траектории”.

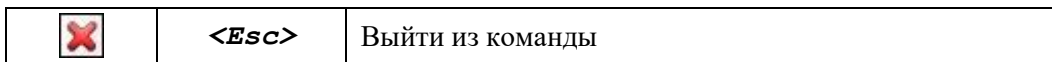
После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Гравировка". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий гравировки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .



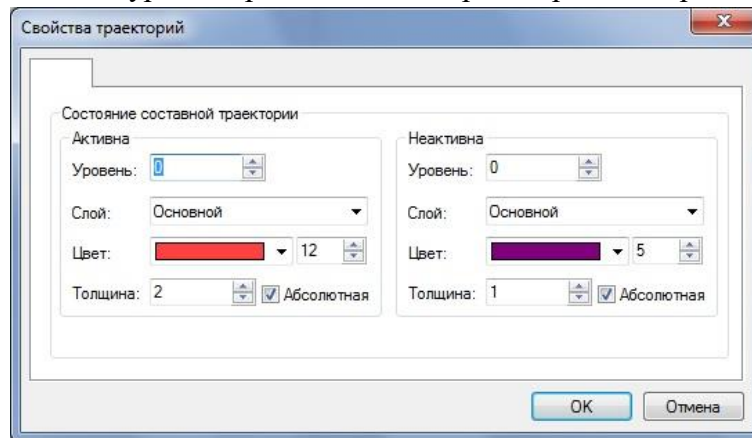
Для создания траектории гравировки нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора текста.

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<A>	Фильтр выбора текста
	<E>	Отмена выбора текста






В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




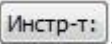
**Фильтр** выбора текста влияет на возможность выбора данного элемента построения на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Пользователь, может указать одиночный текст или последовательность текстов на чертеже, для которых необходимо создать траекторию обработки. Гравировка текста будет производиться в той последовательности, в которой они были выбраны.

Для того, чтобы отменить выбор текста и задать другой, следует нажать кнопку  на панели инструментов и указать новый текст для гравировки.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.



**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Рабочая подача по Z** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания по оси Z. Используется для внешних постпроцессоров.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** По контуру (совпадает с направлением элемента построения) либо против контура (не совпадает).

**Подъём инструмента.** Задаётся расстояние до плоскости безопасности (в абсолютных координатах или в приращениях).

### Параметры детали.

Здесь задаётся **высота плоскости обработки** (от нулевой плоскости), то есть высота горизонтальных рабочих перемещений фрезы.

### Коррекция на вылет.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью,

**Графировка текста**

✓ ↺ ✗

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория2

Файл с инструментом

Инстр-т:

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 25

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

— Вращение шпинделя —

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

**Параметры прохода**

— Тип прохода —

По контуру

Подъем инструмента:

☐ В абсол. ☒ В прир. 5

**Параметры детали**

Высота плоскости обр.: 10

**Коррекция на вылет**

☒ Включить

☒ Увелич. ☒ Номер: 1

☐ Уменьш. ☐ Велич.: 0 R

**Аппроксимация**

Точность: 0.1


☒ Круговая интерполяция







поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

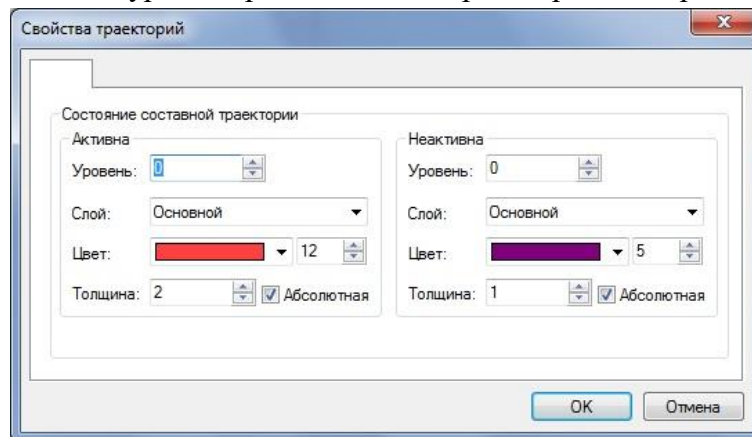
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

## Перемещение в точку с заданными параметрами

Для создания траектории перемещения в точку с заданными параметрами нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора узла.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;3&gt;</b>	Фильтр выбора узла
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.


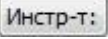


**Фильтр** выбора узла влияет на возможность выбора данного элемента построения на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Изображение активного фильтра выделяется рамкой.



Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания. Данный параметр активен для движения на рабочей подаче **G01**.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

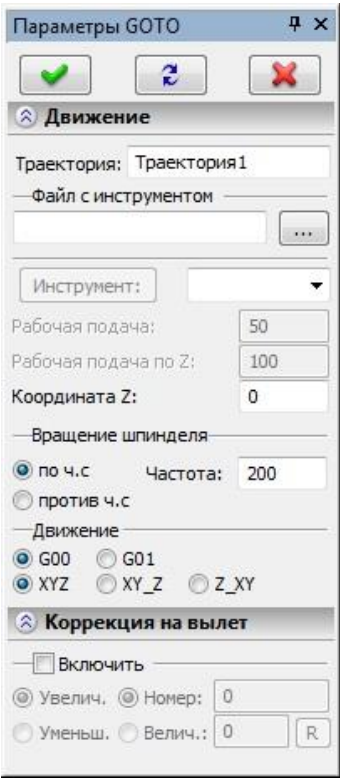
Движение.

Выбирается способ передвижения (**G00** - на ускоренной подаче, **G01** - на рабочей подаче) и очередность перемещения по осям (**XYZ** - по трем осям одновременно; **XY\_Z** - сначала по осям **X** и **Y**, затем по оси **Z**; **Z\_XY** - сначала по оси **Z**, затем по осям **X** и **Y**).

Коррекция на вылет.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет. Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение величины вылета инструмента).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.








Штамповочная обработка


Для создания траектории штамповочной обработки используется команда:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 2D, 2.5D и 4D обработка  Штамповочная обработка»	




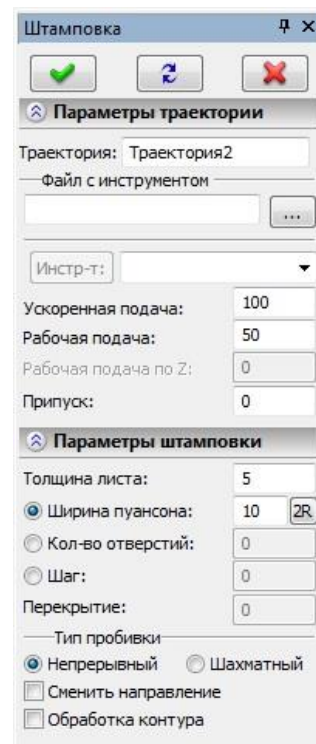
После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<End>	Завершить редактирование
	<T>	Технологическая траектория
	<A>	Штамповка контура
	<Q>	Выбор точки для перемещения инструмента
	<Esc>	Выйти из команды


Опция  позволяет задать параметры по умолчанию для всех видов штамповочной обработки. После вызова опции на экране появится диалоговое окно “Параметры обработки по умолчанию”. Установленные параметры будут действовать для всех вновь создаваемых траекторий. При создании конкретной траектории их можно будет отредактировать. Подробное описание всех параметров приведено ниже в разделе “Параметры траектории”.

После вызова команды на экране появится диалоговое окно “Штамповка”. Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий штамповки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить.








Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .



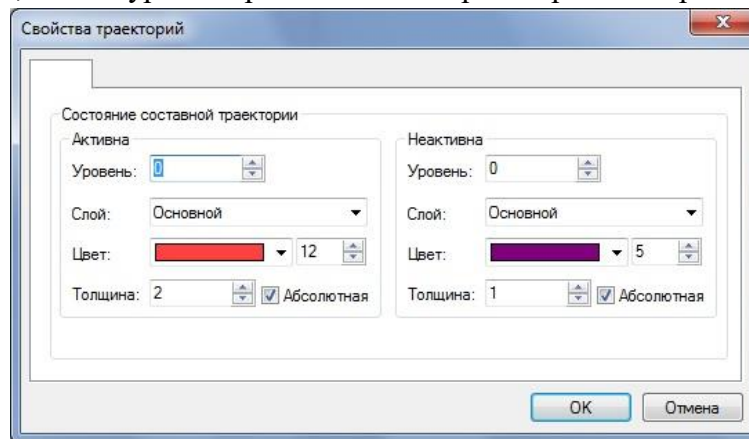
## Создание траектории

Для создания траектории штамповки контура нужно нажать в автоменю кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора штриховок или путей.



	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;1&gt;</b>	Фильтр выбора штриховок
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;C&gt;</b>	Указать точки отсечки
	<b>&lt;X&gt;</b>	Удалить выбранные точки отсечки
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды



В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.




**Фильтры** выбора штриховок и путей влияют на возможность их выбора на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Фильтры могут быть активны как попарно (тогда можно выбрать как пути, так и штриховки), так и раздельно (только пути или только штриховки). Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

Для обработки окружности существуют два режима расчета траекторий:

1. выбрана штриховка – рассчитывается траектория с полным удалением материала внутри выбранного контура;
2. выбран путь - рассчитывается траектория с обходом по выбранному контура.


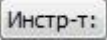
Если необходимо добавить точку отсечки (удаление из последовательности штамповочных ударов определенный удар) нужно выбрать  а затем нажать  в нужном месте контура.

Для отмены выбранных точек нужно нажать .



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.




**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

### Параметры штамповки.

**Толщина листа.** Толщина обрабатываемого листа.

**Ширина пуансона.** Горизонтальный размер сечения инструмента. При нажатии  автоматически устанавливается горизонтальный размер из файла с инструментом. Для некруглого сечения инструмента предлагается  и .

**Количество отверстий.** Задаётся количество ударов штампа, без учета толщины листа. Данный параметр используется для одnosegmentных контуров.

**Шаг.** Задаётся шаг между ударами штампа, без учета толщины листа. В этом режиме положение ударов выравнивается относительно середины выбранного контура. Данный параметр используется для одnosegmentных контуров.

В данном режиме нельзя задать отступ и перемычки.

**Перекрытие.** Ширина зоны перекрытия двух смежных ударов инструмента (мм).

**Тип пробивки.** Непрерывный – последовательные удары штампа, шахматный – через один в прямом и в обратном направлении.

**Сменить направление.** Поменять направление пробивки.

**Обработка контура.** Для окружности включается режим обработки контура.




### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры



коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине**.

**Величина.** Для коррекции задаётся величина отступа от исходного контура;

При нажатии  автоматически устанавливается вертикальный размер из файла с инструментом. Для некруглого сечения инструмента предлагается  и .

### **Отступ и перемычки.**

**Отступ.** Задаётся в режиме ширина пуансона и количество отверстий

**В начале.** Устанавливается дополнительное смещение в начале сегмента контура.

**В конце.** Устанавливается дополнительное смещение в конце сегмента контура.

**Перемычки.** Задаются в режиме ширина пуансона.

Промежутки между ударами штампа равномерно расположенные на по длине сегмента контура.


**Количество** перемычек на каждом сегменте контура.

**Ширина** перемычки.








### **Аппроксимация.**

**Высота гребешка.** При расчете траекторий обработки окружности и сплайна количество и положение ударов пуансона определяется заданной высотой остаточного гребешка.

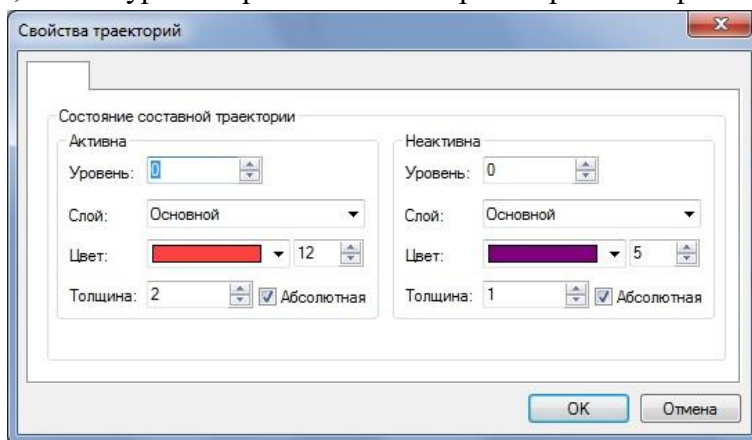
## **Перемещение в точку с заданными параметрами**

Для перемещения в точку с заданными параметрами в штамповочной обработке, необходимо нажать пиктограмму . После нажатия система перейдёт в режим выбора узлов и путей и в автоменю будут доступны следующие опции:






	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;3&gt;</b>	Фильтр выбора узлов
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;M&gt;</b>	Установить точку привязки
	<b>&lt;Z&gt;</b>	Удалить точки привязки
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды


В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.



**Фильтры** выбора узлов и путей влияют на возможность их выбора на чертеже в качестве геометрической основы для построения траектории. Фильтры могут быть активны как попарно (тогда можно выбрать как пути, так и штриховки), так и раздельно (только пути или только штриховки). Изображение активного фильтра выделяется рамкой.

После задания файла с инструментом и выборе инструмента будет доступна кнопка установки вершины привязки . Нажимая на кнопку , пользователь осуществляет последовательный перебор вершин сечения инструмента, совмещая их с указанной ранее точкой.



Для отмены установленной точки привязки необходимо нажать , после чего контур сечения инструмента займет исходное положение.

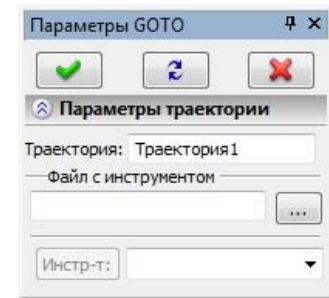
Для обработки последовательности отверстий одним инструментом необходимо выбрать путь , соединяющий узлы – положение ударов пуансона.



### Параметры траектории.


**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .



Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.


### Задание начальной точки траектории


Для траекторий контурной электроэрозионной, лазерной и фрезерной обработки существует опция задания первой точки траектории обработки. По умолчанию, система устанавливает начальной точкой траектории начальный узел пути (или штриховки, в зависимости от того, какой геометрический элемент был указан пользователем). Пользователь может отказаться от данной стратегии расчёта и, нажав кнопку , указать иную точку контура, в качестве начальной при помощи указателя мыши. Начало траектории будет автоматически перемещено в указанную точку. При этом, если контур был замкнутым, обработка начнётся в указанной точке и закончится в ней (контур будет полностью обработан). Если же был указан незамкнутый путь, то обработка начнётся в указанной пользователем точке (будет обработан участок контура от указанной точки и до конечного узла пути).


Для того, чтобы задать начальную точку траектории, не обязательно строить в данных координатах узел T-FLEX CAD. Однако это рекомендуется для более точного задания начальной точки.





# МЕНЕДЖЕР ОБРАБОТОК

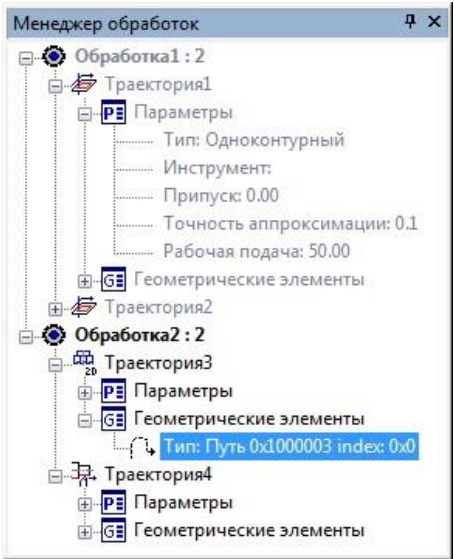
Созданные траектории добавляются в менеджер обработок, представляющий собой древовидный список траекторий и обработок. Для того, чтобы просмотреть данный список, пользователю необходимо нажать пиктограмму  или воспользоваться командой:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Менеджер обработок»	

На экране появится немодальное диалоговое окно, в котором будут отображены все существующие в данном файле траектории и обработки. Перемещаться внутри списка траекторий можно с использованием  или клавиш <↑> и <↓>.

В окне в виде дерева отражается структура построенных траекторий. В соответствии с принятыми в системе T-FLEX ЧПУ/ЧПУ 3D соглашениями в одном файле можно выполнить несколько *обработок*, состоящих из *траекторий* различных видов. Так, в одну обработку можно объединить только электроэрозионную, только лазерную или только механическую обработку. Механообработка является произвольным сочетанием следующих процессов: Фрезерование, Сверление, Токарная обработка и Гравировка.


Каждому элементу Менеджера присваивается уникальное имя, по умолчанию состоящее из его типа и номера, например, «Обработка1»/ «Траектория3». Слева от имени элемента может стоять знак «плюс». Это означает, что ветвь дерева Менеджера не раскрыта, а элемент содержит вложенные элементы. Чтобы развернуть дерево Менеджера, необходимо указать курсором на знак «плюс» и нажать . При этом знак изменится на «минус» и откроется элемент или список элементов, стоящих ниже по иерархии. Соответственно, для закрытия ветви необходимо указать курсором на знак «минус» и нажать . Если слева от имени элемента не стоит никакого знака, это означает, что данный элемент – последний на этой ветви Менеджера.



Тип элементов, входящих в состав дерева Менеджера Обработок:

1. **Обработка** – составная траектория, состоящая из электроэрозионной, лазерной или механообработки.
2. **Траектория** – рассчитанная траектория обрабатывающего движения, перемещения в заданную точку (GOTO), система координат, технологические команды/траектория, вспомогательные траектории (массивы копирования).
3. **Технологические параметры** – основные параметры, определяющие траекторию.
4. **Геометрические элементы** – геометрические элементы, на основе которых рассчитываются траектории.



Раскрывая ветви дерева Менеджера, можно получить доступ к любому элементу структуры. При помощи дерева очень удобно осуществлять выбор объектов. Указывая на элемент дерева можно вызвать контекстное меню нажатием .

Для элементов обработка и траектория вид контекстных меню различен.

Контекстное меню обработок и траекторий

Контекстное меню обработки.

Активная
Переименовать
Создать
Удалить
Вставить траекторию
Пересчитать
Объединить

**Активная** – активизация/деактивизация обработки. В каждый момент времени в одном документе может быть активна только одна обработка. Все создаваемые траектории по умолчанию добавляются в ту обработку, которая активна. При выборе в контекстном меню обработки пункта **Активная**, обработка будет активизирована. Если в документе создано несколько обработок, то при активизации одной обработки, другая деактивизируется автоматически (шрифт и иконка в дереве обработок изменяют вид). При активизации обработки в контекстном меню, рядом с пунктом **Активная**, появляется указатель, означающий, что в данный момент, выбранная обработка активна.

**Переименовать** - редактировать имя обработки.

**Создать** - создание новой обработки.

**Удалить** – удалить выбранную обработку и все входящие в ее состав траектории.

**Вставить траекторию** – добавить скопированную в буфер обмена траекторию в данную обработку.

**Пересчитать** – пересчитать составные траектории обработки.

**Объединить.** Данная команда контекстного меню доступна при нажатии кнопки **<Ctrl>** и выделении нескольких обработок. После выполнения объединения обработок соответствующих типов создается одна обработка, включающая все траектории выбранных обработок.

Контекстное меню траектории.

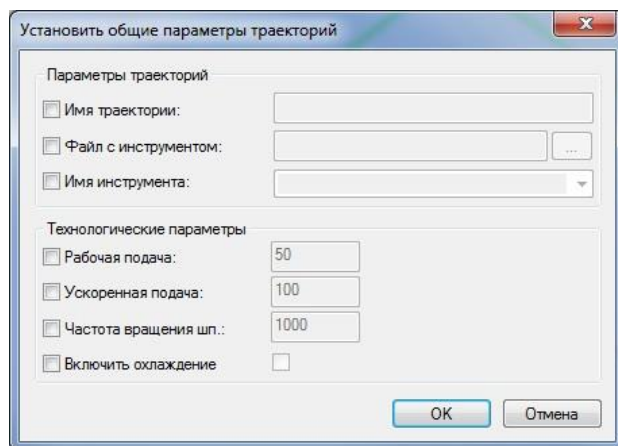
<input checked="" type="checkbox"/>	Видимая
	Переименовать
	Изменить
	Копировать
	Вставить
	Удалить
	Сход/Заход
	Подвод/Отвод
	Врезание
	Массив
	Свойства
	Пересчитать

**Видимая** – определяет видимость траектории и включение её в УП. По-умолчанию, созданная траектория всегда видимая. Пользователь может сделать траекторию невидимой на чертеже детали и исключить кадры, описывающие её, из состава УП. Для этого, необходимо выбрать пункт **Видимая** в контекстном меню траектории. Траектория станет невидимой на чертеже, её значок и шрифт имени в дереве обработок изменятся. Повторный выбор пункта включит видимость траектории.

**Переименовать** - редактировать имя траектории.

**Изменить** – вызов режима редактирования траектории. В этом режиме пользователь может перезадать геометрические элементы, на которых основывается траектория (которые автоматически подсвечиваются в 3D сцене или на 2D чертеже, в зависимости от вида обработки), а также изменить её технологические параметры. Если выбрана группа траекторий, то команда **Изменить** открывает диалоговое окно, в котором доступны для изменения общие технологические параметров выбранных траекторий (например, подача, файл с инструментом, имя инструмента, имя траектории и т.д.).





**Копировать** – копирование выбранной траектории в буфер обмена.

**Вставить** – вставить траекторию, скопированную в буфер, в дерево траекторий, после выбранной.

**Удалить** – удалить выбранную траекторию.

**Сход/Заход** - добавление схода и/или захода.

**Подвод/Отвод** - добавления подвода и/или отвода инструмента.

**Врезание** - добавление движений врезания инструмента.

**Массив** - добавление массива копий траектории.

**Свойства** - вызов диалога свойств траектории.

**Пересчитать** – пересчитать траекторию.

## МАССИВЫ КОПИЙ ТРАЕКТОРИЙ.

**Массив** – массовое копирование траектории или группы траекторий. Данная команда открывает немодальное диалоговое окно с параметрами массового копирования. Пользователь может указать центр, относительно которого будет построен копируемый элемент двумя различными способами. Первый – указать узел на чертеже. В этом случае его координаты будут вставлены в соответствующие поля диалогового окна параметров автоматически. Второй – ввести координаты в диалоговом окне параметров самостоятельно, что приведёт к автоматическому построению узла – центра копирования в этих координатах.



## Параметры 2D, 2.5D массива.

**Траектория.** Имя траектории массива.

**Линейный массив / круговой массив / завершение массива.** Выбор соответствующего типа массива.

### Линейный массив.

При помощи линейного массива можно задать определенное количество копий исходной траектории обработки. Копии траекторий обработки в этом случае располагаются вдоль направляющего вектора, с заданным смещением. **Вектор** направления задается цифровым значением со знаком в полях: **Vx, Vy, Vz**.

**Способ задания.** Выбор способа задания массива по набору параметров.

**Количество.** Задается значение создаваемых копий линейного массива.

**Общее смещение.** В поле данного параметра задается числовое значение длины участка, на котором предполагается расположить копии линейного массива.

**Шаг.** Задается значение шага, с которым будут создаваться копии массива.

**Ограничение.** При задании данного ограничения по оси Z траектории будут скопированы с заданным шагом и созданием последней копии на заданной высоте ограничения.

**Вектор.** Вектор направления размножения элементов массива.

### Круговой массив.

Круговой массив позволяет создать копии исходной траектории обработки относительно заданного центра, вокруг которого будут располагаться копии с определенным углом. Центр массива задается цифровыми значениями (координаты задаются относительно глобальной системы координат чертежа) в полях: **X и Y**.

**Способ задания.** Выбор способа задания массива по набору параметров.

**Количество.** Задается значение создаваемых копий кругового массива.

**Общий угол.** В поле данного параметра можно задать значение угла, в пределах которого предполагается расположить копии кругового массива. В зависимости от выбранного способа задания может автоматически рассчитываться системой.

**Шаг.** Задается угол между копиями кругового массива. В зависимости от выбранного способа задания может автоматически рассчитываться системой.

**Центр.** Координаты центра кругового массива.

### Завершение массива.

При установке флага напротив поля **Завершение** создается траектория, определяющая окончание массива. В системе при создании массива

Массив копирования

Параметры

Траектория: Траектория5

☒ Линейный массив

Способ задания: Общее смещение и количество

Количество: 1

Общее смещение: 10

Шаг: 10

Ограничение: 10

Вектор: Vx: 1 Vy: 0 Vz: 0

☐ Круговой массив

Способ задания: Общий угол и количество

Количество: 1

Общий угол: 90

Шаг: 90

Центр: X: 0 Y: 0

☒ Завершение массива



траектория «Завершения» устанавливается автоматически после траекторий обработки, входящих в массив.

### Параметры 3D массива.


**Траектория.** Имя траектории массива.


**Тип массива.** Линейный/Круговой/Симметрия.


**Шаг.** Задается угол или расстояние между копиями массива. Может быть отрицательным: в этом случае меняется направление копирования.

**Количество.** Задается число создаваемых копий траектории (-рий).

**Общее смещение.** В поле данного параметра задается числовое значение длины участка, на котором предполагается расположить копии массива.

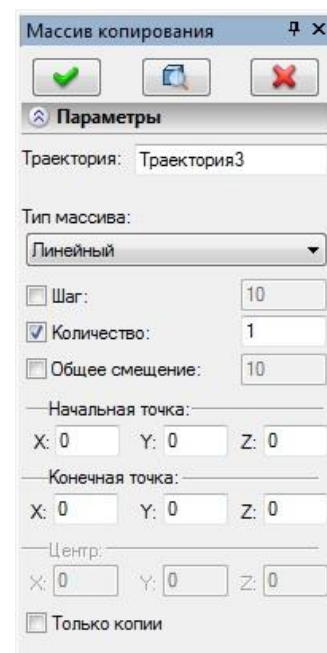
**Начальная точка (пиктограмма автоменю ).** Задаётся координатами или указывается 3D узлом. Точка начала копирования.

**Конечная точка (пиктограмма автоменю ).** Задаётся координатами или указывается 3D узлом. Точка окончания копирования.

**Центр (пиктограмма автоменю ).** Задаётся координатами или указывается 3D узлом. Точка центра, относительно которого будет выполнено копирование (только для кругового массива).

При помощи координат начальной и конечной точек копирования система вычисляет вектор (направление) копирования и общее смещение (длину участка на котором будет выполнено копирование), а также угол и ось копирования (только для кругового массива).

Для копирования массивом 2D или 3D траекторий можно выбирать как одну, так и несколько траекторий (используя клавишу **<Shift>** или **<Ctrl>**).





## Создание точек подвода и отвода инструмента

Для создания дополнительных участков в начале и в конце траектории обработки (с целью подвести инструмент к зоне обработке или наоборот, вывести инструмент из зоны обработки), в системе T-FLEX ЧПУ существует возможность задания точек подвода и отвода. Для того, чтобы воспользоваться ей необходимо вызвать контекстное меню траектории обработки и выбрать в нем пункт «Подвод/Отвод». Появится диалоговое окно параметров точек подвода и отвода.

Точки подвода и отвода задаются конкретными цифровыми значениями, которые можно внести в поля диалога после проставления меток напротив “Точка подвода” и “Точка отвода” либо путём указания узла на чертеже детали (в этом случае система автоматически вводит значения в поля координат).

**Точка подвода/отвода.** Флаг установки выгрузки точки подвода/отвода в управляющую программу.

**X,Y,Z.** Координаты точки подвода/отвода, если **перемещение** задано в абсолютных. Величина приращения относительно рассчитанной траектории по осям, если **перемещение** задано в приращениях. В этом случае для подвода центр координат находится в первой точке траектории, а для отвода – в последней.

**Отступ.** Длина вектора подвода или отвода. Поле активно, когда **перемещение** осуществляется по касательной или нормали.

**Перемещения.** Возможные варианты расчета подвода или отвода: в абсолютных координатах, в приращениях, по касательной, по нормали.

**Тип и последовательность.** В выпадающих списках можно установить тип G-команды (G00 - ускоренное перемещение, G01 - перемещение на рабочей подаче) и последовательность перемещения инструмента по осям (одновременно или раздельно сначала по одной, потом по другой).

## Задание движений врезания

Пункт контекстного меню траектории "**Врезание**" позволяет задать способ врезания инструмента для фрезерных траекторий.

Пользователь может задать один из четырёх типов врезания: **врезание в готовое отверстие**, **врезание по произвольной линии**, **врезание по первой линии траектории**, **врезание по спирали**.

В случае использования врезания в готовое отверстие и по произвольной линии, базовые точки врезания задаются в полярных координатах (R,A) относительно первой точки траектории. В случае произвольного вектора инструмента для правильного выбора начальной точки можно сперва установить A=0 и провести пробный расчет, нажав кнопку <Предварительный просмотр> . При этом видимая на экране линия врезания будет совпадать с условной осью X, относительно которой и надо задавать угол A, определяющий направление линии врезания. Начальная точка и линия врезания всегда лежит в рабочей плоскости (перпендикулярно вектору инструмента и проходящей через начальную точку траектории).

Конечная точка врезания будет совпадать с первой точкой траектории обработки на каждом снимаемом слое. В основном, врезание используется на черновых и получистовых обработках.



Также, для проходов, учитывающих ограничения, доступно задание **врезания при обходе**. Данное врезание будет применяться при выполнении переноса инструмента через обозначенное препятствие или при переходе от одного слоя обработки к другому.

### Параметры.

**Включить.** Флаг выключения/включения движений врезания инструмента.

**Тип врезания.** Устанавливается флаг напротив нужного типа врезания.

**Центр отверстия** (врезание в готовое отверстие). Задаётся длина отрезка врезания R и угол поворота вектора врезания A в плоскости обработки.

**Отрезок врезания** (врезание по произвольной линии). Задаются две точки в полярных координатах (R - смещение точки, A - поворот вектора врезания, построенного через данную точку). Между первой и второй точкой рассчитываются проходы с величиной шага углубления, равной глубине итерации.

**Глубина итерации** (врезание по произвольной линии и врезание по первой линии траектории) – задаётся величина шага углубления.

**Шаг спирали** (врезание по спирали). Задаётся расстояние между первой и последней точкой одного витка спирали

**Длина врезания/отрезок врезания** (врезание по произвольной линии и врезание по первой линии траектории). Задаётся отношение длины каждого врезания ко всему отрезку врезания.

**Длина отрезка**(врезание по первой линии траектории). Задаётся длина отрезка врезания.

**Диаметр спирали** (врезание по спирали). Задаётся значение диаметра витков спирали.

**Винтовая интерполяция** (врезание по спирали). Данный параметр формирует кадры винтовой интерполяции при врезании по спирали.

Для траекторий 5D обработки также доступно задание движений врезания. Этот процесс сводится к установке параметров в диалоговом окне врезания траектории 5D обработки. При включении опции **Заход** или **Сход** становится доступным параметр **длина**. Если указать длину и завершить создание захода/схода, то он будет построен, как отрезок касательной к первой/последней точке траектории, заданной длины. Данный способ построения врезаний отвечает всем случаям создания траектории 5D обработки по трём путям. В случае построения движений врезания для траекторий 5D обработки, геометрически описанных при помощи пяти путей, следует использовать **Вектор захода/схода** и **Вектор инструмента**.



**Длина** – длина отрезка врезания.

**Вектор инструмента** – вектор, вдоль которого будет ориентирован инструмент в пространстве при выполнении врезания.

**Вектор захода/схода** – направление, по которому будет производиться врезание.

**Первая грань** – заданный вектор будет действовать для первой грани.

**Вторая грань** – заданный вектор будет действовать для второй грани.

**Подача при заходе/сходе** – величина подачи при выполнении врезания.

Врезание

✓ [Icon] ✗

Параметры

☒ Заход

Длина: 1

☐ Вектор инструмента

VX: 0 VY: 0 VZ: 1

☐ Вектор захода

VX: 0 VY: 0 VZ: 1

☒ Первая грань ☒ Вторая грань

☐ Подача при заходе: 0

☒ Сход

Длина: 1

☐ Вектор инструмента

VX: 0 VY: 0 VZ: 1

☐ Вектор схода

VX: 0 VY: 0 VZ: 1

☒ Первая грань ☒ Вторая грань

☐ Подача при сходе: 0



### Задание движений схода/захода

Пункт контекстного меню траектории “Сход/Заход” вызывает окно задания параметров движения врезания инструмента.

Возможно задание движения врезания инструмента **по касательной**, **по нормали** и **по дуге** окружности. В зависимости от этого в параметрах указывается либо длина отрезка (нормали или касательной), ограничивающего движение врезания, или радиус окружности, дуга которой будет взята за основу движения врезания и угол, который ограничивает дугу окружности заданного радиуса. Причём, для задания врезания по дуге окружности следует также указать направление врезания (по часовой или против часовой стрелки).

Началом отчёта во всех случаях построения движения врезания принято считать первую (для захода) и последнюю (для схода) точки чертежа.

#### Параметры.

**Заход (Сход).** Флаг включения в управляющую программу движения захода (схода) инструмента на контур (с контура) обработки.

**По X.** Координата X первой точки вектора захода (схода).

**По Y.** Координата Y первой точки вектора захода (схода).

**Длина.** Длина вектора касательной схода (захода).

**Радиус.** Радиус окружности, при заходе (сходе) по дуге.

**Угол.** Центральный угол окружности, при заходе (сходе) по дуге.

**Тип захода (схода).** Выбор типа захода (схода).


**По ч.с.** Направления движения при заходе (сходе) по дуге.

**Против ч.с.** Направления движения при заходе (сходе) по дуге.



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРАЕКТОРИИ

---

Для плоской обработки в системе появилась возможность создания технологических траекторий. Для этого используется опция  в автоменю электроэрозионной, лазерной, токарной, сверлильной и 2.5D фрезерной обработках. Данные траектории нужны, например, для задания дополнительных технологических команд в управляющей программе или для ряда других случаев.



## Сверлильная, фрезерная обработки и гравировка

Для сверлильной и 2.5D фрезерной обработки задаются следующие параметры технологических траекторий:

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Рабочая плоскость.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочую плоскости с выбором определенной (XY, XZ, YZ).

**Рабочая система координат.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочей системы координат с выбором определенной (G54-G58).

**Система координат.** Абсолютная или Относительная.

**Новая команда.** Пользователь может задать любую команду или макрос, которые выгружаются в управляющую программу.

**Останов.** Выбор технологического останова.

**Подача.** Возможность задания подачи с числовым значением.

**Пауза.** Возможность задания паузы с числовым значением.

**Против контура.** Изменение направление движения на противоположное.

### Технологические параметры.

Параметры работы шпинделя:

**Включение/выключение/выключение с фиксацией** шпинделя.

**Номер фиксации.** Номер положения шпинделя, в котором требуется его остановка.

**Частота вращения** шпинделя.

**Направление вращения шпинделя:** по часовой или против часовой стрелки.

**Охлаждение.** Опциональное включение или выключение охлаждения.

**Плоскость безопасности.** Используется для внешних постпроцессоров.

**Перемещение.** Пользователь указывает **путь**, задаёт **вид команды** и **подачу**, по которым будет происходить перемещение. Кроме того, необходимо указать, на какой **высоте** происходит перемещение (метка «До») или переместиться, а затем указать, на какую **высоту** опуститься (метка «После»);

## Токарная обработка

### Параметры траектории.



**Траектория.** Название траектории.

**Рабочая плоскость.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочую плоскости с выбором определенной (XY, XZ, YZ).

**Рабочая система координат.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочей системы координат с выбором определенной (G54-G58).

**Система координат.** Абсолютная или Относительная.

**Новая команда.** Пользователь может задать любую команду или макрос, которые выгружаются в управляющую программу.

**Останов.** Выбор технологического останова.

**Подача.** Возможность задания подачи с числовым значением.

**Пауза.** Возможность задания паузы с числовым значением.

**Против контура.** Изменение направление движения на противоположное.

### Технологические параметры.

Параметры работы шпинделя:

**Включение/выключение/выключение с фиксацией** шпинделя.

**Номер фиксации.** Номер положения шпинделя, в котором требуется его остановка.

**Частота вращения** шпинделя.

**Направление вращения шпинделя:** по часовой или против часовой стрелки.

**Охлаждение.** Опциональное включение или выключение охлаждения.

**Плоскость безопасности.** Используется для внешних постпроцессоров.

**Перемещение.** Пользователь указывает **путь**, задаёт **вид команды** и **подачу**, по которым будет происходить перемещение. Кроме того, необходимо указать, на какой **высоте** происходит перемещение (метка «До») или переместиться, а затем указать, на какую **высоту** опуститься (метка «После»);

### Настройка на квадрант.

**Использовать в постпроцессоре.** Используется для внешних постпроцессоров.

**Положение резца.** Пользователь задаёт расположение резца при обработке. Данный параметр используется для совместимости с предыдущими версиями T-FLEX ЧПУ, начиная с T-FLEX ЧПУ 10 этот параметр реализован в редакторе инструментов.

**Вылет по X** - величина вылета инструмента по оси X.

**Вылет по Z** - величина вылета инструмента по оси Z.

Технологическая траектор... [иконки]

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория1

☐ Рабочая плоскость

☒ XY (G17) ☐ XZ (G18) ☐ YZ (G19)

☐ Рабочая система координат

☒ G54 ☐ G55 ☐ G56

☐ G57 ☐ G58

☐ Система координат

☒ Абсолютная ☐ Относительная

☐ Новая команда

☐ Останов

☒ M00 ☐ M01

☐ Подача: 0

☐ Пауза: 0

☐ Против контура

**Технологические параметр...**

☐ Шпиндель

☒ Вкл. ☐ Выкл. ☐ Выкл. с фикс.

Номер фиксации: 0

Частота вращения: 0

☐ Направление

☒ По ч.с. ☐ Против ч.с.

☐ Охлаждение

☒ Вкл. ☐ Выкл.

☐ Плоскость безопасности

0 ☐ Отмена

—Перемещения

☒ G00 ☐ G01 Подача: 0

—Высота

☒ До ☐ После Высота: 0

**Настройка на квадрант**

☐ Использовать в постпроц.

☐ Положение резца

5 6 7

4 9 8

3 2 1

☐ Вылет по X: 0

☐ Вылет по Z: 0



## Электроэрозионная и лазерная обработка

Для электроэрозионной и лазерной обработки задаётся другой, в отличие от механообработки, список параметров. Часть параметров совпадает с теми, которые задаются для токарной, сверлильной и 2.5D фрезерной обработки. Ряд параметров отвечают специфике электроэрозионной и лазерной обработок.

### Электроэрозионная обработка

Для электроэрозионной обработки технолог-программист задаёт следующие параметры:

#### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Рабочая плоскость.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочую плоскости с выбором определенной (XY, XZ, YZ).

**Рабочая система координат.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочей системы координат с выбором определенной (G54-G58).

**Система координат.** Абсолютная или Относительная.

**Новая команда.** Пользователь может задать любую команду или макрос, которые выгружаются в управляющую программу.

**Останов.** Выбор технологического останова.

**Подача.** Возможность задания подачи с числовым значением.

**Пауза.** Возможность задания паузы с числовым значением.

**Против контура.** Изменение направление движения на противоположное.

#### Параметры электроэрозии.

**Диэлектрическая система.** Включение/выключение и её параметр.

**Генератор.** Включение/выключение генератора и его параметр.

**Перемотка проволоки.** Включение/выключение перемотки проволоки и её параметр.

**Сложное формообразование.** Включение/выключения режима сложного формообразования.

**Угловое резание.** Включение/выключения режима углового резания с возможностью задания угла наклона проволоки.

**Толщина детали.** Возможность задания толщины детали с выгрузкой соответствующей управляющей команды в программу.

The screenshot shows a software window titled "Технологическая траектория...". It contains two main sections: "Параметры траектории" and "Параметры электроэрозии".

**Параметры траектории:**

- Trajectory: Траектория1
- Working plane: ☐ Рабочая плоскость
- Working coordinate system: ☒ XY (G17) ☐ XZ (G18) ☐ YZ (G19)
- Coordinate system: ☐ Рабочая система координат
- Coordinate system selection: ☒ G54 ☐ G55 ☐ G56 ☐ G57 ☐ G58
- Coordinate system type: ☐ Система координат
- Coordinate system type selection: ☒ Абсолютная ☐ Относительная
- New command: ☐ Новая команда
- Stop: ☐ Останов
- Stop selection: ☒ M00 ☐ M01
- Feed: ☐ Подача: 0
- Pause: ☐ Пауза: 0
- Reverse contour: ☐ Против контура

**Параметры электроэрозии:**

- Dielectric system: ☐ Диэлектрическая система
- Dielectric system selection: ☒ Вкл. ☐ Выкл. Парам.: 0
- Generator: ☐ Генератор
- Generator selection: ☒ Вкл. ☐ Выкл. Парам.: 0
- Wire retraction: ☐ Перемотка проволоки
- Wire retraction selection: ☒ Вкл. ☐ Выкл. Парам.: 0
- Complex shaping: ☐ Сложное формообразование
- Complex shaping selection: ☒ Вкл. ☐ Выкл.
- Angular cutting: ☐ Угловое резание
- Angular cutting selection: ☒ Вкл. ☐ Выкл. Угол: 0
- Part thickness: ☐ Толщина детали: 0



## Лазерная обработка

Для лазерной обработки технолог-программист задаёт следующие параметры:

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Рабочая плоскость.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочей плоскости с выбором определенной (XY, XZ, YZ).

**Рабочая система координат.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочей системы координат с выбором определенной (G54-G58).

**Система координат.** Абсолютная или Относительная.

**Новая команда.** Пользователь может задать любую команду или макрос, которые выгружаются в управляющую программу.

**Останов.** Выбор технологического останова.

**Подача.** Возможность задания подачи с числовым значением.

**Пауза.** Возможность задания паузы с числовым значением.

**Против контура.** Изменение направление движения на противоположное.

### Параметры лазерной установки.

**Генератор.** Включение/выключение генератора и его параметр.

**Сложное формообразование.** Включение/выключение режима сложного формообразования.

**Угловое резание.** Включение/выключения режима углового резания с возможность задания угла наклона проволоки.

**Толщина детали.** Возможность задания толщины детали с выгрузкой соответствующей управляющей команды в программу.

## Штамповочная обработка

Для штамповки задаются следующие параметры технологической траектории:



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Рабочая плоскость.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочей плоскости с выбором определенной (XY, XZ, YZ).

**Рабочая система координат.** Включение выгрузки в управляющую программу рабочей системы координат с выбором определенной (G54-G58).

**Система координат.** Абсолютная или Относительная.

**Новая команда.** Пользователь может задать любую команду или макрос, которые выгружаются в управляющую программу.

**Останов.** Выбор технологического останова.

**Подача.** Возможность задания подачи с числовым значением.

**Пауза.** Возможность задания паузы с числовым значением.

**Против контура.** Изменение направление движения на противоположное.

### Технологические параметры.

**Приоритет инструмента.** Вводится последовательность номеров инструментов, в соответствии с которой произойдет сортировка траекторий при постпроцессировании.

**Зона перехвата (X).** Горизонтальный размер, ограничивающий рабочую зону штамповки.

**Смена инструмента(Y).** Вертикальный размер, ограничивающий рабочую зону штамповки.

**Сдвиг стола.** Добавление в конце УП сдвига стола на заданную величину.

**Направление обработки.** Выбор главных направлений обработки траекторий определяющих последовательность ударов пуансона.

The image shows a software interface for configuring trajectory parameters. It consists of two main panels: 'Параметры траектории' (Trajectory Parameters) and 'Технологические параметр...' (Technological Parameters).

**Параметры траектории:**

- Buttons: Green checkmark, blue refresh, red X.
- Field: Траектория: Траектория1
- Section: ☐ Рабочая плоскость
- Radio buttons: ☒ XY (G17) ☐ XZ (G18) ☐ YZ (G19)
- Section: ☐ Рабочая система координат
- Radio buttons: ☒ G54 ☐ G55 ☐ G56
- Radio buttons: ☐ G57 ☐ G58
- Section: ☐ Система координат
- Radio buttons: ☒ Абсолютная ☐ Относительная
- Section: ☐ Новая команда
- Text input field
- Section: ☐ Останов
- Radio buttons: ☒ M00 ☐ M01
- Field: ☐ Подача: 0
- Field: ☐ Пауза: 0
- Field: ☐ Против контура

**Технологические параметр...:**

- Section: ☐ Приоритет инструмента
- Text input field
- Section: Ограничение:
- Field: ☐ Зона перехвата (X): 1000
- Field: ☐ Смена инструм. (Y): 800
- Field: ☐ Сдвиг стола: 0
- Section: ☐ Направление обработки:
- Radio buttons: ☒ Вверх ☐ Влево ☐ Вправо ☐ Вниз




## МАШИННЫЕ ЦИКЛЫ

---

Для максимального использования встроенных возможностей системы ЧПУ пользователь получает в распоряжение ряд стандартных машинных циклов, которые присутствуют на большинстве современных СЧПУ. В базовом варианте с системой T-FLEX ЧПУ поставляются циклы, настроенные под определённые марки стоек ЧПУ. Однако по требованию заказчика эти машинные циклы могут быть подстроены под его оборудование.

### **Обработывающий центр фирмы «OLIVETTI» со стойкой ЧПУ «OLIVETTI 8600»**

---


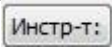
Для данного вида оборудования реализованы циклы сверления и глубокого сверления. Чтобы задать параметры для этих циклов, необходимо в меню сверлильной обработки нажать пиктограмму . Появится автоменю машинных циклов OLIVETTI.

Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет, а участок пути между первым и вторым узлом будет выведен в УП как дополнительное перемещение на ускоренной подаче. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только сверла, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Глубина сверления.** Максимальная величина, на которую опускается сверло при сверлении.

**Высота подхода.** На этой высоте инструмент подводится к месту сверления.

**Высота отхода.** На этой высоте инструмент отводится от места сверления.

Если высота отхода не задана, то принимается равной высоте подхода.

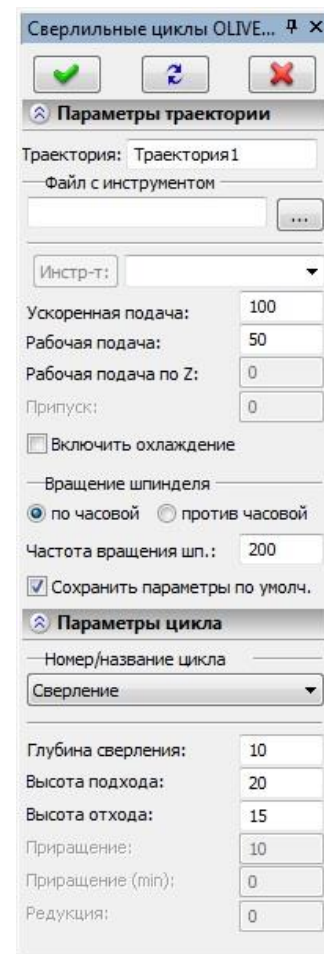
**Приращение.** Величина шага сверления.

**Приращение (min).** Величина минимального шага сверления (может быть не задано).

**Редукция.** Численный коэффициент для расчёта величины последующих шагов сверления от предыдущих.

Для получения величины последующего шага сверления необходимо величину предыдущего шага сверления умножить на заданную величину редукции. По достижению величины минимального шага сверления, все последующие шаги сверления осуществляются с этой величиной. Редукция может быть не задана.

В случае использования описанных машинных циклов в управляющей программе появятся следующие специальные команды:






- цикл сверления G81 R[высота подхода] R[высота отхода] Z[глубина сверления];
- цикл глубокого сверления G83 R[высота подхода] R[высота отхода] Z[глубина сверления] I[приращение] J[приращение (min)] K[редукция].

Отмена циклов сверления осуществляется командой G80.

### **Фрезерный станок фирмы «ALLEN BRADLEY» со стойкой ЧПУ «ALLEN BRADLEY 9 SERIES»**

---


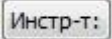
Для данного вида оборудования реализованы циклы сверления, глубокого сверления и развёртывания. Чтобы задать параметры для этих циклов необходимо в автоменю сверлильной обработки нажать пиктограмму , появится автоменю машинных циклов BRADLEY.

Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет, а участок пути между первым и вторым узлом будет выведен в УП как дополнительное перемещение на ускоренной подаче. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только сверла, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

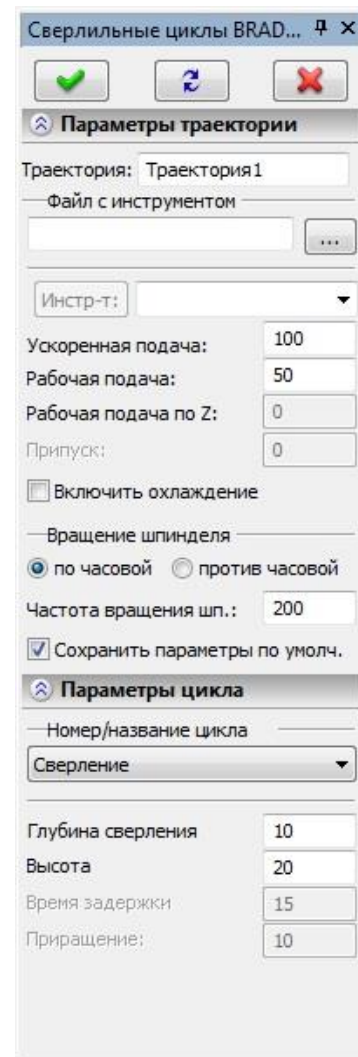
**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Глубина сверления.** Максимальная величина, на которую опускается сверло при сверлении.

**Высота.** На этой высоте инструмент подводится к месту сверления.

**Время задержки.** Время паузы между засверливаниями в размерности, поддерживаемой стойкой ЧПУ.

**Приращение.** Величина шага сверления.




В случае использования описанных машинных циклов в управляющей программе появятся следующие специальные команды:

- цикл сверления G81 X Y[место положения отверстия] Z[глубина сверления] R[высота безопасности];
- цикл глубокого сверления G83 X Y[место положения отверстия] Z[глубина сверления] R[высота безопасности] Q[приращение];
- цикл развёртывания G86 X Y[место положения отверстия] Z[глубина развёртывания] R[высота безопасности] P[время задержки].



Отмена циклов сверления и развёртывания осуществляется командой G80.


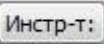
## Обработывающий центр фирмы «МАНО» со стойкой ЧПУ «МАНО CNC 432»

Для данного вида оборудования реализованы циклы сверления, глубокого сверления и развёртывания. Чтобы задать параметры для этих циклов, необходимо в автоменю сверлильной обработки нажать пиктограмму , появится автоменю машинных циклов МАНО.

Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет, а участок пути между первым и вторым узлом будет выведен в УП как дополнительное перемещение на ускоренной подаче. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только сверла, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

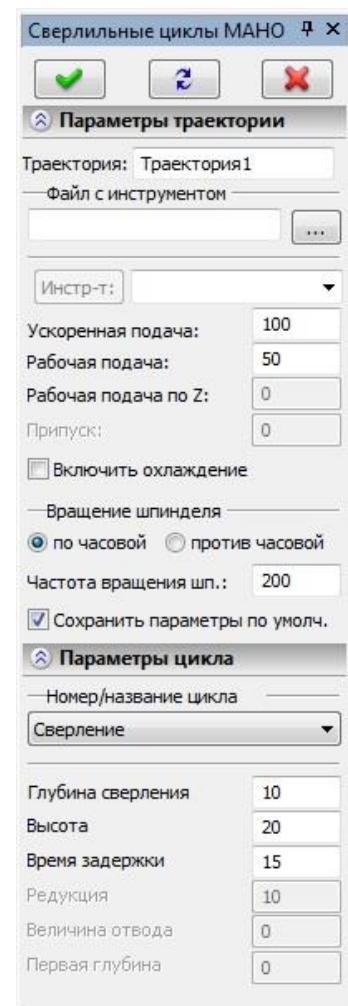
**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.





**Глубина сверления.** Максимальная величина, на которую опускается сверло при сверлении.

**Высота.** На этой высоте инструмент подводится к месту сверления.

**Время задержки.** Время паузы между засверливаниями в размерности, поддерживаемой стойкой ЧПУ.

**Редукция.** Численный коэффициент для расчёта величины последующих шагов сверления от предыдущих.

**Величина отвода.** Подъём инструмента после каждого шага сверления (цикл глубокого сверления).

**Первая глубина.** Глубина первого шага сверления (цикл глубокого сверления).

В случае использования описанных машинных циклов в управляющей программе появятся следующие специальные команды:


- цикл сверления G81 X [время задержки] Y[высота безопасности] Z[глубина сверления];
- цикл глубокого сверления G83 X [время задержки] Y[высота безопасности] Z[глубина сверления] I[редукция] J[величина отвода] K[первая глубина];
- цикл развёртывания G86 X [время задержки] Y[высота безопасности] Z[глубина развёртывания].

Для указания места положения отверстия после строки задания цикла в управляющей программе записывается строка с координатами центра отверстия (G79 X... Y...).

## **Токарный обрабатывающий центр «EXCEL SL» со стойкой ЧПУ «FANUC 0/00/0M/6/6M/16»**

Для данного вида оборудования реализованы циклы сверлильной и токарной обработки.

### **Циклы сверлильной обработки**

К циклам сверлильной обработки относятся: сверление торца (G74), сверление диаметра (G75), фронтальное сверление (G83), фронтальное нарезание резьбы (G84), фронтальное растачивание (G85), сверление торца (G87), торцевое нарезание резьбы (G88), торцевое растачивание (G89). Чтобы задать параметры для этих циклов, необходимо в автоменю сверлильной обработки нажать пиктограмму , появится автоменю машинных циклов EXCEL.

Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь. Для торцевых операций сверления, растачивания и нарезания резьбы путь должен быть построен параллельно оси Z станка. Для фронтальных операций путь должен быть построен параллельно оси X станка.



G74	Цикл сверления торца
G75	Цикл сверления диаметра
G83	Цикл фронтального сверления
G84	Цикл фронтального нарезания резьбы
G85	Цикл фронтального растачивания
G87	Цикл сверления торца
G88	Цикл торцевого нарезания резьбы
G89	Цикл торцевого растачивания

**Циклы сверления торца/диаметра**


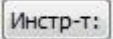
Если пользователю нужно сверление торца, то необходимо указать путь (путь должен быть расположен параллельно оси Z станка), длина которого должна соответствовать глубине сверления.

В случае использования цикла сверления диаметра необходимо указать путь (путь должен быть расположен параллельно оси X станка), длина которого должна соответствовать глубине сверления.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только сверла, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Величина возврата.** Значение величины возврата выгружается в управляющую программу.

**по X от A до B.** Задаётся расстояние от первой точки сверления до последней по оси X.

**по Z от A до B.** Задаётся расстояние от первой точки сверления до последней по оси Z;

**Delta (i)** величина перемещения в направлении X (Z).

**Delta (k)** глубина резки в направлении Z (X) (без знака).

**Delta (d)** величина откидки инструмента в конце резания.

### Формат записи в управляющей программе цикла сверления торца:

G74 R[величина возврата]

G74 X[по X от A до B] Z[координата центра отверстия по Z] P[Delta (i)] Q[Delta (k)] R[Delta (d)].

### Формат записи в управляющей программе цикла сверления диаметра:




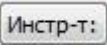
G75 R[величина возврата]  
G75 X[координата центра отверстия по X] Z[по Z от A до B] P[Delta (i)] Q[Delta (k)] R[Delta (d)].

**Циклы фронтального/торцевого сверления, нарезания резьбы и растачивания**

В случае использования цикла фронтального сверления необходимо указать путь (путь должен быть расположен параллельно оси X станка), длина которого должна соответствовать глубине сверления.  
В случае использования цикла фронтального растачивания необходимо указать путь (путь должен быть расположен параллельно оси X станка), длина которого должна соответствовать глубине растачивания.  
В случае использования цикла торцевого нарезания резьбы необходимо указать путь (путь должен быть расположен параллельно оси Z станка), длина которого должна соответствовать глубине нарезания резьбы.

**Параметры траектории.**

**Траектория.** Название траектории.

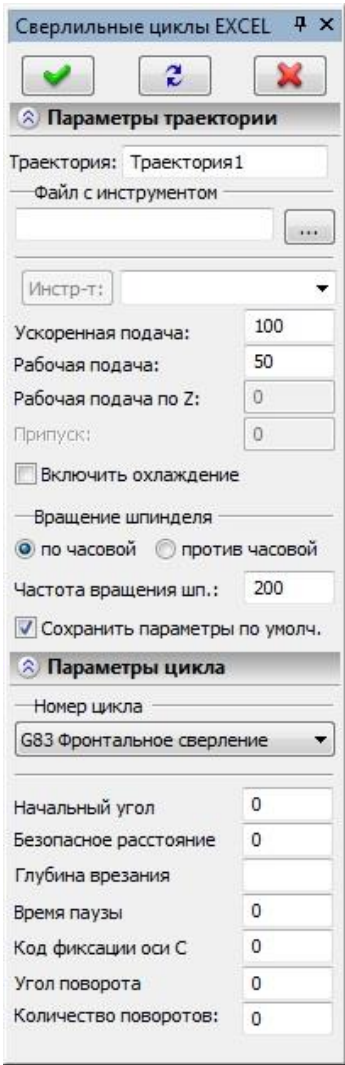
**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только сверла, которые содержатся в инструментальном файле).

- Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.
- Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.
- Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.
- Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.
- Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

**Параметры цикла.**

- Начальный угол.** Величину угла поворота шпинделя для сверления первого отверстия.
- Безопасное расстояние.** Расстояние от исходного уровня до уровня точки врезания.





**Глубина врезания.** Шаг сверления.

**Время паузы.** Время выстоя у основания отверстия;

**Код фиксации оси С.** Специализированный станочный параметр.

**Угол поворота.** Угол поворота от предыдущего отверстия к последующему.

**Количество поворотов.** Количество отверстий.

**Формат записи в управляющей программе цикла фронтального сверления:**

**G83** X[координата центра отверстия по X] C[начальный угол] Z[координата центра отверстия по Z]  
R[безопасное расстояние] Q[глубина врезания] P[время паузы] M[код фиксации оси C].

**Формат записи в управляющей программе цикла фронтального нарезания резьбы:**

**G84** X[координата центра отверстия по X] C[начальный угол] Z[координата центра отверстия по Z]  
R[безопасное расстояние] P[время паузы] M[код фиксации оси C].

**Формат записи в управляющей программе цикла фронтального растачивания:**

**G85** X[координата центра отверстия по X] C[начальный угол] Z[координата центра отверстия по Z]  
R[безопасное расстояние] P[время паузы] M[код фиксации оси C].

**Формат записи в управляющей программе цикла сверления торца:**

**G87** Z[координата центра отверстия по Z] C[начальный угол] X[координата центра отверстия по X]  
R[безопасное расстояние] Q[глубина врезания] P[время паузы] M[код фиксации оси C].

**Формат записи в управляющей программе цикла торцевого нарезания резьбы:**

**G88** Z[координата центра отверстия по Z] C[начальный угол] X[координата центра отверстия по X]  
R[безопасное расстояние] P[время паузы] M[код фиксации оси C].

**Формат записи в управляющей программе цикла торцевого растачивания:**


**G89** Z[координата центра отверстия по Z] C[начальный угол] X[координата центра отверстия по X]  
R[безопасное расстояние] P[время паузы] M[код фиксации оси C].

Перед включением машинных циклов, начиная с **G83** по **G89**, происходит включение режима обозначений оси **C** командой **M51**.

Команда **G80** завершает действие машинных циклов, начиная с **G83** по **G89**, после неё команда **M50** отключает режим обозначений оси **C**.



**Циклы токарной обработки**

К циклам токарной обработки относятся: цикл прямолинейного резания (G90), цикл конусного резания (G90'), цикл нарезания резьбы (G92), цикл нарезания конусной резьбы (G92'), цикл торцевого точения (G94), цикл торцевого точения конуса (G94'), цикл съёма припуска (G71), цикл съёма припуска торца (G72), цикл повторяющихся команд (G73). Чтобы задать параметры для этих циклов, необходимо в меню токарной обработки нажать кнопку . Затем указать предварительно построенный путь, описывающий контур.


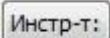
G90	Цикл прямолинейного резания
G90'	Цикл конусного резания
G92	Цикл нарезания резьбы
G92'	Цикл нарезания конусной резьбы
G94	Цикл торцевого точения
G94'	Цикл торцевого точения конуса
G71	Цикл съёма припуска
G72	Цикл съёма припуска торца
G73	Цикл повторяющихся команд



## Циклы съема припуска и повторяющихся команд

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Глубина резания.** Величина съема материала.

**Перебег по X.** Расстояние и направление откидки в направлении оси X.

**Перебег по Z.** Расстояние и направление откидки в направлении оси Z.

**Число делений.** Количество итераций внутри цикла повторяющихся команд.

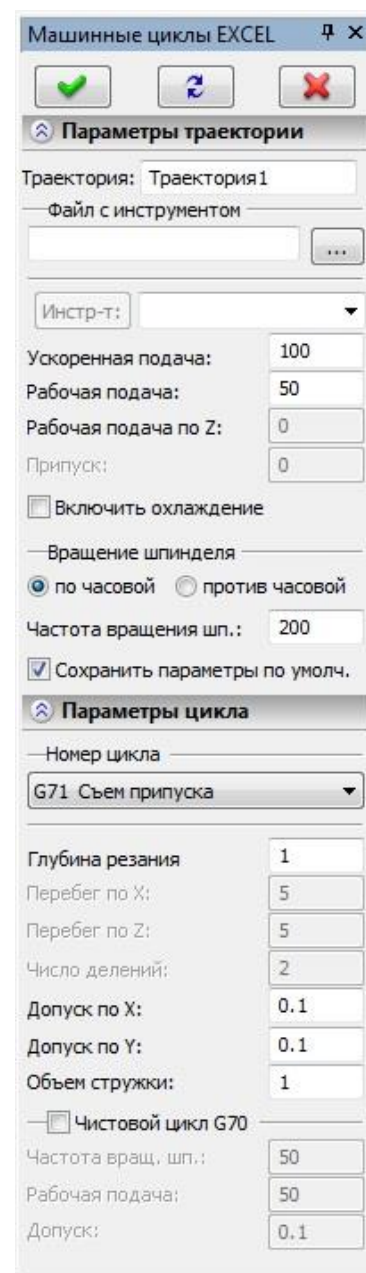
**Допуск по X.** Расстояние и направление допуска на чистовую обработку в направлении X.

**Допуск по Z.** Расстояние и направление допуска на чистовую обработку в направлении Z.

**Объём стружки.** Данный параметр выгружается в управляющую программу в объявлении цикла.

**Чистовой цикл G70.** Возможность добавления к выбранному циклу дополнительного чистового цикла G70 с указанной частотой вращения шпинделя, рабочей подачей и допуском

**Формат записи в управляющей программе цикла съема припуска:**





**G71** U[глубина резания] **R**[объём стружки]

**G71 P**[ns] **Q**[nf] U[допуск по X] **W**[допуск по Z], где

ns – порядковый номер первого блока для программы окончательной обработки профиля;

nf - порядковый номер последнего блока для программы окончательной обработки профиля.

**Формат записи в управляющей программе цикла съема припуска торца:**

**G72** U[глубина резания] **R**[объём стружки]

**G72 P**[ns] **Q**[nf] U[допуск по X] **W**[допуск по Z], где

ns – порядковый номер первого блока для программы окончательной обработки профиля;

nf - порядковый номер последнего блока для программы окончательной обработки профиля.

**Формат записи в управляющей программе цикла повторяющихся команд:**

**G73** U[откидка по X] **W**[откидка по Z] **R**[количество делений]

**G73 P**[ns] **Q**[nf] U[допуск по X] **W**[допуск по Z], где

ns – порядковый номер первого блока для программы окончательной обработки профиля;

nf - порядковый номер последнего блока для программы окончательной обработки профиля.

Если в диалоге выставлен флаг чистового цикла **G70**, то в управляющую программу вводятся строки чистовой обработки заданного контура.

**Формат записи в управляющей программе чистового цикла G70:**


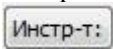
**G70 P**[ns] **Q**[nf] U[допуск].



## Циклы резания, точения и нарезания резьбы

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

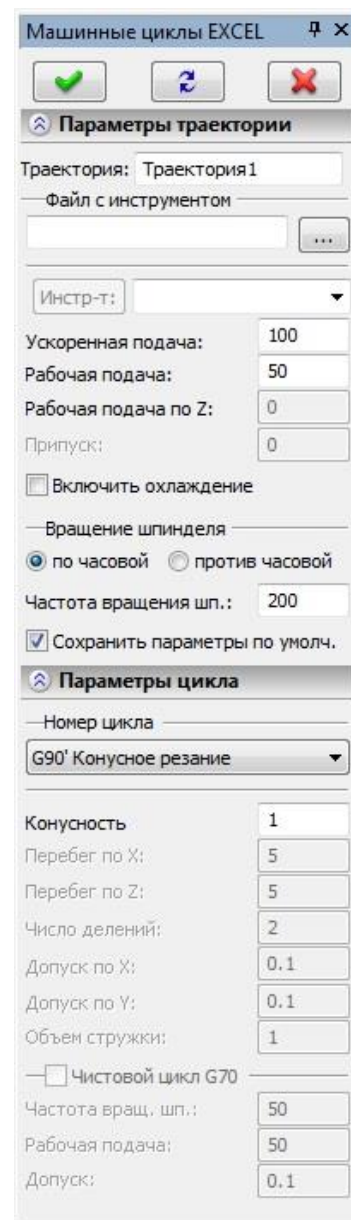
**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Конусность.** Разность радиусов оснований усечённого конуса.



**Формат записи в управляющей программе цикла прямолинейного резания:**

G 90 X[координата X конечной точки указанного пути] Z[ координата Z конечной точки указанного пути].

**Формат записи в управляющей программе цикла конусного резания:**

G 90 X[координата X конечной точки указанного пути] Z[ координата Z конечной точки указанного пути] R[конусность].



**Формат записи в управляющей программе цикла нарезания резьбы:**

G 92 X[координата X конечной точки указанного пути] Z[ координата Z конечной точки указанного пути].

**Формат записи в управляющей программе цикла нарезания конусной резьбы:**

G 92 X[координата X конечной точки указанного пути] Z[ координата Z конечной точки указанного пути] R[конусность].

**Формат записи в управляющей программе торцевого точения:**

G 94 X[координата X конечной точки указанного пути] Z[ координата Z конечной точки указанного пути].

**Формат записи в управляющей программе торцевого точения конуса:**


G 94 X[координата X конечной точки указанного пути] Z[ координата Z конечной точки указанного пути] R[конусность].



## Машинные циклы токарной обработки для стоек ЧПУ NCT, 2P22 и НЦ-31

Кроме того, в системе имеется возможность использования машинных циклов, встроенных в стойки ЧПУ NCT, 2P22 и НЦ-31. Для использования данных циклов пользователь должен выбрать необходимый тип стойки в автоменю токарной обработки, указать путь и задать набор параметров.

### Стойка 2P22

Чтобы задать параметры для циклов, реализованных для стойки ЧПУ 2P22, необходимо в меню токарной обработки нажать кнопку  и указать на чертеже предварительно построенный путь.


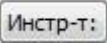
Команда	Цикл
L01	Цикл нарезания цилиндрических и конических резьб с автоматическим разделением на проходы.
L02	Цикл точения канавок с автоматическим разделением на проходы
L03	Цикл наружной обработки с автоматическим отскоком и возвратом на безопасном ходу в начальную точку.
L04	Цикл внутренней обработки по координате Z с автоматическим отскоком и возвратом на безопасном ходу в начальную точку.
L05	Цикл обработки по торцу с автоматическим отскоком и возвратом на безопасном ходу в начальную точку
L06	Цикл глубокого сверления с автоматическим разделением на проходы.
L07	Цикл нарезания резьбы метчиком или плашкой.
L08	Цикл многопроходной обработки из цилиндрической заготовки с автоматическим разделением на проходы.
L09	Цикл многопроходной обработки поковок с автоматическим разделением на проходы.



## Цикл нарезания резьбы

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки  .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**F-шаг.** Шаг резьбы.

**Внутренний диаметр.** Внутренний диаметр резьбы.

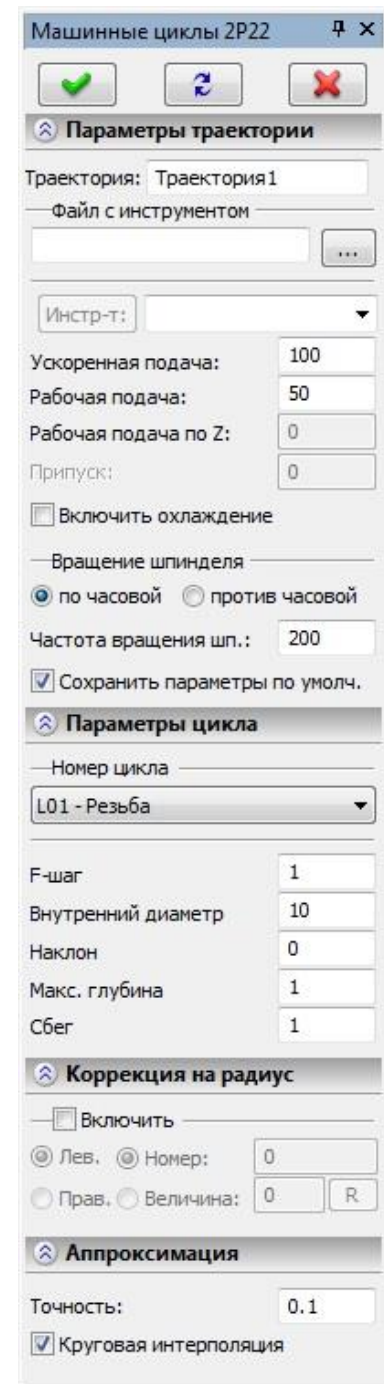
**Наклон.** Величина угла конуса для конической резьбы.

**Макс. глубина.** Максимальная глубина резания.

**Сбег.** Расстояние, отведенное под сход с резьбы.

### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).





**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

#### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).


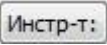
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



## Цикл точения канавок

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки  .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Выдерж.** Временная выдержка, в сек.

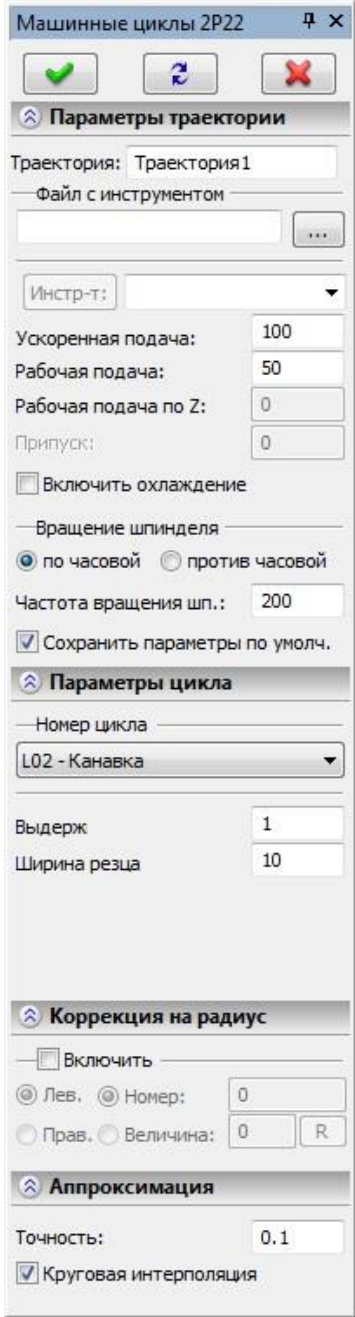
**Ширина резца.** Ширина используемого для точения резца.

### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Аппроксимация.





**Машинные циклы 2P22**

✓ ↺ ✗

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом: 

Инстр-т: 

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 0

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

— Вращение шпинделя —


☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

☒ Сохранить параметры по умолч.

**Параметры цикла**

— Номер цикла —

L02 - Канавка 

Выдерж: 1

Ширина резца: 10

**Коррекция на радиус**

☐ Включить

☒ Лев. ☒ Номер: 0

☐ Прав. ☐ Величина: 0 R

**Аппроксимация**

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция



**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).


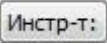
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



## Цикл наружной, внутренней и торцевой обработок

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки  .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

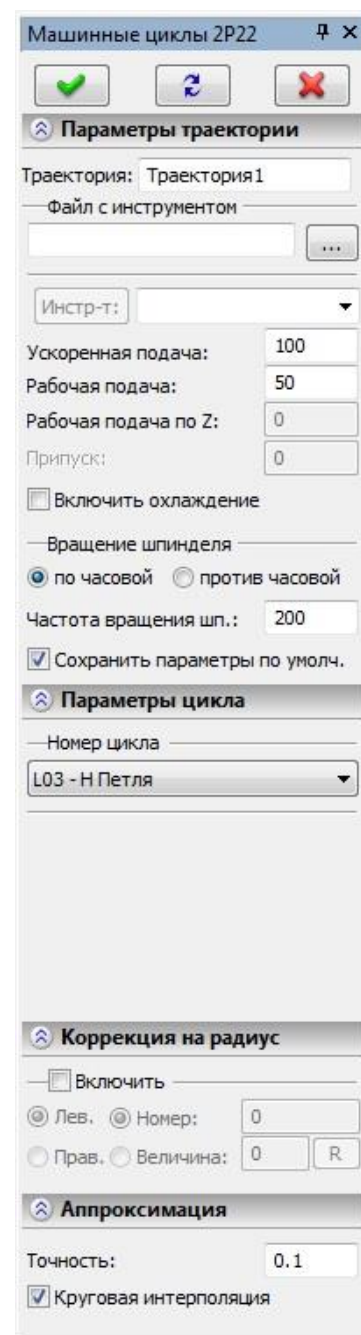
### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до





спрямляющей прямой).


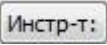
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



## Цикл глубокого сверления

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки  .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Глубина.** Глубина сверления.

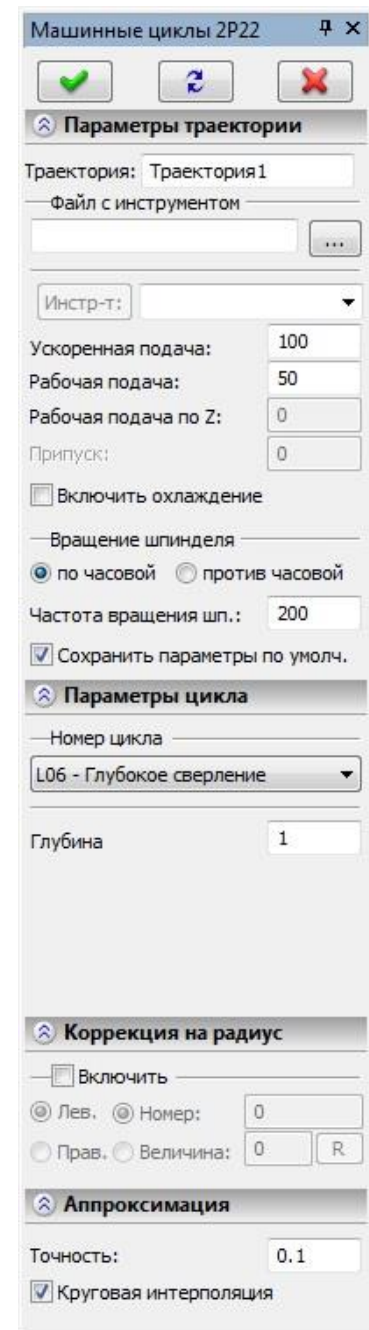
### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью,



Машинные циклы 2P22

✓ ↺ ✗

#### Параметры траектории

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом

Инстр-т:

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 0

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

☒ Сохранить параметры по умолч.

#### Параметры цикла

Номер цикла

L06 - Глубокое сверление

Глубина 1

#### Коррекция на радиус

☐ Включить

☒ Лев. ☒ Номер: 0

☐ Прав. ☐ Величина: 0 R

#### Аппроксимация

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция



поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).


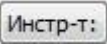
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



## Цикл нарезания резьбы метчиком

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки  .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**F-шаг.** Шаг резьбы.

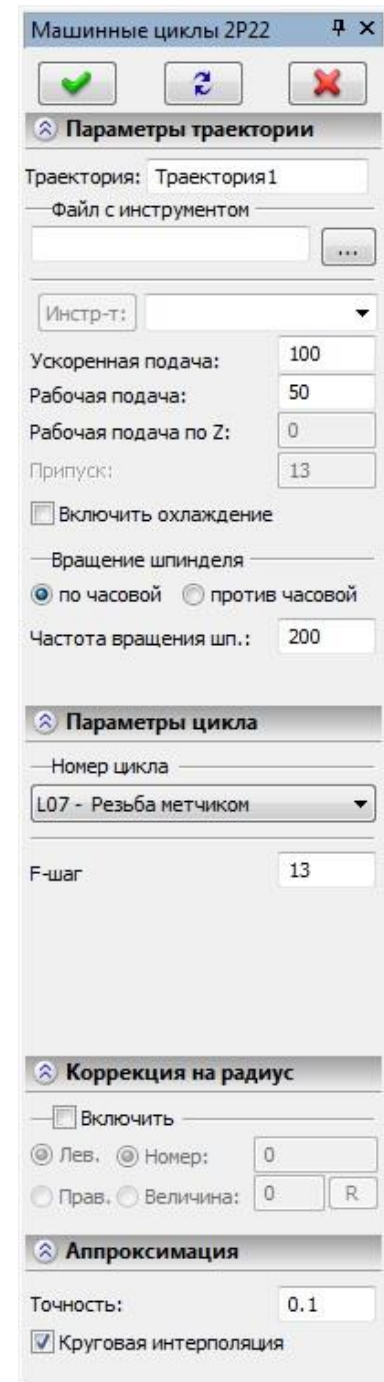
### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью,



Машинные циклы 2P22

✓ ↺ ✗

Параметры траектории

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом

Инстр-т:

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 0

Припуск: 13

☐ Включить охлаждение

Вращение шпинделя

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

Параметры цикла

Номер цикла

L07 - Резьба метчиком

F-шаг 13

Коррекция на радиус

☐ Включить

☒ Лев. ☒ Прав. Номер: 0

☐ Прав. Величина: 0 R

Аппроксимация

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция



поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).


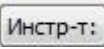
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



## Цикл чернового снятия припуска

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

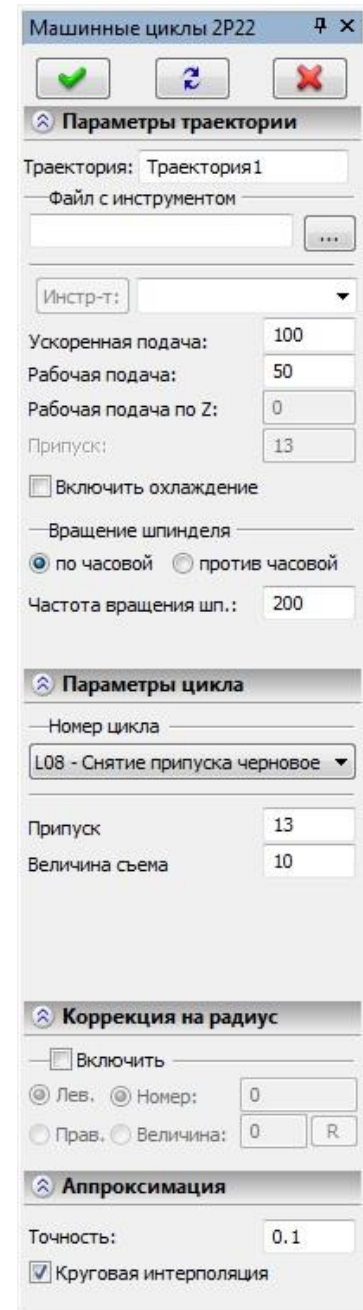
**Припуск.** Величина припуска. Параметр выгружается в УП.

**Величина съема.** Параметр выгружается в УП.

### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.





**Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).


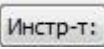
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



## Цикл чистового снятия припуска

### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

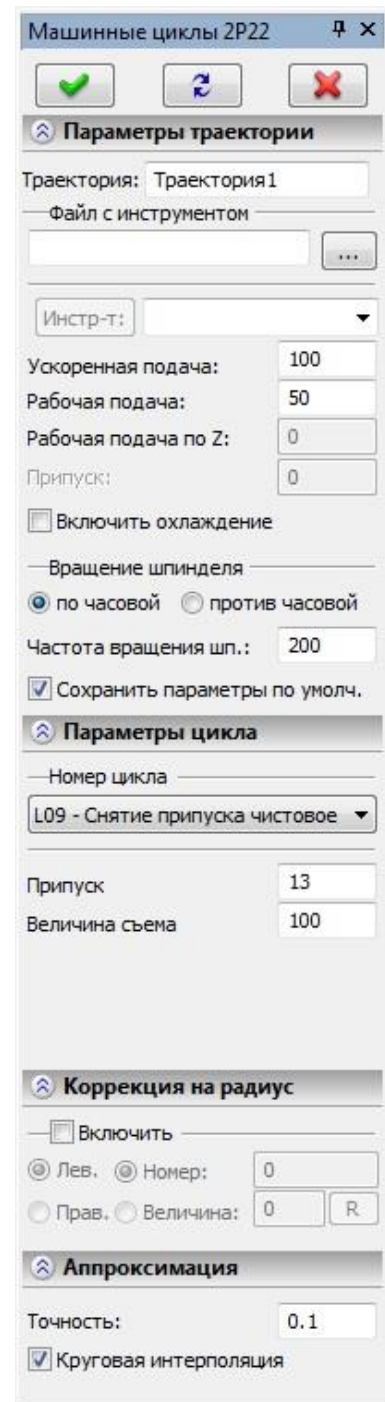
**Припуск.** Величина припуска. Параметр выгружается в УП.

**Величина съема.** Параметр выгружается в УП.

### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.






**Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

**Стойка НЦ-31**

Для стойки НЦ-31 реализованы: цикл продольного точения; цикл продольного точения, канавки с углом; цикл поперечного точения; цикл поперечного точения, канавки с углом. Для задания параметров этих циклов необходимо в автоменю токарной обработки выбрать опцию .


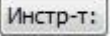
G77	Цикл продольного точения
G77'	Цикл продольного точения. Канавка с углом
G78	Цикл поперечного точения
G78'	Цикл поперечного точения. Канавка с углом

В случае необходимости использования одного из перечисленных циклов, нужно указать путь, по которому будет производиться обработка, а также выбрать цикл из списка и задать параметры обработки в окне диалога параметров обработки.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Величина съёма.** Максимальная глубина резания.

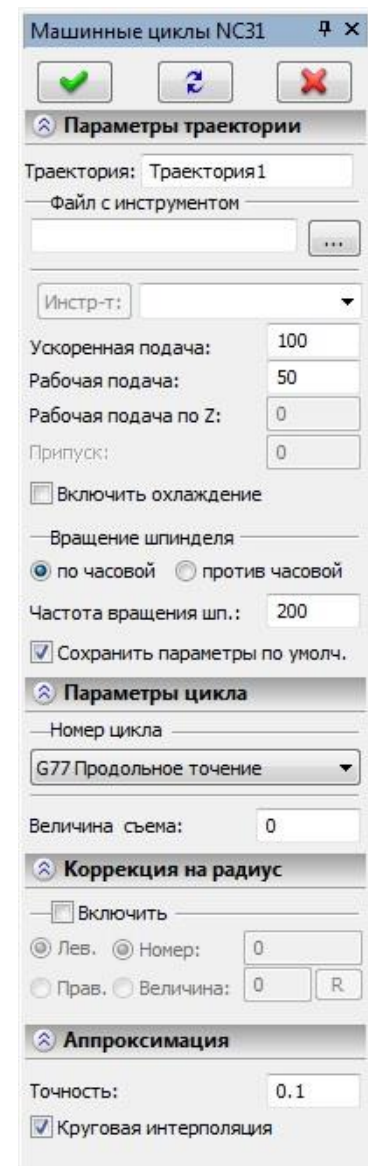
### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до






спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

## Стойка NCT


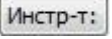
Для стойки NCT реализованы: цикл съёма припуска; цикл съёма припуска торца, цикл повторяющихся команд. Для задания параметров этих циклов необходимо в автоменю токарной обработки выбрать опцию  и указать на чертеже предварительно построенный путь.

G71	Цикл снятия припуска
G72	Цикл снятия припуска торца
G73	Повторяющиеся команды



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только резцы, которые содержатся в инструментальном файле).

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Глубина резания.** Толщина материала, снимаемого за одну итерацию цикла съёма припуска.

**Перебег по X.** Отступ инструмента от заготовки после рабочего хода по оси X.

**Перебег по Z.** Отступ инструмента от заготовки после рабочего хода по оси Z.

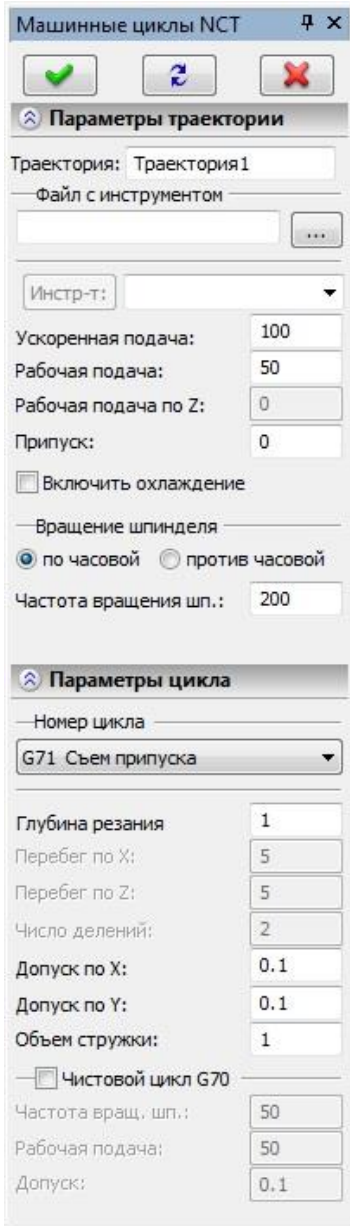
**Число делений.** Число проходов инструмента.

**Допуск по X.** Расстояние и направление допуска на чистовую обработку в направлении X.

**Допуск по Z.** Расстояние и направление допуска на чистовую обработку в направлении Z.

**Объем стружки.** Параметр, выгружаемый в УП.

**Чистовой цикл G70.** Возможность добавления к выбранному циклу дополнительного чистового цикла G70 с указанной **частотой вращения шпинделя, рабочей подачей и допуском.**



Машинные циклы NCT

✓ ↺ ✗

#### Параметры траектории

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом

Инстр-т: [dropdown]

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 0

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

— Вращение шпинделя —

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

#### Параметры цикла

— Номер цикла —

G71 Съём припуска

Глубина резания: 1

Перебег по X: 5

Перебег по Z: 5

Число делений: 2

Допуск по X: 0.1

Допуск по Y: 0.1

Объем стружки: 1

☐ Чистовой цикл G70

Частота вращ. шп.: 50

Рабочая подача: 50


Допуск: 0.1




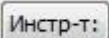
## Машинные циклы сверлильной обработки для стоек 2C42, P-2M, FANUC, Vector 90, Э 2000 CNC.

В сверлильной обработке присутствует ряд стандартных машинных циклов, настроенных под следующие марки стоек ЧПУ: 2C42, P-2M, Fanuc, Vector 90, Э 2000 CNC которые пользователь использует для расчёта траектории обработки.

### Машинные циклы стойки 2C42

Чтобы задать параметры для машинных циклов стойки ЧПУ 2C42, необходимо в автоменю сверлильной обработки нажать пиктограмму , появится автоменю машинных циклов 2C42. Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки (в данном случае только сверла, которые содержатся в инструментальном файле).

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

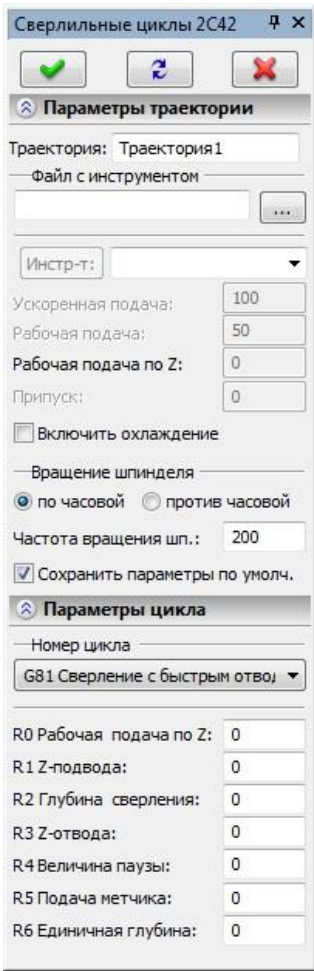
**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**R0 Рабочая подача по оси Z.** Числовое значение величины рабочей подачи для перемещений вдоль оси Z.

**R1 Z - подвода.** Числовое значение координаты плоскости безопасности (высота, на которой совершаются все вспомогательные перемещения) по оси Z в случае подвода инструмента.

**R2 Глубина сверления.** Числовое значение глубины сверления.

**R3 Z - отвода.** Числовое значение координаты плоскости безопасности (высота, на которой совершаются все вспомогательные перемещения) по оси Z в случае отвода инструмента.



Параметры траектории	
Траектория:	Траектория1
Файл с инструментом	
Инстр-т:	
Ускоренная подача:	100
Рабочая подача:	50
Рабочая подача по Z:	0
Припуск:	0
<input checked="" type="checkbox"/> Включить охлаждение	
Вращение шпинделя	
<input checked="" type="radio"/> по часовой	<input type="radio"/> против часовой
Частота вращения шп.:	200
<input checked="" type="checkbox"/> Сохранить параметры по умолч.	
Параметры цикла	
Номер цикла	
G81 Сверление с быстрым отвод	
R0 Рабочая подача по Z:	0
R1 Z-подвода:	0
R2 Глубина сверления:	0
R3 Z-отвода:	0
R4 Величина паузы:	0
R5 Подача метчика:	0
R6 Единичная глубина:	0




**R4 Величина паузы.** Числовое значение времени паузы в единицах, поддерживаемых стойкой ЧПУ.

**R5 Подача метчика.** Числовое значение величины подачи при рабочем ходе метчика.


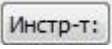
**R6 Единичная глубина.** Числовое значение глубины единичного врезания.

## Машинные циклы стойки Размер-2М

Чтобы задать параметры для машинных циклов стойки ЧПУ Размер 2-М, необходимо в автоменю сверлильной обработки нажать пиктограмму , появится автоменю машинных циклов Размер 2-М.

Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

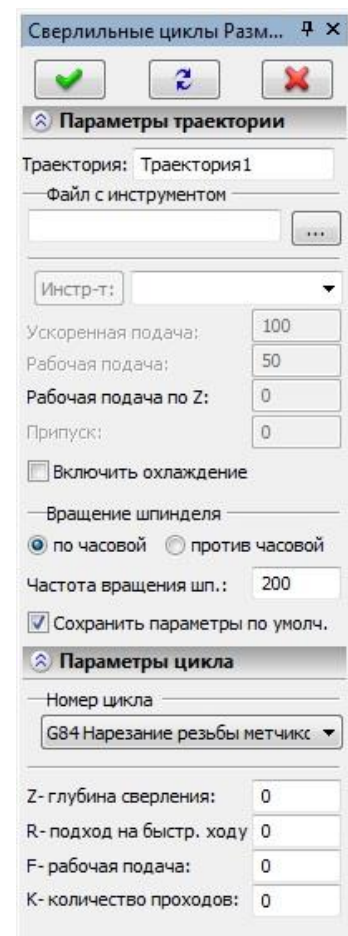
**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Z- глубина сверления.** Данная числовая величина задаётся от поверхности, в которой производится сверление.

**R - подход на быстр. ходу.** Величина ускоренной подачи с которой будет произведён подход.

**F- рабочая подача.** Величина рабочей подачи.

**К - количество проходов.** Количество итераций цикла.






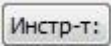
## Машинные циклы стойки Fanuc

Чтобы задать параметры для машинных циклов стойки ЧПУ Fanuc, необходимо в автоменю

сверильной обработки нажать пиктограмму , появится автоменю машинных циклов Fanuc.

Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Высота безопас. (R).** Высота подъема инструмента для горизонтальных перемещений.

**Глубина сверления (Z).** Данная числовая величина задаётся от поверхности, в которой производится сверление.

**Глубина итерации (Q).** Приращение задается положительной величиной.

**Отскок (E).** Отвод инструмента осуществляется на быстрой скорости перед началом выхода инструмента.

**Пауза (P).** Время паузы на дне отверстия.




**Смещение X(I).** По завершении цикла происходит ориентация шпинделя, и инструмент смещается на установленные величины.

**Смещение Y(J).** По завершении цикла происходит ориентация шпинделя, и инструмент смещается на установленные величины.

**Коррекция на вылет.** Номер корректора в таблице корректоров стойки ЧПУ.

**Выход.** Выход инструмента при циклах сверления (**G98** – в стартовую точку, **G99** – в точку безопасного перемещения).


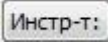
### Машинные циклы стойки Vector 90

Чтобы задать параметры для машинных циклов стойки ЧПУ Vector 90, необходимо в автоменю сверлильной обработки нажать пиктограмму , появится автоменю машинных циклов Vector 90.



Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Глубина сверления (Z).** Данная числовая величина задаётся от поверхности, в которой производится сверление.

**Высота безопас. (R).** Высота подъема инструмента для горизонтальных перемещений.

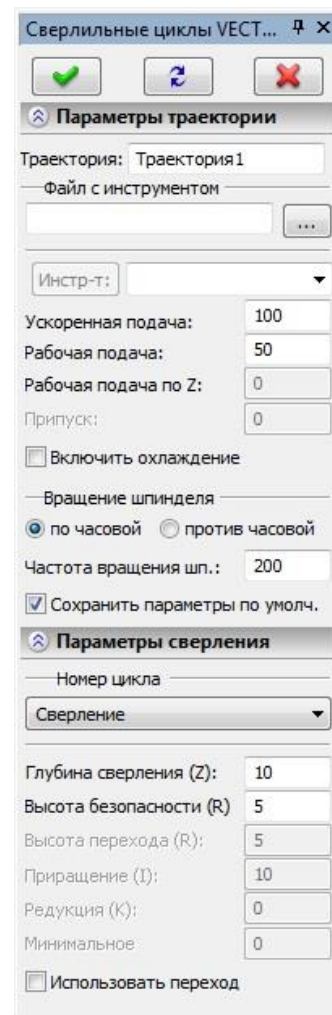
**Высота перехода (R).** При установленном флаге "Использовать переход" в управляющую программу добавляется переход на данной высоте.

**Приращение (I).** Глубина шага при глубоком сверлении.

**Редукция (K).** Коэффициент уменьшения глубины шага при глубоком сверлении.


**Минимальное.** Минимальный шаг сверления. Может быть не задан.

**Использовать переход.** Добавление в управляющую программу дополнительного перехода.




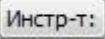


## Машинные циклы стойки Э 2000 CNC

Для данного вида оборудования реализованы следующие циклы: “Сверление, быстрый выход”, “Сверление с паузой, быстрый выход”, “Глубокое сверление”, “Резьбонарезание метчиком”, “Растачивание”. Чтобы задать параметры этих циклов, следует выбрать опцию  в меню сверлильной обработки. Появится автоменю машинных циклов Э 2000 CNC.

Для создания траектории необходимо указать предварительно построенный путь, в узлах которого будет произведена операция сверления. При построении пути следует учесть, что в начальном узле пути сверление производиться не будет. Соответственно, если путь будет состоять из  $n + 1$  узлов, сверление будет производиться  $n$  раз, начиная со второго узла.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

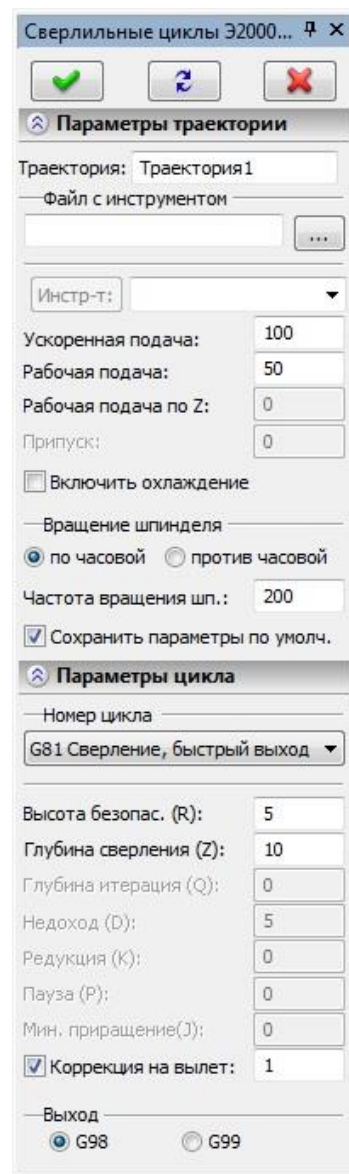
### Параметры цикла.

**Номер цикла.** Выбор определенного номера цикла.

**Высота безопасности.** Высота подъема инструмента для горизонтальных перемещений.

**Глубина сверления.** Максимальная величина, на которую опускается сверло при сверлении.

**Глубина итерации.** Величина шага сверления.





**Недоход.** Высота, на которой будет включена рабочая подача.

**Редукция.** Численный коэффициент для расчёта величины последующих шагов сверления от предыдущих.

**Пауза.** Время паузы между засверливаниями в размерности, поддерживаемой стойкой ЧПУ.

**Минимальное приращение.** Величина минимального шага сверления (может быть не задана).

**Коррекция на вылет.** Опциональное задание коррекции на вылет инструмента с указанием номера корректора.

**Выход.** G98 или G99.

Для получения величины последующего шага сверления необходимо величину предыдущего шага сверления умножить на заданную величину редукции. По достижению величины минимального шага сверления, все последующие шаги сверления осуществляются с этой величиной.

## Редактор машинных циклов

Для создания пользователем машинных циклов, реализации которых нет в системе T-FLEX ЧПУ предназначен данный редактор машинных циклов. С его помощью можно создавать машинные циклы разной сложности под любую стойку ЧПУ, включая многозаходные циклы.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Редактор машинных циклов»	

После вызова команды на экране появляется рабочее окно редактора машинных циклов. Редактор позволяет создавать пользовательские машинные циклы, сохранять их, открывать и редактировать уже существующие.

После вызова команды на экране появляется рабочее окно редактора машинных циклов. Редактор позволяет создавать пользовательские машинные циклы, сохранять их в файл, открывать из файла и редактировать.

Диалоговое окно редактора машинных циклов состоит из трех закладок – “Основные свойства”, “Комментарии” и “Дополнительные свойства”.

На закладке “Основные свойства” пользователь может задать название создаваемого или редактируемого цикла, его тип и параметры. Параметры цикла делятся на три группы: объявление, определение и завершение.

Машинный цикл может состоять только из определения, задание объявления и завершения является опциональным. Если объявление (или завершение) не нужно, поле для ввода G-команды следует оставить пустым.

Во всех трех группах пользователь может задать название G-команды, обозначение для координат X и Y и указать буквенные обозначения для параметров G-команды. Числовые значения этих параметров можно будет ввести позднее, при создании траектории на основе пользовательского машинного цикла.




В группе “Определение” можно включить опцию “Многokrатные циклы” и задать буквенные обозначения для первого и последнего кадров многократного (многозаходного) машинного цикла. Сами значения будут рассчитаны в управляющей программе автоматически.



Для добавления цикла в список циклов воспользуйтесь кнопкой **[В список]**.

При редактировании цикла из списка кнопка **[В список]** изменится на **[Применить]**. Ее следует нажать для сохранения измененных данных цикла.

В нижней части закладки отображается список созданных пользовательских циклов с указанием их имени и типа обработки.

Параметры G-команд необходимо разделять “пробелом”, например “U W F S T”.

Для перемещения по списку пользовательских циклов используется  или клавиши **Вверх** и **Вниз**.

Для изменения параметров цикла необходимо выбрать его в списке и нажать   или **[Enter]**.

Открыть файл с сохраненными пользовательскими циклами, для их последующего редактирования, можно, нажав кнопку **[Открыть...]**. При нажатии кнопки, откроется окно «Проводника» Windows, в котором требуется указать открываемый файл.

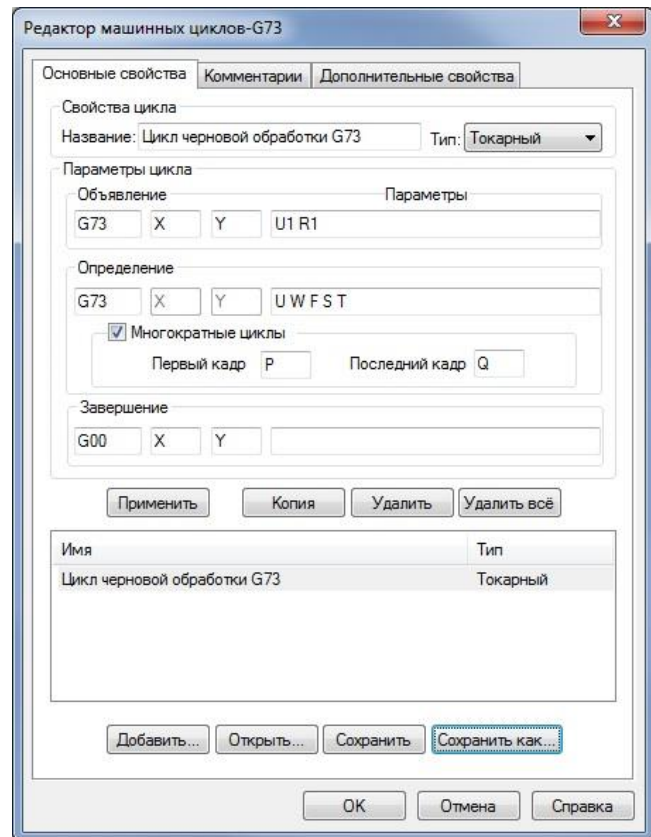
Сохранить созданный список циклов в файл можно с помощью кнопок **[Сохранить]** или **[Сохранить как...]**.

Копию существующего цикла можно сделать, выбрав его из списка и нажав кнопку **[Копия]**.

Удаление пользовательского цикла осуществляется выбором его из списка и нажатием кнопки **[Удалить]**.

Очистка списка пользовательских машинных циклов возможна нажатием кнопки **[Удалить всё]**.

Сохранить созданный список циклов в файл можно с помощью кнопок **[Сохранить]** или **[Сохранить как...]**. Файл будет сохранен в двоичном



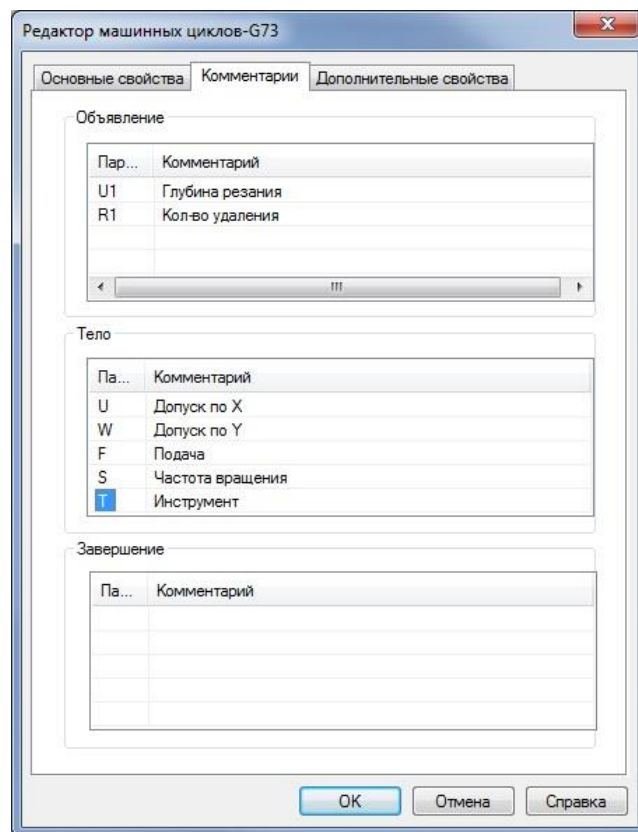


формате с расширением “.cyl”. Открыть файл с сохраненными пользовательскими циклами для их последующего редактирования можно, нажав кнопку **[Открыть...]**.

К списку циклов можно добавить циклы, сохраненные в другом файле, нажав кнопку **[Добавить...]**.

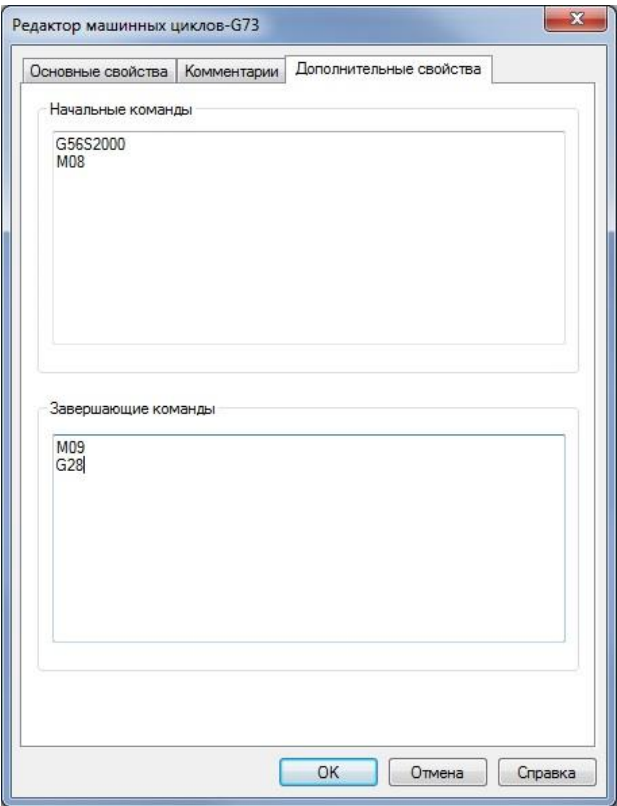
На закладке “Комментарии” пользователь при необходимости может задать комментарии к параметрам G-команд. Эти комментарии будут выводиться на экран рядом с параметрами при создании траектории с пользовательским машинным циклом.

Для задания комментария необходимо нажать в поле “Комментарий” напротив нужного параметра и ввести его обозначение.




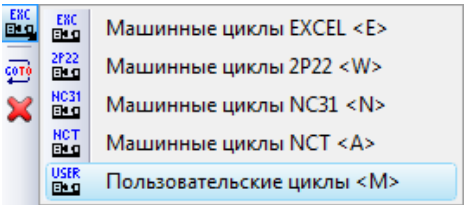


На закладке “Дополнительные свойства” можно задать начальные и завершающие G-команды. Начальные G-команды будут выгружаться перед объявлением цикла, завершающие – после завершения цикла. Начальные и конечные команды могут состоять из нескольких строк. Заккрытие окна редактора пользовательских машинных циклов осуществляется кнопкой [Заккрыть].

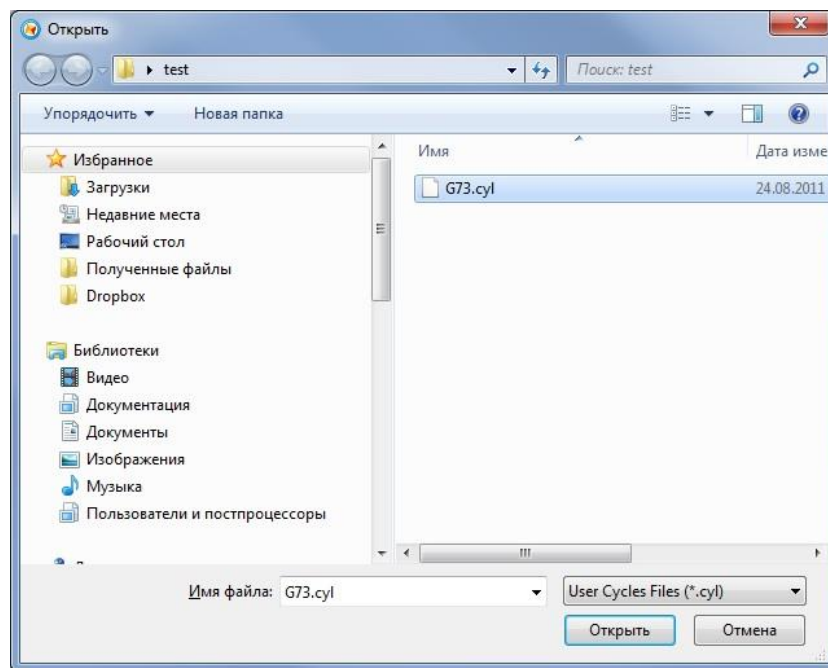


Использование собственных машинных циклов

Для того чтобы воспользоваться машинными циклами, созданными при помощи редактора, следует в автоменю соответствующей обработки (токарная/сверлильная/фрезерная) выбрать пункт . После этого откроется стандартное диалоговое окно выбора файла:







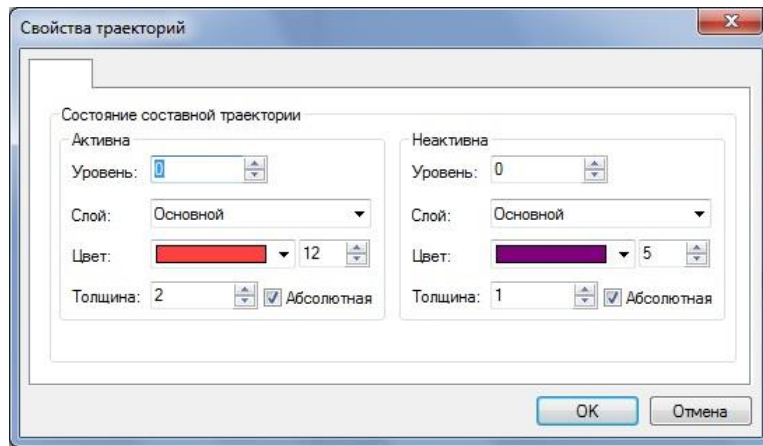
В открывшемся окне необходимо выбрать файл с сохраненными пользовательскими циклами. После этого на экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение и система перейдёт в режим указания контура.

Одновременно станут доступными следующие опции в автоменю:

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;P&gt;</b>	Свойства траектории
	<b>&lt;2&gt;</b>	Фильтр выбора путей
	<b>&lt;/&gt;</b>	Выбрать точку для определения цикла
	<b>&lt;[&gt;</b>	Выбрать точку для объявления цикла
	<b>&lt;]&gt;</b>	Выбрать точку для завершения цикла
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Подробнее об активности траекторий можно прочитать в разделе менеджер обработок. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.






Создание траектории с пользовательским циклом возможно несколькими способами:

1. **Машинный цикл без выгрузки координат.** В этом случае пользователь инициализирует заданные на этапе создания цикла в редакторе машинных циклов параметры и не выбирает на чертеже элементы построения. Формат выгрузки в УП:


*<G-команда><Параметры>*

Следует отметить, что G-команда будут выгружаться в таком формате, если на этапе ее создания не были заданы символьные обозначения для координат.

2. **Машинный цикл с выгрузкой координат узла.** Для создания траектории с таким циклом пользователь должен активировать опцию  (точка определения цикла) и выбрать на чертеже узел. Формат выгрузки в УП:

*<G-команда><X><Y><Параметры>*

При создании цикла в редакторе машинных циклов должны быть определены символьные обозначения для координат определения цикла.

3. **Машинный цикл с выгрузкой координат узлов пути.** Чтобы создать траекторию с таким циклом, пользователь должен активировать опцию  и выбрать на чертеже путь. Формат выгрузки в УП:

*<G-команда><X1><Y1><Параметры>*



.....

*<G-команда><Xn><Yn>*

При создании цикла в редакторе машинных циклов должны быть определены символьные обозначения для координат определения цикла.



#### 4. Машинный цикл с выгрузкой координат узла и линейными перемещениями по узлам пути.

Для создания траектории с таким циклом, нужно активировать опцию  (точка определения цикла) и выбрать на чертеже узел. Координаты этого узла будут выгружены в УП в соответствующих параметрах определения цикла. Далее необходимо активировать опцию  и выбрать на чертеже путь. Формат выгрузки в УП:

<G-команда><X><Y><Параметры>

<G01><X1><Y1>

.....

<G01><Xn><Yn>

Создание такого цикла возможно для токарной и фрезерной обработок. Для сверлильной обработки вместо команды G01 будет выгружаться заданная в определении цикла G-команда.

При создании цикла в редакторе машинных циклов должны быть определены символьные обозначения для координат определения цикла.

#### 5. Многократный машинный цикл. В таком случае необходимо активировать опцию и выбрать на чертеже путь. Формат выгрузки в УП:

<G-команда><Pi><Qj><Параметры>

<Ni> <G01><X1><Y1>

.....

< Nj> <G01><Xn><Yn>

Создание такого цикла возможно для токарной и фрезерной обработок. Для сверлильной обработки вместо команды G01 будет выгружаться заданная в определении цикла G-команда.

При создании цикла в редакторе машинных циклов должны быть определены символьные обозначения для первого и последнего кадра УП. Числовые значения этих параметров будут рассчитаны автоматически исходя из геометрии пути.

#### 6. Многократный машинный цикл с узлом подвода. В этом случае пользователю нужно активировать опцию , выбрать на чертеже путь. Далее с помощью опции выбрать на чертеже узел, координаты которого будут выгружаться в УП в качестве точки подвода. Формат выгрузки в УП:

<G-команда><Pi><Qj><Параметры>

< Ni> <G00><X1><Y1>

< N(i+1)> <G01><X2><Y2>



.....

< Nj> <G01><Xn><Yn>

Создание такого цикла возможно для токарной и фрезерной обработок. Для сверлильной обработки вместо команды G01 будет выгружаться заданная в определении цикла G-команда.


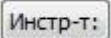
При создании цикла в редакторе машинных циклов должны быть определены символьные обозначения для первого и последнего кадра УП. Числовые значения этих параметров будут рассчитаны автоматически исходя из геометрии пути.



Для любого из вышеперечисленных циклов, кроме цикла без выгрузки координат, можно дополнительно указать узлы, координаты которых выгрузятся в УП в объявлении и завершении цикла. Для этого необходимо активировать соответствующие опции  и . При создании цикла в редакторе машинных циклов должны быть определены символьные обозначения координат объявления и завершения цикла.



**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения сверления.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп..** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Коррекция на радиус.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус. Коррекция может быть **левой** и **правой**. Возможно задание коррекции **по номеру** (в этом случае, при обработке, будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь) и **по величине** (в этом случае пользователь указывает точное значение радиуса скругления режущих кромок фрезы).

**R** - использовать радиус выбранного инструмента.

### Дополнительные параметры.

**Точный обход углов.** Установка данного параметра задаёт удаление тангенциальных переходов (соединение элементов контура по касательной) в траектории, созданной эквидистантным отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**Против контура.** Изменяет направление движения инструмента.

**Без удаления петель.** Данный параметр выключает восстановление вырождающихся элементов траектории, созданной эквидистантным

**Пользовательские циклы** [иконка] [крестик]

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом: [поле] [иконка]

Инстр-т: [выпадающий список]

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: 0

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

—Вращение шпинделя—

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

**Коррекция на радиус**

**Доп. параметры**

☐ Точный обход углов

☐ Против контура

☐ Без удаления петель

☐ Согласование контуров

☐ R скругл.: 0

**Параметры цикла**

Тип - Токарный

Имя/Номер: [поле]

Цикл черновой обработки G73 [выпадающий список]

**Объявление**

U1(Глубина резания) 0

R1(Кол-во удаления) 0

**Определение**

U(Допуск по X) 0

W(Допуск по Y) 0

F(Подача) 0

S(Частота вращения) 0

T(Инструмент) 0

**Аппроксимация**



отступом от исходного контура (при использовании припуска или коррекции на радиус инструмента по величине).

**R скругл.** Скруглить радиусом. Данный параметр позволяет вписать окружности заданных радиусов в местах не тангенциальных переходов для внутренних и внешних углов контура. Подробнее о данном параметре можно прочесть ниже.

### **Параметры цикла.**

**Тип.** Тип цикла (токарный/сверлильный/фрезерный).

**Имя/номер.** Название цикла.

Далее располагаются динамически создаваемые окна ввода значений параметров цикла с их описанием (если они были заданы при создании цикла).

### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

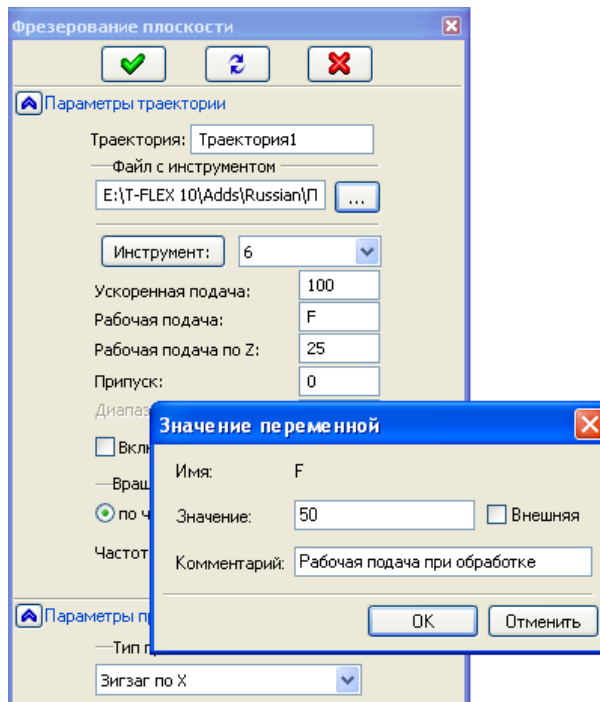
**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ

### Переменные T-FLEX ЧПУ

Как и в T-FLEX CAD, в T-FLEX ЧПУ также можно задавать вещественные переменные вместо конкретных значений геометрических и технологических параметров. Каждая переменная имеет уникальное имя и значение, которое рассчитывается в соответствии с математическим выражением. Кроме того, переменная имеет комментарий, в котором можно указать, что собственно определяет эта переменная (подачу, частоту вращения шпинделя, высоту плоскости обработки, припуск и т.д.). Тип переменной определяет, какие значения может принимать данная переменная. Значение вещественной переменной - это число.



Выражение - это математическая формула, содержащая стандартные алгебраические действия, логические действия, условные операции, обращения к математическим функциям и функциям T-FLEX CAD. В результате вычисления выражения получается значение, соответствующее типу переменной. Выражение может содержать операнды (вещественные константы и переменные) и операции (набор действий над этими операндами). Выражения могут содержать также функции. Не важно, какие буквы используются для написания имени функции: заглавные или строчные. Создавать переменные T-FLEX ЧПУ можно как в диалоговых окнах, при создании траекторий обработки, так и при помощи редактора переменных.

Подробнее о работе с переменными читайте в разделе документации и помощи T-FLEX CAD «Параметризация».



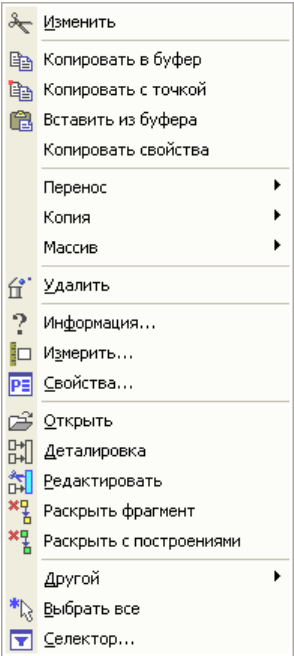
Фрагменты T-FLEX ЧПУ (файл \*.grb)

При добавлении в документ файла T-FLEX CAD (команда “Чер-тёж|Фрагмент”), в документ вставляется фрагмент, содержащий геометрические элементы и рассчитанные траектории. Все добавленные элемен-ты отображаются на чертеже виде общей группы без возможности их ре-дактирования.

Для добавления вставленных траекторий в общий список траекторий до-кумента (Менеджер обработок) необходимо выбрать в контекстном меню команду «Раскрыть фрагмент с построениями».

Также возможно копировать траектории через буфер обмена, выбирая их также как и любой другой элемент T-FLEX CAD. После выбора траекто-рии обработки и геометрического элемента (их необходимо выделять вме-сте) следует вызвать контекстное меню и выбрать команду «Копировать в буфер». После перевода курсора мыши в то место чертежа, в которое необходимо скопировать траекторию, следует повторно вызвать кон-текстное меню и выбрать команду «Вставить из буфера». Траектория и элемент построения, на котором она основывается, будут вставлены в указанное место чертежа.

Возможно копирование и вставка траекторий не только в рамках одной страницы документа, но и между страницами и различными открытыми документами T-FLEX CAD.



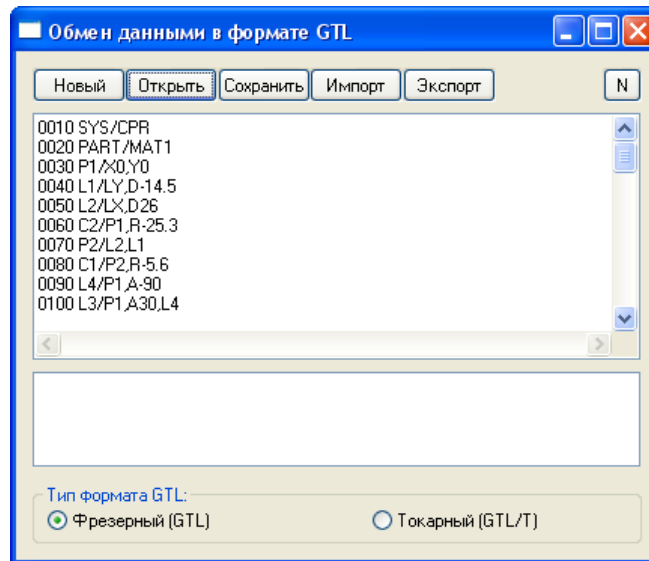
Обмен данными в формате GTL

Некоторое время назад итальянская фирма OLIVETTI поставляла подсистему GTL (прообраз совре-менных САМ-систем) вместе со своими станками. Многие предприятия широко использовали эти си-стемы и накопили большие библиотеки управляющих программ для них. В настоящее время, эта си-стема морально устарела и практически не используется. Но на предприятиях, использовавших её, всё ещё остаётся потребность обрабатывать детали старого образца. Для перевода программ из фор-мата GTL в систему T-FLEX ЧПУ, создана опция «Обмен данными в формате GTL». Использо-вать её можно при помощи соответствующего значка на панели инструментов или при помощи пунк-та текстового меню:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Подсистема GTL»	

После вызова команды на экране появляется рабочее окно конвертера формата GTL.





В появившемся диалоге возможно создание новой УП в формате GTL, посредством нажатия на кнопку **Новый** и ввода текста программы. Чтобы сохранить составленную программу следует нажать на кнопку **Сохранить** и указать имя и расположение файла. Чтобы конвертировать уже имеющуюся УП формата GTL в систему T-FLEX CAD, следует нажать кнопку **Открыть** и указать файл формата GTL. После загрузки файла и нажатия на кнопку **Импорт** система конвертирует УП в файл с расширением «grb» (файлы документов T-FLEX CAD/ЧПУ), создаст изображение и траекторию по заложенным в программе параметрам. При нажатии на кнопку с литерой «N», станет доступной опция перенумерации программы.

При необходимости произвести обратную операцию (перевести УП, полученную при помощи системы T-FLEX ЧПУ в формат GTL), то после загрузки программы следует нажать кнопку **Экспорт**. В обоих случаях, после завершения конвертации следует нажать кнопку **Сохранить**.



# ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ

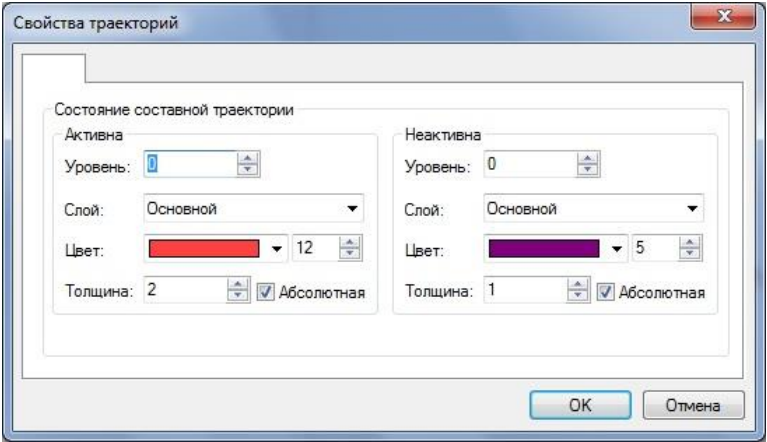
При использовании плоской обработки пользователь имеет возможность задавать относительную систему координат. Потребность в этом очень часто возникает, например, в случае рассогласования конструкторских и технологических баз. Для создания относительной системы координат пользователь должен воспользоваться командой:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Относительная СК»	




После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<End>	Завершить редактирование
	<P>	Свойства траектории
	<O>	Центр системы координат
	<X>	Ось X системы координат
	<Y>	Ось Y системы координат
	<Esc>	Выйти из команды

В окне **Свойства траектории** пользователь может задать свойства двух групп элементов - для активной и неактивной траектории. Подробнее об активности траекторий можно прочитать в разделе менеджер обработок. Можно настроить толщину отображения элементов траектории, их цвет, слой и уровень расположения траектории на чертеже.

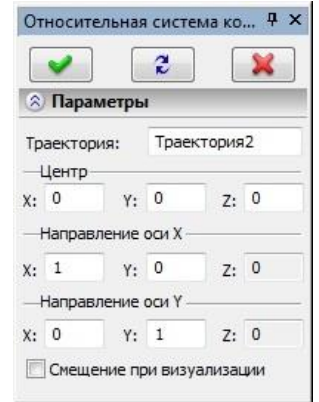




Опции, на пиктограммах которых изображены оси координат (,  и ), позволяют задать центр и соответствующие оси системы координат. Как правило, для задания каждого из этих элементов указывается узел на чертеже детали.

Для задания относительной системы координат достаточно задать центр и одну из осей создаваемой системы координат.

Для того чтобы траектория обработки рассчитывалась в соответствии с созданной относительной системой координат, эту систему координат в списке траекторий необходимо поставить перед траекторией обработки.






## СОЗДАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

После создания траекторий обработки необходимо сформировать файл с управляющей программой для нужной модели станка и системы ЧПУ. Для этого нужно выбрать соответствующий внешний или табличный постпроцессор. Если постпроцессор не будет выбран, управляющая программа будет создана на основе встроенного базового постпроцессора.

Для создания управляющих программ используется команда:

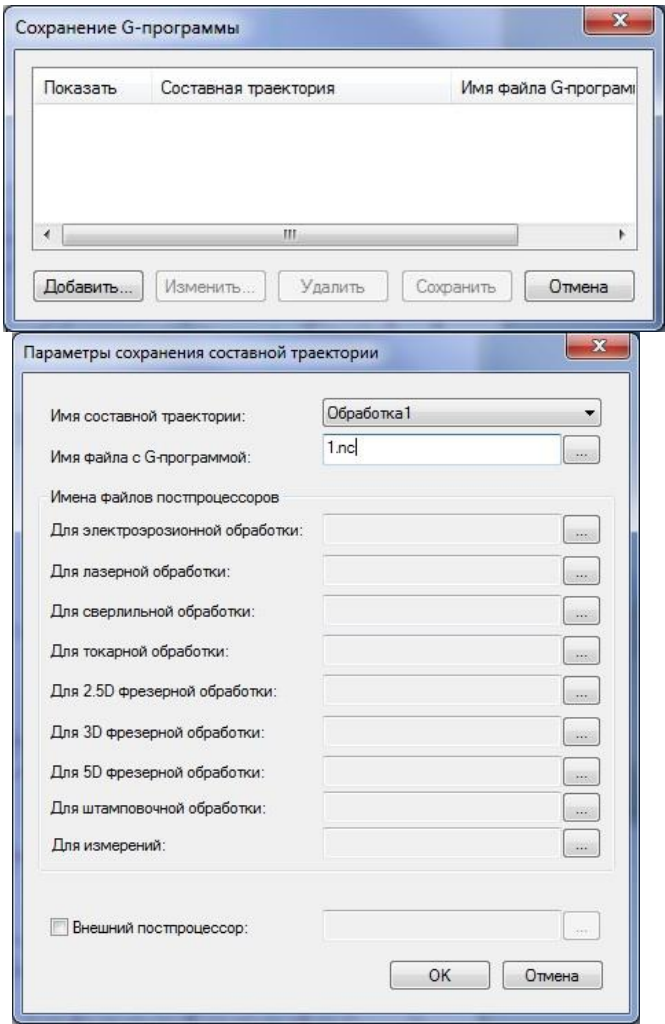
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Сохранение G-программы»	

При вызове команды экране появляется диалоговое окно “Сохранение G-программы”.

В появившемся на экране окне необходимо нажать  или нажать кнопку [Добавить], после чего на экране появится окно диалога “Параметры сохранения составной траектории”.


В данном окне последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения.

Необходимо отметить, что пользователь может выбирать постпроцессоры поставляемые с системой или те, которые были им разработаны в системе с использованием генератора постпроцессоров. Управляющая программа для одной и той же детали и для одного и того же вида обработки может быть сохранена в разных файлах с разными постпроцессорами. Тем самым можно оптимально использовать оборудование одного типа, но с различными стойками ЧПУ. Если все действия, перечисленные выше, были проведены правильно, то пользователь увидит на экране окно, которое должно содержать все внесённые данные.

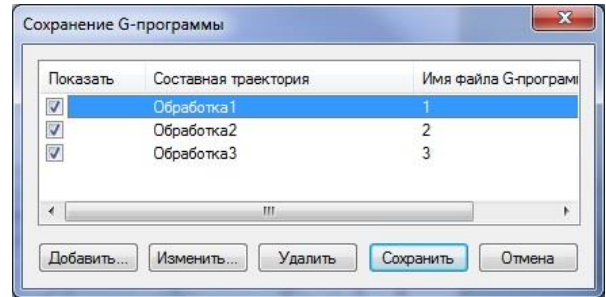




При установке указателя в поле **"Показать УП"**, текст управляющей программы будет выведен в отдельном окне, сразу после сохранения.

Необходимо особенно отметить, что имеется возможность удаления из списка конкретной выбранной управляющей программы. Для этого необходимо указать её в списке, используя  или клавиши **<↑>** и **<↓>**, а затем нажать кнопку **[Удалить]**.

Также можно сохранить все присутствующие в списке управляющие программы в отдельные файлы. Для этого используется кнопка **[Сохранить]**.






# РАБОТА С ИМИТАТОРОМ ОБРАБОТКИ

После того, как пользователь спроектировал траекторию обработки и сохранил по этой траектории управляющую программу для станка с ЧПУ, он имеет возможность ускорено просмотреть обработку с использованием сохранённой управляющей программы. Для этих целей и служит имитатор обработки, встроенный в систему.

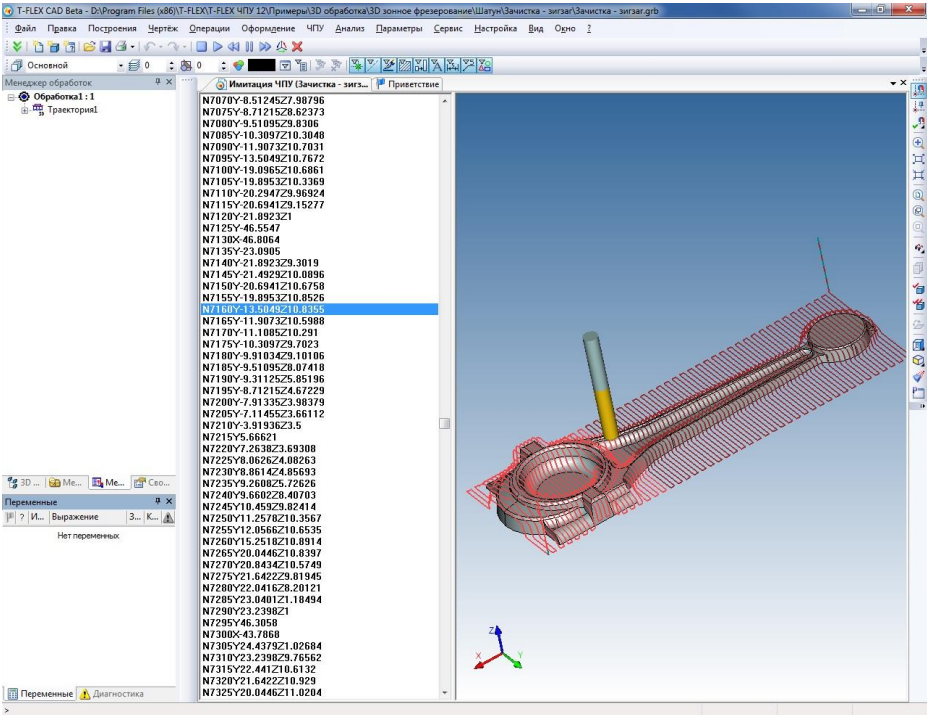
## Вызов имитатора обработки

Для запуска имитатора обработки используется команда:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Имитация обработки»	

После вызова команды на экране появятся два дополнительных окна. В одном из них будет отображена обрабатываемая деталь, траектории обработки и инструменты, используемый при обработке. В другом окне будет представлен листинг управляющей программы, соответствующий траекториям обработки.

Текущий кадр, обрабатываемый имитатором, помечается курсором синего цвета.





Пользователь может управлять моделированием обработки посредством соответствующей панели инструментов, которая появляется при запуске имитатора.



Таким образом, возможен просмотр всего процесса обработки шаг за шагом, каждый кадр перемещения, даже в обратном порядке.

Управление точками вида, источниками освещения и цветовой гаммой 3D сцены осуществляется при помощи стандартных функций T-FLEX CAD 3D.

Если же пользователь работает в системе T-FLEX CAD 2D, то имитация обработки будет открыта в отдельном окне, а все манипуляции с точками вида и оформлением 3D сцены производятся при помощи соответствующих кнопок на панели инструментов и контекстного меню.

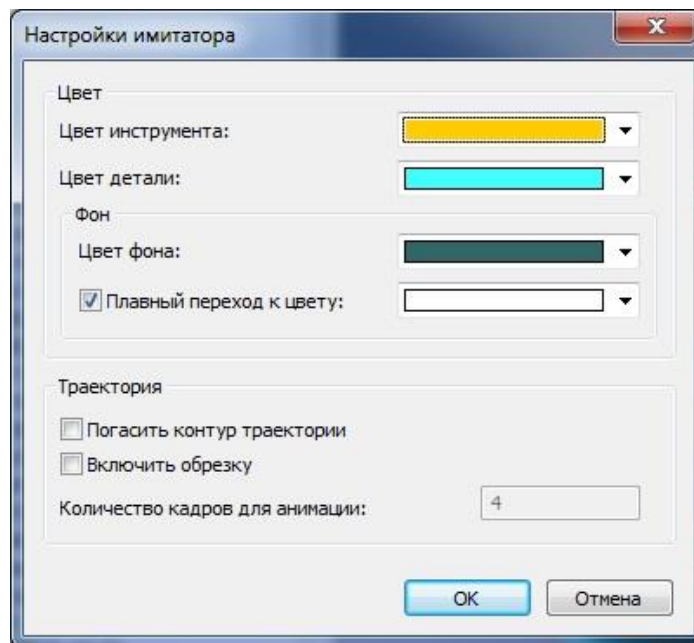
Ниже приведено описание функций кнопок панели инструментов, и опций контекстного меню, используемых при имитации обработки в 2D и 3D версиях системы.

## Настройка имитатора обработки (2D версия T-FLEX ЧПУ)

Для вызова меню настроек имитатора используется команда:

Клавиатура	Описание	Пиктограмма
	«Настройки имитатора»	

После выбора команды на экране появится диалоговое окно с параметрами настройки имитации обработки.



### Список параметров:

**Цвет инструмента** – цвет режущей части инструмента (выбирается из выпадающего списка цветов).



**Цвет детали** - цвет обрабатываемой детали (выбирается из выпадающего списка цветов).

**Цвет фона** - основной цвет фона (выбирается из выпадающего списка цветов).

**Плавный переход к цвету** - дополнительный цвет фона. При установке данного флага фон будет отрисовываться, как градиентный переход от основного цвета к дополнительному.

**Погасить контур траектории** – при включении данной опции траектория движения инструмента не будет отображаться при имитации.

**Включить обрезку** – включение сегментной имитации обработки по каждой из осей.

**Количество кадров для анимации** – задаётся количество кадров для имитации начиная с текущего.


**Настройка имитатора обработки (3D версия T-FLEX ЧПУ)**

Общие настройки и управление точками вида, источниками освещения и цветовой гаммой 3D сцены осуществляется при помощи стандартных функций T-FLEX CAD 3D.

**Специализированные настройки имитатора**

Для вызова меню настроек имитатора используется команда:

Клавиатура	Описание	Пиктограмма
	«Настройки имитатора»	

При имитации обработки 2D траекторий нажатие кнопки  вызовет появление следующего диалогового окна:

Настройки имитатора

Инструмент

Цвет:

Деталь

Цвет:

☐ Настройка кинематики станка

Ось Z

Ⓐ Стол

Ⓑ Инструмент

Поворот

Ⓐ Стол

Ⓑ Инструмент

Вылет: 0

Ось X

Ⓐ Стол

Ⓑ Инструмент

Поворот

Ⓐ Стол

Ⓑ Инструмент

Вылет: 0

Ось Y

Ⓐ Стол

Ⓑ Инструмент

Поворот

Ⓐ Стол

Ⓑ Инструмент

Вылет: 0

Траектория

☐ Погасить контур траектории

☐ Только кадры разрезов

☐ Включить обрезку

Количество кадров для анимации: 4

☐ Включить обрезку 3D сцены

Ось X

Ширина:

Ось Y

Ширина:

Ось Z

Ширина:

ОК

Отмена



### Список параметров:

**Цвет инструмента** – цвет режущей части инструмента (выбирается из списка цветов).


**Цвет детали** - цвет обрабатываемой детали (выбирается из выпадающего списка цветов).

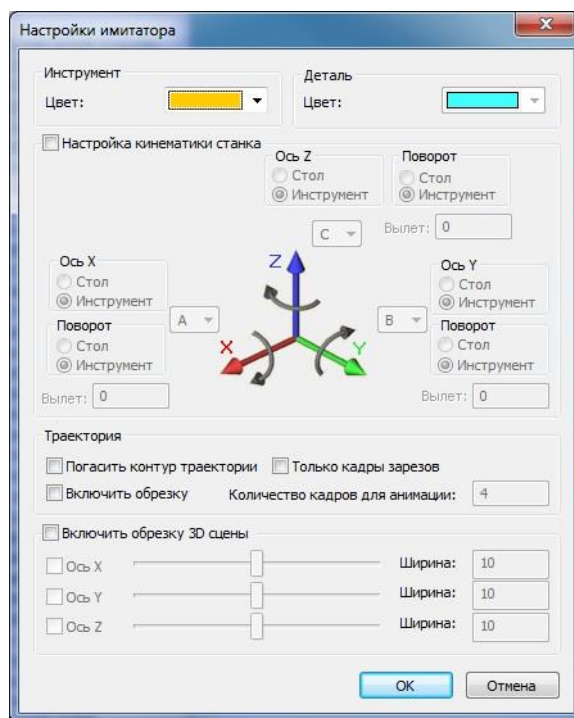
**Погасить контур траектории** – при включении данной опции траектория движения инструмента не будет отображаться при имитации.

**Включить обрезку** – включение сегментной имитации обработки по каждой из осей.

**Количество кадров для анимации** – задаётся количество кадров, которое будет имитироваться, начиная с текущего.

Также, при наличии в 3D сцене модели обрабатываемой детали, она будет автоматически загружена в 3D сцену для имитации.

При имитации 3D траекторий, нажатие кнопки  вызовет появление диалогового окна, в котором помимо описанных выше будут доступны следующие параметры имитации.



**Только кадры резцов** - имитация движения инструмента только в участках вычисленных системой резцов детали инструментом.

### Параметры настройки кинематики станка:

**Настройка перемещения/поворота оси (стол/инструмент)** – данным параметром пользователь определяет, чем будут обеспечиваться перемещения (повороты) по(вокруг) выбранной оси: столом станка или инструментом. Для каждой из осей, возможно задание величины вылета инструмента.



Пользователь имеет возможность развернуть любую из осей системы координат, задав, например, вместо оси «А» ось «-А».

Модель обрабатываемой детали, находящаяся в 3D сцене, будет отображаться и при имитации обработки.

Если в одной и той же **Обработке** (см. раздел «Менеджер обработок») присутствуют 2D и 3D траектории, то они также будут отображаться в 3D версии имитатора.




## ТРАЕКТОРИИ 3D, 4D и 5D ОБРАБОТКИ (3D ВЕРСИЯ)



Прежде чем перейти к описанию работы с версией системы T-FLEX ЧПУ 3D, необходимо отметить, что работа с такими командами подменю “ЧПУ 3D”, как «Настройка САМ-системы», «Редактор инструментов», «Имитация обработки», «Сохранение G-программы», «Настройка постпроцессора» полностью повторяет работу с этими же пунктами в версии системы T-FLEX ЧПУ 2D.

### Фрезерная (3D) обработка

Для разработки траектории и управляющей программы для фрезерной 3D обработки используется команда:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 3D и 5D обработка Фрезерование 3D»	

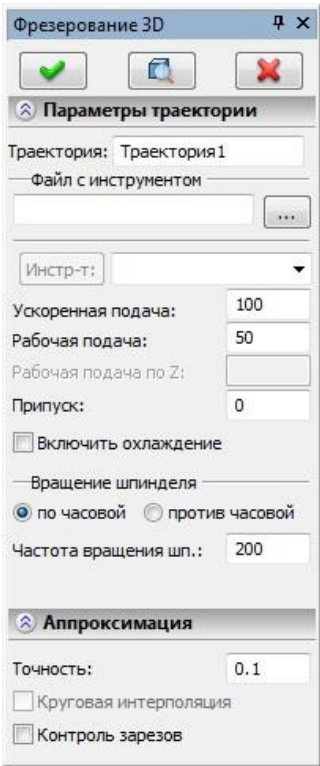
После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<Y>	Закончить ввод
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<C>	Фрезерование 3D контура
	<P>	Фрезерование 3D поверхности
	<G>	Траектория GOTO








Создание траектории

После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Фрезерование 3D". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий фрезерной 3D обработки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .



Фрезерование 3D контура


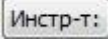
После выбора опции фрезерования 3D контура в автоменю станет доступна опция выбора обрабатываемого контура (3D пути).

	<End>	Завершить редактирование
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<F5>	Предварительный просмотр
	<E>	Выбор 3D пути
	<Esc>	Выйти из команды



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** По контуру или против контура.

**Высота нижней точки.** Координата Z конца спирали (задается относительно нулевой плоскости).

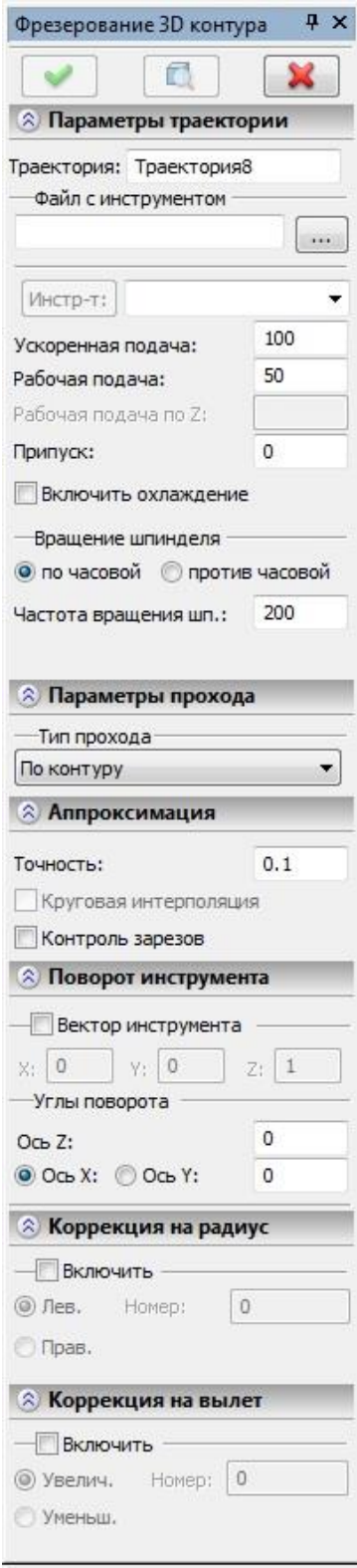
**Шаг.** Шаг спирали.

Направление витка спирали определяется полями **по часовой** или **против часовой стрелки**.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».



Фрезерование 3D контура

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория8

Файл с инструментом

Инстр-т:

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z:

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

— Вращение шпинделя —

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

**Параметры прохода**

Тип прохода

По контуру

**Аппроксимация**

Точность: 0.1

☐ Круговая интерполяция

☐ Контроль зарезов

**Поворот инструмента**

☐ Вектор инструмента

X: 0 Y: 0 Z: 1

— Углы поворота —

Ось Z: 0

☒ Ось X: ☐ Ось Y: 0

**Коррекция на радиус**

☐ Включить

☒ Лев. Номер: 0

☐ Прав.

**Коррекция на вылет**

☐ Включить

☒ Увелич. Номер: 0

☐ Уменьш.



### **Поворот инструмента.**

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

### **Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.






Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.



## Фрезерование 3D поверхности


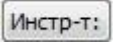
После выбора опции фрезерования 3D поверхности в автоменю станет доступна опция выбора обрабатываемой грани.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;I&gt;</b>	Выбрать другой ближайший элемент
	<b>&lt;F5&gt;</b>	Предварительный просмотр
	<b>&lt;F&gt;</b>	Выбор грани
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Параметры прохода.

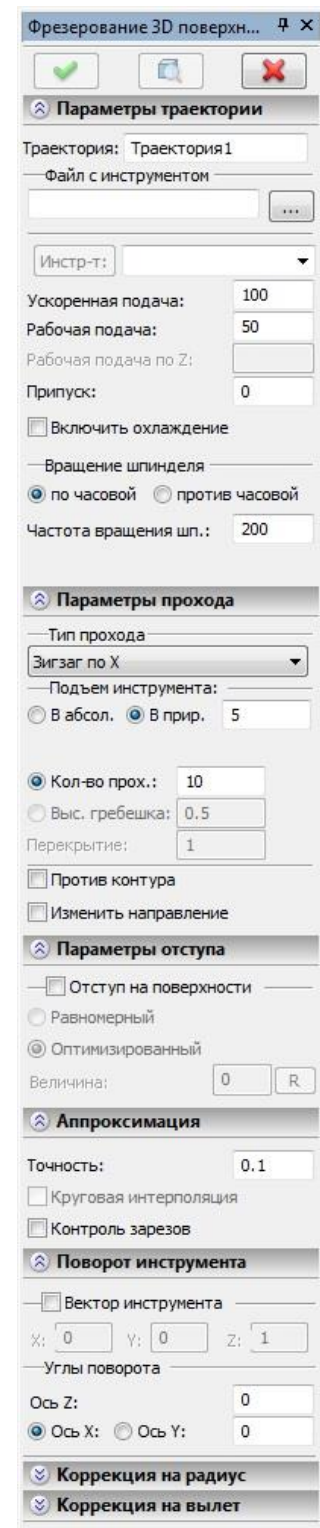
**Тип прохода.** Задаётся один из двух возможных типов: зигзаг (по параметрическим U-линиям или по параметрическим V-линиям) или петля (по параметрическим U-линиям или по параметрическим V-линиям). Обозначение X и Y относительно условно, т.к. в одних случаях X направлению может соответствовать U, а в других V.

**Подъем инструмента.** Подъем инструмента при переходах между зонами обработки. Задаётся абсолютной или относительной величиной.

**Количество проходов.** Задаётся число проходов инструмента.

**Против контура.** Обработка будет производиться в обратной последовательности, по отношению к исходному контуру траектории (по изопараметрической линии U).

**Изменить направление.** Съём материала будет начинаться в противоположном, по отношению к исходному направлению проходов, с противоположной стороны обрабатываемой грани (в направлении изопараметрической линии V).





### Параметры отступа.

**Отступ на поверхности.** Установка данного указателя включает функцию отступа на поверхности. При этом становится активным ряд параметров. При фрезеровании полностью открытых поверхностей функцию отступа можно отключить.

**Равномерный.** Данный тип отступа обеспечивает 2D эквидистантное смещение (в плоскости XY) боковых границ поверхности на величину, задаваемую параметром **Величина**. При этом внешняя граница поверхности смещается к центру поверхности, а внутренние граничные контура (карманы или острова), наоборот, наружу. Данный тип отступа рекомендуется использовать для фрезерования **полностью закрытых** по периметру поверхностей.

**Оптимизированный.** Тип отступа, обеспечивающий автоматический контроль безопасности выхода инструмента за пределы границ поверхности (в направлении проходов), что позволяет отменить эквидистантный отступ там, где он не требуется. Этот тип отступа рекомендуется использовать для фрезерования **частично закрытых** по периметру поверхностей.

**Величина.** Величина отступа. Ввод значения параметра в текстовое поле может осуществляться либо вручную, либо автоматически при нажатии кнопки **R**.

В последнем случае, в текстовое поле будет вставлено значение радиуса используемого инструмента.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

### Поворот инструмента.

Для упрощения выполнения операций 3D фрезерной обработки на многоосевом оборудовании, возможно задать углы поворота инструмента (или детали, в зависимости от кинематики станка) или вектор его наклона. Таким образом, траекторию обработки можно создавать на любой поверхности детали (верхней, боковой, торцевой, обратной), независимо от ориентации модели детали в 3D сцене.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..



**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.



Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

### **Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.


Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

Для того, чтобы добавить созданные траектории в документ, содержащий готовый чертёж обрабатываемой детали, надо нажать  в автоменю. Рассчитанная траектория будет добавлена в специальный список траекторий Менеджера обработок. Для того, чтобы просмотреть данный список, пользователю необходимо нажать кнопку .













## Фрезерная (3D) зонная обработка

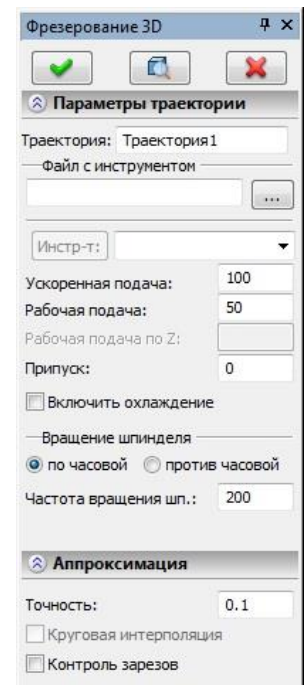
Для разработки траектории и управляющей программы для зонной фрезерной 3D обработки используется команда:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Зонная обработка Фрезерование 3D»	

После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:


	<Y>	Закончить ввод
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<R>	Черновое фрезерование
	<F>	Чистовое фрезерование
	<P>	Карандашная обработка
	<O>	Обработка кармана
	<S>	Поверхность вращения
	<K>	Фрезерование спиралью
	<G>	Траектория GOTO








После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Фрезерование 3D". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий фрезерной 3D зонной обработки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки








Черновое фрезерование

Для создания траектории чернового фрезерования нужно нажать в автоменю фрезерной зонной 3D обработки кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора первого операнда.

	<End>	Завершить редактирование
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<B>	Выбрать первый операнд
	<S>	Выбрать второй операнд
	<O>	Выбрать ориентирующую грань
	<K>	Отменить выбор

В 3D сцене T-FLEX CAD необходимо указать обрабатываемое тело - первый операнд (опция , автоматически выбрана). Затем, при необходимости, пользователь может указать второе тело, описывающее зону обработки (опция  - второй операнд). Если второе (ограничивающее) тело не выбрано, оно создается автоматически на основе габаритного параллелепипеда заготовки. Величиной отступа от габаритного параллелепипеда вдоль осей X и Y можно управлять с помощью параметра **Отступ от заготовки**.


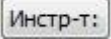
Выбор ориентирующей грани позволяет автоматически задать вектор оси инструмента. При этом в соответствующие поля закладки "Поворот инструмента" будут занесены значения координат вектора инструмента. При этом в качестве ориентирующей грани можно выбирать, помимо плоскостей, сферические, конические, цилиндрические и тораидальные поверхности. В этом случае в качестве вектора инструмента будет использоваться ось симметрии.

Опция  позволяет отменить все выбранные элементы для их последующего повторного задания.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** Из списка можно выбрать зигзаг/петлю/спираль или с плавным приближением к детали.

**Подъем инструмента.** Подъем инструмента при переходах между зонами обработки. Задается абсолютной или относительной величиной.

**Шаг проходов.** Задаётся величина шага между проходами инструмента.

**Выс. гребешка.** Величина шага между проходами инструмента рассчитывается исходя из заданной высоты гребешка и величины **перекрытия** инструмента на соседних проходах. Высота гребешка - высота недорезанного материала, остающегося между двумя соседними проходами.

### Параметры съема.

**Вектор сечений.** Вектор нормали к плоскостям, в которых лежат проходы. Определяет направление слоев снимаемого материала и направление движения инструмента от одного слоя к другому. Например, если вектор задан, как (0,0,1) - слои снимаемого материала располагаются параллельно плоскости XY. В черновой обработке вектор задается только



по оси Z ( $X=0$   $Y=0$ ,  $Z \neq 0$ ). Поэтому позиции X и Y **вектора сечений** в данной обработке не активны, а их значения не принимаются во внимание при расчёте траектории.

**Направление проходов.** Задаёт вектор (X,Y), который показывает направление проходов инструмента в одном снимаемом слое материала. Данное поле используется только при черновой обработке кроме проходов типа спираль (в этом случае данный элемент не активен). Вектор должен лежать в плоскости снимаемого слоя, следовательно, должен быть перпендикулярным вектору сечений. Таким образом, не все комбинации компонент векторов сечений и направлений проходов допустимы.

#### **Дополнительные параметры.**

**Отступ от заготовки.** Задаётся эквидистантный отступ от заготовки. Величина отступа будет равна сумме радиуса инструмента и введенного значения отступа. Следует иметь ввиду, что при выборе второго операнда (ограничивающего зону обработки) положительной величине данного параметра соответствует эквидистантный отступ от границ зоны обработки внутрь ограничивающего тела, а в случае, когда второе тело не выбрано (ограничивающее тело, создается автоматически на основе габаритного параллелепипеда тела обработки), соответствует отступ по направлениям X и Y, в сторону увеличения сечения ограничивающего тела.

**Тип обработки. Черновая или получистовая.** При **черновой** обработке проходы инструмента строятся послойно, исходя из того, что ограничивающее тело – это модель заготовки. Соответственно весь материал, который заключён между гранями ограничивающего тела и поверхностью детали – будет удалён в результате черновой обработки. При **получистовой** обработке пользователь задаёт параметры предыдущей черновой обработки. Также необходимо задать режущий инструмент, отличающийся от использованного в предыдущей черновой обработке (например, инструмент меньшего диаметра, с большими радиусами скругления). При расчёте траектории T-FLEX ЧПУ производит анализ обрабатываемой детали и производит поиск участков детали, которые не могут быть обработаны предыдущим инструментом, но могут быть обработаны новым инструментом. Затем производится расчет проходов выбранного типа только в недоработанных участках детали. Использование получистовой обработки (или нескольких получистовых обработок) позволяет существенно разгрузить инструмент, работающий на этапе чистовой обработки (как правило - сферическая фреза) при минимальных затратах машинного времени.

#### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).



**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

### **Поворот инструмента.**

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

### **Коррекция на вылет.**


**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.








Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.



Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.



Чистовое фрезерование

Для создания траектории чистового фрезерования нужно нажать в автоменю фрезерной зонной 3D обработки кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора первого операнда.

	<End>	Завершить редактирование
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<B>	Выбрать первый операнд
	<S>	Выбрать второй операнд
	<O>	Выбрать ориентирующую грань
	<K>	Отменить выбор

В 3D сцене T-FLEX CAD необходимо указать обрабатываемое тело - первый операнд (опция , автоматически выбрана). Затем, при необходимости, пользователь может указать второе тело, описывающее зону обработки (опция  - второй операнд). Если второе (ограничивающее) тело не выбрано, оно создается автоматически на основе габаритного параллелепипеда заготовки. Величиной отступа от габаритного параллелепипеда вдоль осей X и Y можно управлять с помощью параметра **Отступ от заготовки**.


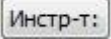
Выбор ориентирующей грани позволяет автоматически задать вектор оси инструмента. При этом в соответствующие поля закладки "Поворот инструмента" будут занесены значения координат вектора инструмента. При этом в качестве ориентирующей грани можно выбирать, помимо плоскостей, сферические, конические, цилиндрические и тораидальные поверхности. В этом случае в качестве вектора инструмента будет использоваться ось симметрии.

Опция  позволяет отменить все выбранные элементы для их последующего повторного задания.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** Из списка можно выбрать зигзаг/петлю/комбинированную зачистку или с фиксированной высотой гребешка. Высота гребешка - высота недорезанного материала, остающегося между двумя соседними проходами.

**Подъем инструмента.** Подъем инструмента при переходах между зонами обработки. Задаётся абсолютной или относительной величиной.

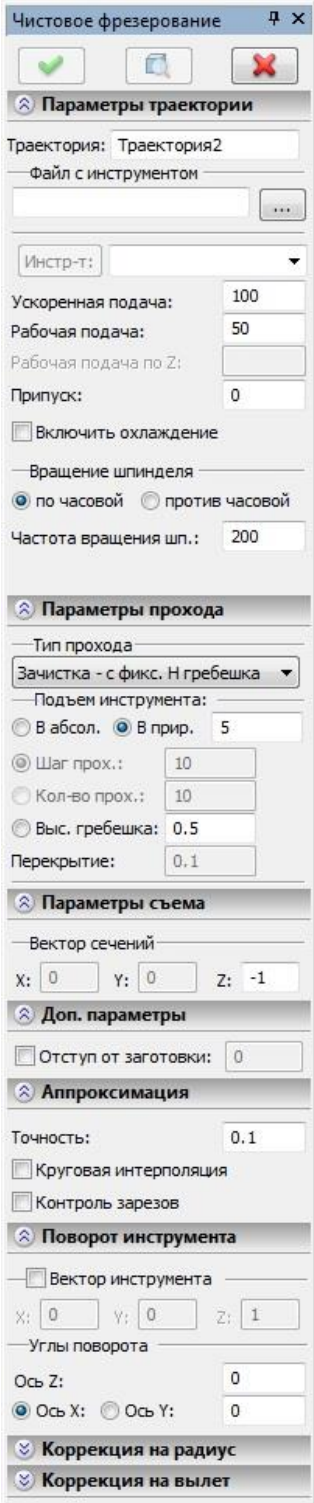
**Шаг проходов.** Задаётся величина шага между проходами инструмента.

**Количество проходов.** Задаёт число проходов инструмента.

**Выс. гребешка.** Величина шага между проходами инструмента рассчитывается исходя из заданной высоты гребешка и величины перекрытия инструмента на соседних проходах.

### Параметры съема.

**Вектор сечений.** Вектор нормали к плоскостям, в которых лежат проходы. Определяет направление слоев снимаемого материала и направление движения инструмента от одного слоя к другому. Например, если вектор



The screenshot shows the 'Чистовое фрезерование' (Finish Machining) dialog box. It contains several sections for configuring machining parameters:

- Параметры траектории (Trajectory Parameters):**
  - Trajectory: Траектория2
  - File with tool: (empty)
  - Tool: (empty dropdown)
  - Accelerated feed: 100
  - Working feed: 50
  - Working feed by Z: (empty)
  - Lead-in: 0
  - ☐ Включить охлаждение (Enable cooling)
  - Spindle rotation:
    - ☒ по часовой (Clockwise)
    - ☐ против часовой (Counter-clockwise)
  - Spindle speed: 200
- Параметры прохода (Pass Parameters):**
  - Pass type: Зачистка - с фикс. Н гребешка (Finish - with fixed crest height)
  - Tool lift:
    - ☐ В абсол. (Absolute)
    - ☒ В прир. (Relative)
  - Step: 10
  - Number of passes: 10
  - Crest height: 0.5
  - Overlap: 0.1
- Параметры съема (Removal Parameters):**
  - Section vector:
    - X: 0
    - Y: 0
    - Z: -1
- Доп. параметры (Additional parameters):**
  - ☐ Отступ от заготовки: 0 (Offset from workpiece)
- Аппроксимация (Approximation):**
  - Accuracy: 0.1
  - ☐ Круговая интерполяция (Circular interpolation)
  - ☐ Контроль зарезов (Chamfer control)
- Поворот инструмента (Tool rotation):**
  - ☐ Вектор инструмента (Tool vector)
  - Angles of rotation:
    - Axis Z: 0
    - ☒ Ось X: 0
    - ☐ Ось Y: 0
- Коррекция на радиус (Radius correction):** (checked)
- Коррекция на вылет (Exit correction):** (checked)



задан, как (0,0,1) - слои снимаемого материала располагаются параллельно плоскости ХУ.

### **Дополнительные параметры.**

**Отступ от заготовки.** Задаётся эквидистантный отступ от заготовки. Величина отступа будет равна сумме радиуса инструмента и введенного значения отступа. Следует иметь ввиду, что при выборе второго операнда (ограничивающего зону обработки) положительной величине данного параметра соответствует эквидистантный отступ от границ зоны обработки внутрь ограничивающего тела, а в случае, когда второе тело не выбрано (ограничивающее тело, создается автоматически на основе габаритного параллелепипеда тела обработки), соответствует отступ по направлениям Х и Y, в сторону увеличения сечения ограничивающего тела.

### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

### **Поворот инструмента.**

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задаётся ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение



коррекции , записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.


### Коррекция на вылет.

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.











Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции , записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.


### Карандашная обработка

Для создания траектории карандашной обработки нужно нажать в автоменю фрезерной зонной 3D обработки кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора тела.

При карандашной обработке проходы инструмента выполняются максимально близко к поверхности или контуру детали с использованием возможностей 3D обработки. В данной обработке используется контроль столкновений инструмента с деталью в направлении заданного вектора инструмента, что исключает зарез детали.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;I&gt;</b>	Выбрать другой ближайший элемент
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды
	<b>&lt;B&gt;</b>	Выбрать тело
	<b>&lt;F&gt;</b>	Выбрать грань
	<b>&lt;E&gt;</b>	Выбрать ребро
	<b>&lt;P&gt;</b>	Выбрать направляющий путь
	<b>&lt;L&gt;</b>	Выбрать профиль
	<b>&lt;O&gt;</b>	Выбрать ориентирующую грань
	<b>&lt;K&gt;</b>	Отменить выбор



При выборе в качестве контура тела 3д-путей или профиля сначала в 3D сцене T-FLEX CAD необходимо указать обрабатываемое тело (опция ). При выборе ребер или граней обрабатываемое тело можно не выбирать. При этом возможно сочетание различных вариантов (например, граней и 3д-путей).


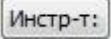
Выбор ориентирующей грани позволяет автоматически задать вектор оси инструмента. При этом в соответствующие поля закладки "Поворот инструмента" будут занесены значения координат вектора инструмента. При этом в качестве ориентирующей грани можно выбирать, помимо плоскостей, сферические, конические, цилиндрические и тораидальные поверхности. В этом случае в качестве вектора инструмента будет использоваться ось симметрии.

Опция  позволяет отменить все выбранные элементы для их последующего повторного задания.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры съема.

**Длина захода.** Служит для задания участков врезания инструмента перед траекторией. Дополнительные участки строятся по касательной к первой точке траектории.

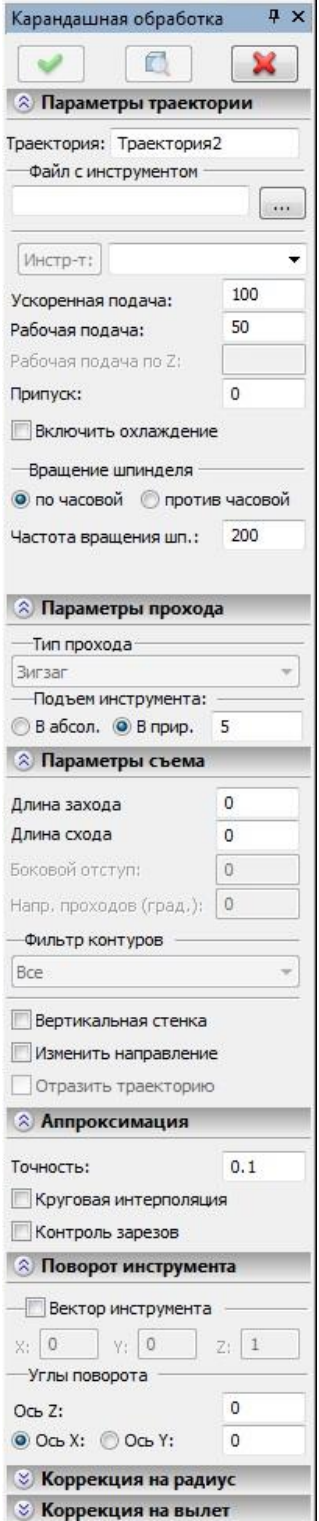
**Длина схода.** Служит для задания участков выхода инструмента после траектории. Дополнительные участки строятся по касательной к последней точке траектории.

**Боковой отступ.** Служит для задания эквидистантного отступа. Данный параметр можно использовать для расширения границ обрабатываемой поверхности. Данный параметр становится активным при включении параметра "Вертикальная стенка".

**Вертикальная стенка.** При включении данного параметра создается эквидистантный отступ от заданного контура. Данная опция ускоряет расчёт траектории в случаях, когда вблизи 3D пути имеются плоские стенки 3D тела (предпочтительны вертикальные плоские стенки).

**Изменить направление.** Проходы инструмента будут направлены в обратном направлении.

**Отразить траекторию.** Флаг можно установить при активном флаге



The screenshot shows the 'Карандашная обработка' (Pencil Processing) dialog box with the following sections and parameters:

- Параметры траектории** (Trajectory Parameters):
  - Траектория: Траектория2
  - Файл с инструментом: [empty field]
  - Инстр-т: [dropdown menu]
  - Ускоренная подача: 100
  - Рабочая подача: 50
  - Рабочая подача по Z: [empty field]
  - Припуск: 0
  - ☐ Включить охлаждение
  - Вращение шпинделя:
    - ☒ по часовой
    - ☐ против часовой
  - Частота вращения шп.: 200
- Параметры прохода** (Pass Parameters):
  - Тип прохода: Зигзаг
  - Подъем инструмента:
    - ☐ В абсол.
    - ☒ В прир. 5
- Параметры съема** (Tool Exit Parameters):
  - Длина захода: 0
  - Длина схода: 0
  - Боковой отступ: 0
  - Напр. проходов (град.): 0
  - Фильтр контуров: Все
  - ☐ Вертикальная стенка
  - ☐ Изменить направление
  - ☐ Отразить траекторию
- Аппроксимация** (Approximation):
  - Точность: 0.1
  - ☐ Круговая интерполяция
  - ☐ Контроль зарезов
- Поворот инструмента** (Tool Rotation):
  - ☐ Вектор инструмента
  - X: 0 Y: 0 Z: 1
  - Углы поворота:
    - Ось Z: 0
    - ☒ Ось X: 0
    - ☐ Ось Y: 0
- Коррекция на радиус** (Radius Correction): ☒
- Коррекция на вылет** (Tool Overlap Correction): ☒



"вертикальная стенка". Данный флаг позволяет изменить направление отступа инструмента от стенки детали на противоположное.

#### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

#### **Поворот инструмента.**

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

#### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

#### **Коррекция на вылет.**


**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.










Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.




## Обработка кармана

Для создания траектории обработки кармана нужно нажать в автоменю фрезерной зонной 3D обработки кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора тела.

Обработка кармана служит для создания траекторий выборки или чистовой обработки карманов с использованием возможностей 3D обработки. В данной обработке используется контроль столкновений инструмента с деталью в направлении заданного вектора инструмента, что исключает резрез детали. Контроль столкновений используется, если не включен флаг "Плоскость 2.5D".

	<End>	Завершить редактирование
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<Esc>	Выйти из команды
	<B>	Выбрать тело
	<F>	Выбрать грань
	<P>	Выбрать направляющий путь
	<L>	Выбрать профиль
	<O>	Выбрать ориентирующую грань
	<K>	Отменить выбор

При выборе в качестве контура тела 3д-путей или профиля сначала в 3D сцене T-FLEX CAD необходимо указать обрабатываемое тело (опция ). При выборе граней обрабатываемое тело можно не выбирать. При этом возможно сочетание различных вариантов (например, граней и 3д-путей).


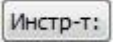
Выбор ориентирующей грани позволяет автоматически задать вектор оси инструмента. При этом в соответствующие поля закладки "Поворот инструмента" будут занесены значения координат вектора инструмента. При этом в качестве ориентирующей грани можно выбирать, помимо плоскостей, сферические, конические, цилиндрические и тораидальные поверхности. В этом случае в качестве вектора инструмента будет использоваться ось симметрии.

Опция  позволяет отменить все выбранные элементы для их последующего повторного задания.



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Параметры прохода.

**Тип прохода.** Из списка можно выбрать зигзаг/петлю/двойную петлю/спираль.

**Подъем инструмента.** Подъем инструмента при переходах между зонами обработки. Задаётся абсолютной или относительной величиной.

**Шаг проходов.** Задаётся величина шага между проходами инструмента.

**Количество проходов.** Задаёт число проходов инструмента.

**Выс. гребешка.** Величина шага между проходами инструмента рассчитывается исходя из заданной высоты гребешка и величины перекрытия инструмента на соседних проходах.

## Параметры съема.

**Толщина.** Количество снимаемого материала в направлении вектора инструмента. Число снимаемых слоев рассчитывается исходя из заданных величин параметров "Толщина" и "Шаг углубления".

**Шаг углубления.** Количество снимаемого материала за один слой. Число снимаемых слоев рассчитывается исходя из заданных величин параметров



"Толщина" и "Шаг углубления".

**Боковой отступ.** Служит для задания эквидистантного отступа. Может быть положительным и отрицательным.

**Плоскость 2.5D.** Траектория движения инструмента строится без учета столкновения инструмента с деталью. Используется при обработки плоскостей и сквозных отверстий.

**Изменить направление.** Проходы инструмента будут направлены в обратном направлении.

**Оптимизированный отступ.** Отступ осуществляется только для тех участков траектории, где есть стенки (закрытые участки поверхности). На открытых участках поверхности отступ производится не будет.

**Открытый карман.** Данная опция позволяет проводить высокоскоростную обработку открытого кармана без использования врезания. Сход/ заход для каждого слоя осуществляется через открытую часть кармана. Проходы при этом плавно меняются от открытого контура до закрытого, смещенного с учетом бокового припуска и радиуса инструмента. Возможно два способа задания топологии кармана:

- 1) Два незамкнутых контура (открытый и закрытый), имеющие общие начальные и конечные точки. Первым должен задаваться открытый контур.
- 2) Грань кармана. При этом выделение обоих контуров выполняется автоматически. Если грань содержит внутренние ограниченные контура, то они автоматически подавляются.

### Дополнительные параметры.

**Диам. предыд. инстр.** Диаметр предыдущего инструмента. При расчёте траектории T-FLEX ЧПУ производит анализ обрабатываемой детали и производит поиск участков детали, которые не могут быть обработаны предыдущим инструментом, но могут быть обработаны новым инструментом. Затем производится расчет проходов выбранного типа только в недоработанных участках детали.

**Радиус скругления.** Радиус кривизны траектории в каждой точке при включении этой опции будет не более, чем заданный. Данная опция актуальна, например, для высокоскоростных обработок.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.



**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

#### **Поворот инструмента.**

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

#### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.


#### **Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.










Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.


### **Поверхность вращения**

Для создания траектории обработки поверхности вращения нужно нажать в автоменю фрезерной зонной 3D обработки кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора тела.


Данный тип обработки служит для создания траекторий многоосевой чистовой и черновой обработки различных элементов (пазов, площадок и т.д.) на цилиндрических поверхностях и телах вращения. Для создания траектории желательно разместить тело вращения в 3D сцене таким образом, чтобы ось вращения тела совпадала с осью Z глобальной системы координат.



	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;I&gt;</b>	Выбрать другой ближайший элемент
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды
	<b>&lt;B&gt;</b>	Выбрать тело
	<b>&lt;F&gt;</b>	Выбрать грань
	<b>&lt;P&gt;</b>	Выбрать направляющий путь
	<b>&lt;L&gt;</b>	Выбрать профиль
	<b>&lt;O&gt;</b>	Выбрать ориентирующую грань
	<b>&lt;K&gt;</b>	Отменить выбор

При выборе в качестве контура тела 3д-путей или профиля сначала в 3D сцене T-FLEX CAD необходимо указать обрабатываемое тело (опция ). При выборе граней обрабатываемое тело можно не выбирать. При этом возможно сочетание различных вариантов (например, граней и 3д-путей).


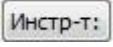
Выбор ориентирующей грани позволяет автоматически задать вектор оси инструмента. При этом в соответствующие поля закладки "Поворот инструмента" будут занесены значения координат вектора инструмента. При этом в качестве ориентирующей грани можно выбирать, помимо плоскостей, сферические, конические, цилиндрические и тораидальные поверхности. В этом случае в качестве вектора инструмента будет использоваться ось симметрии.

Опция  позволяет отменить все выбранные элементы для их последующего повторного задания.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** Из списка можно выбрать зигзаг/петлю/двойную петлю/спираль.

**Подъем инструмента.** Подъем инструмента при переходах между зонами обработки. Задаётся абсолютной или относительной величиной.

**Шаг проходов.** Задаётся величина шага между проходами инструмента.

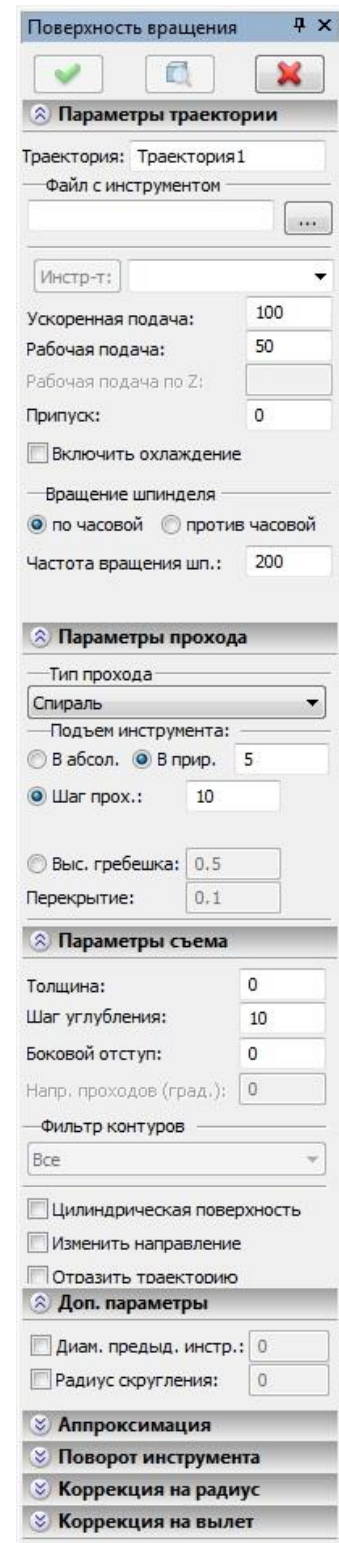
**Количество проходов.** Задаёт число проходов инструмента.

**Выс. гребешка.** Величина шага между проходами инструмента рассчитывается исходя из заданной высоты гребешка и величины перекрытия инструмента на соседних проходах.

### Параметры съема.

**Толщина.** Количество снимаемого материала в направлении вектора инструмента. Число снимаемых слоев рассчитывается исходя из заданных величин параметров "Толщина" и "Шаг углубления".

**Шаг углубления.** Количество снимаемого материала за один слой. Число снимаемых слоев рассчитывается исходя из заданных величин



The screenshot shows the 'Поверхность вращения' (Rotation Surface) dialog box. It contains several sections: 'Параметры траектории' (Trajectory Parameters), 'Параметры прохода' (Pass Parameters), 'Параметры съема' (Removal Parameters), and 'Доп. параметры' (Additional Parameters). The 'Параметры траектории' section includes fields for 'Траектория' (Trajectory), 'Файл с инструментом' (Tool File), 'Инстр-т:' (Tool), 'Ускоренная подача' (Accelerated Feed), 'Рабочая подача' (Working Feed), 'Рабочая подача по Z' (Working Feed along Z), 'Припуск' (Allowance), 'Включить охлаждение' (Enable Cooling), 'Вращение шпинделя' (Spindle Rotation) with radio buttons for 'по часовой' (clockwise) and 'против часовой' (counter-clockwise), and 'Частота вращения шп.' (Spindle Speed). The 'Параметры прохода' section includes 'Тип прохода' (Pass Type) set to 'Спираль' (Spiral), 'Подъем инструмента' (Tool Lift) with radio buttons for 'В абсол.' (absolute) and 'В прир.' (relative), 'Шаг прох.' (Pass Step), 'Выс. гребешка' (Crest Height), and 'Перекрытие' (Overlap). The 'Параметры съема' section includes 'Толщина' (Thickness), 'Шаг углубления' (Depth Step), 'Боковой отступ' (Side Offset), and 'Напр. проходов (град.)' (Pass Direction). The 'Доп. параметры' section includes 'Диам. предыд. инстр.' (Previous Tool Diameter) and 'Радиус скругления' (Radius). At the bottom, there are checkboxes for 'Аппроксимация' (Approximation), 'Поворот инструмента' (Tool Rotation), 'Коррекция на радиус' (Radius Correction), and 'Коррекция на вылет' (Exit Correction).



параметров "Толщина" и "Шаг углубления".

**Боковой отступ.** Служит для задания эквидистантного отступа. Может быть положительным и отрицательным.

**Цилиндрическая поверхность.** Данную опцию следует включать в случаях, когда обрабатываемые элемента тела вращения располагаются на его цилиндрической части (или в случаях, когда основа обрабатываемого тела - цилиндр).

**Изменить направление.** Проходы инструмента будут направлены в обратном направлении.

**Отразить траекторию.** Включение этого флага изменит расчет траектории с внешней поверхности на внутреннюю. При этом вектор инструмента изменяется на 180 градусов.

### Дополнительные параметры.

**Диам. предыд. инстр.** Диаметр предыдущего инструмента. При расчёте траектории T-FLEX ЧПУ производит анализ обрабатываемой детали и производит поиск участков детали, которые не могут быть обработаны предыдущим инструментом, но могут быть обработаны новым инструментом. Затем производится расчет проходов выбранного типа только в недоработанных участках детали.

**Радиус скругления.** Радиус кривизны траектории в каждой точке при включении этой опции будет не более, чем заданный. Данная опция актуальна, например, для высокоскоростных обработок.

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Круговая интерполяция.** В случае наличия в обрабатываемом контуре окружностей, дуг, сплайнов, других геометрических элементов, имеющих похожую форму, установка данного параметра позволит получить управляющую программу, содержащую кадры круговой интерполяции.

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

### Поворот инструмента.

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а



в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

**Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции , записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.


**Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.





Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции , записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

**Фрезерование спиралью**

Для создания траектории фрезерования спиралью нужно нажать в автоменю фрезерной зонной 3D обработки кнопку  . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора тела.


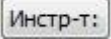
Данная обработка в основном используется для обработки тел вращения по концентрическим окружностям.

	<b>&lt;End&gt;</b>	Завершить редактирование
	<b>&lt;I&gt;</b>	Выбрать другой ближайший элемент
	<b>&lt;Esc&gt;</b>	Выйти из команды
	<b>&lt;B&gt;</b>	Выбрать тело



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры спирали.

**Шаг.** Шаг спирали.

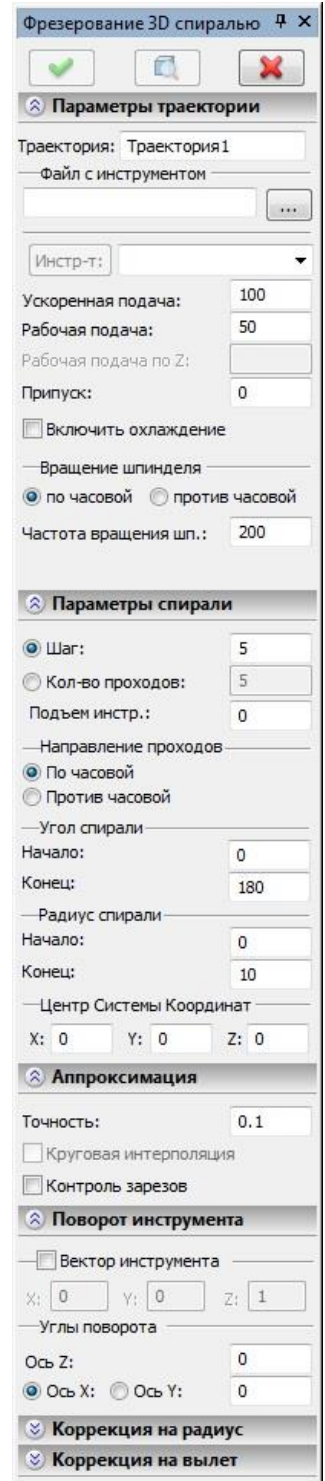
**Количество проходов.** Задаёт число проходов инструмента.

**Подъем инструмента.** Подъем инструмента при переходах между зонами обработки.

**Направление проходов.** По часовой или против часовой стрелки.

**Угол спирали.** Группа параметров задает угол между радиусами, отсекающими сектор тела вращения. Траектория обработки будет создана для этого сектора. **Начало** - задается угол от оси X в градусах (от 0 до 360). **Конец** - задается угол от оси Ч в градусах (не может быть меньше значения параметра "Начало").

**Радиус спирали.** Группа параметров задает расстояния от оси Z указанной системы координат, которые ограничивают участок обрабатываемой поверхности тела. **Начало** - задается расстояние от оси Z (ось вращения) до начала обрабатываемой зоны. **Конец** - задается расстояние от оси Z (ось вращения) до крайней точки обрабатываемой зоны (не может быть меньше значения параметра "Начало").





**Центр системы координат.** Задаются абсолютные значения координат локальной СК, относительно которой будет рассчитана траектория обработки. Ось Z ЛКС принимается за ось вращения тела.

#### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

#### **Поворот инструмента.**

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

#### **Коррекция на радиус.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на радиус.

Коррекция может быть **левой** и **правой**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

#### **Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

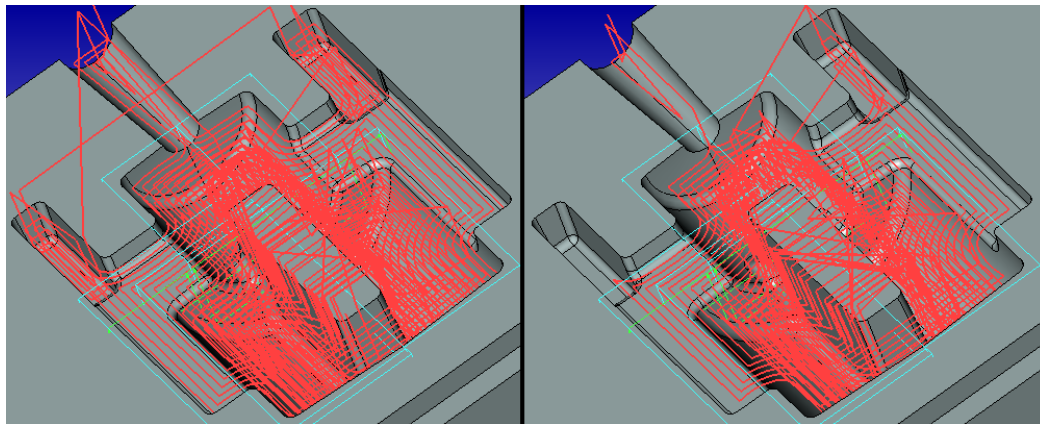
Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.



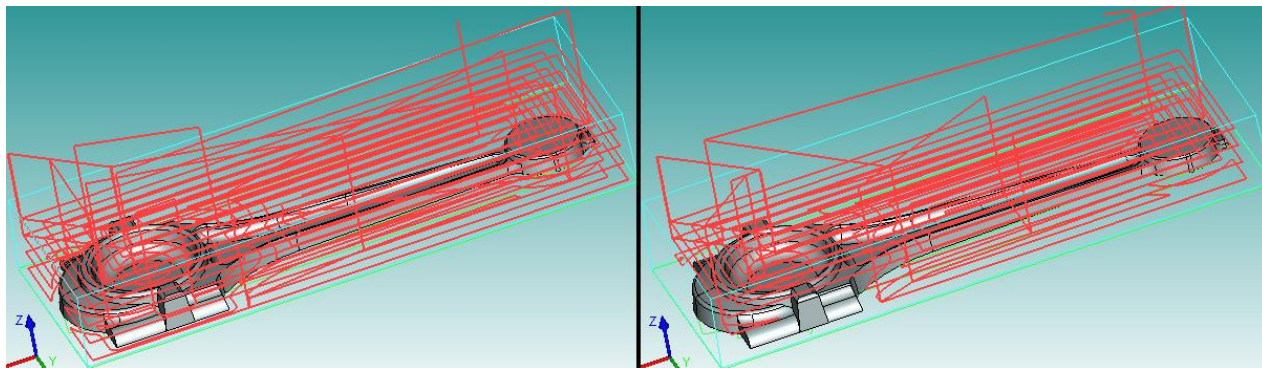
**Краткие примеры использования 3D зонной обработки (Часть 1)**

Примеры, иллюстрирующие использование упрощенной модели для черновой обработки с проходами типа спираль.

**Пример 1 (Правая полуформа)**

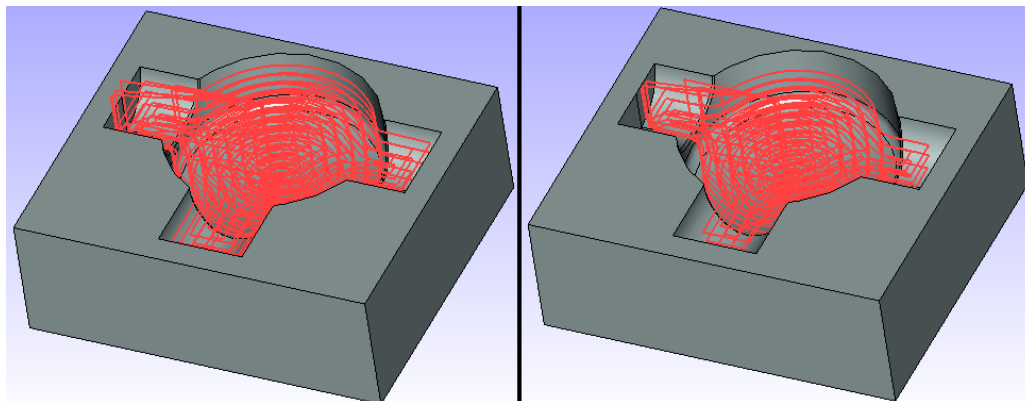
а) диаметр фрезы = 6.6 мм

б) диаметр фрезы = 15 мм

**Пример 2 (Шатун)**

а) диаметр фрезы = 8 мм

б) диаметр фрезы = 20 мм

**Пример 3 (Коробка-штамп)**

а) диаметр фрезы = 12 мм

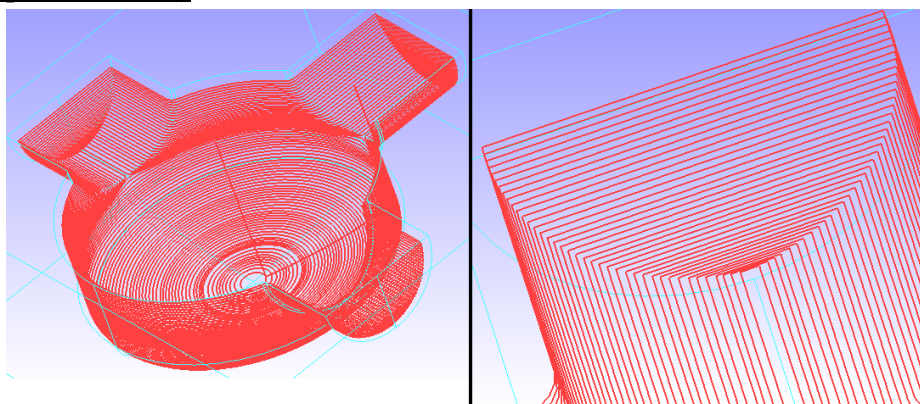
б) диаметр фрезы = 30 мм



## Краткие примеры использования 3D зонной обработки (Часть 2)

Примеры, иллюстрирующие использование прохода типа «Зачистка – петля».

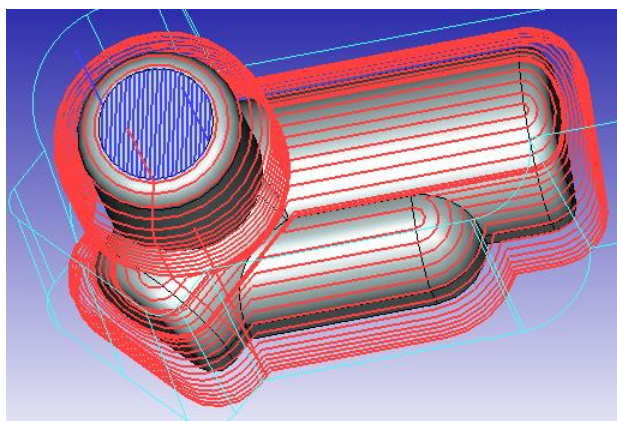
### Пример 1 (Коробка штамп)



а) Результат расчета траекторий

б) Фрагмент, иллюстрирующий переменный шаг сечений

### Пример 2 (Крышка)

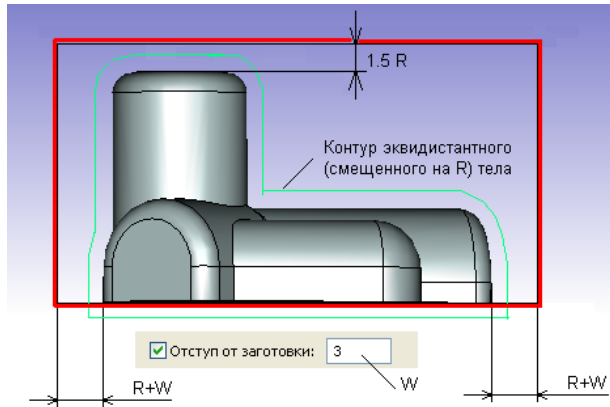


Красным цветом показаны траектории, рассчитанные с использованием обработки «Зачистка Петля», синим – плоская зона, обработанная с помощью 3D-фрезерования поверхности.

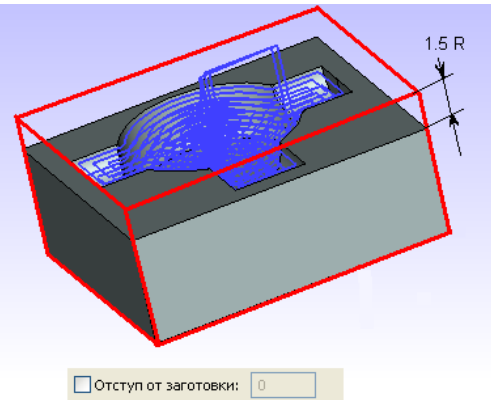


### Краткие примеры использования (Часть 3)

Примеры, поясняющие выбор ограничивающего тела на основе габаритного параллелепипеда (для случая, когда второе тело не выбрано).



а) для выпуклого тела рекомендуется дополнительный отступ

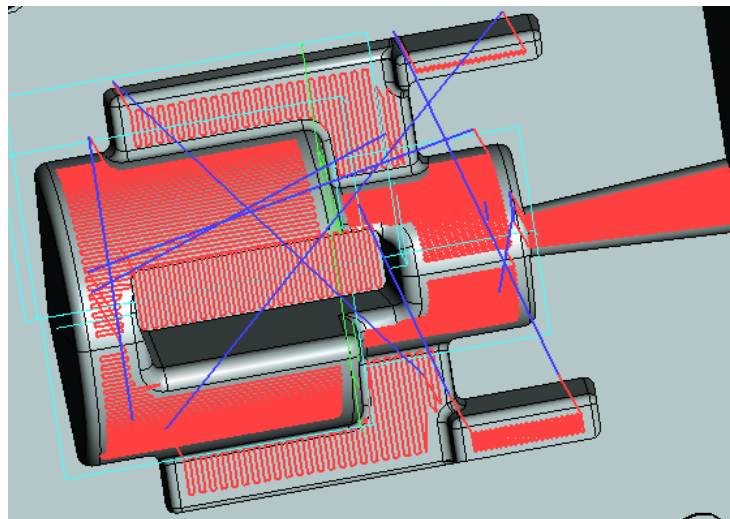


б) При фрезеровании углублений дополнительный отступ не нужен

### Краткие примеры использования (Часть 4)

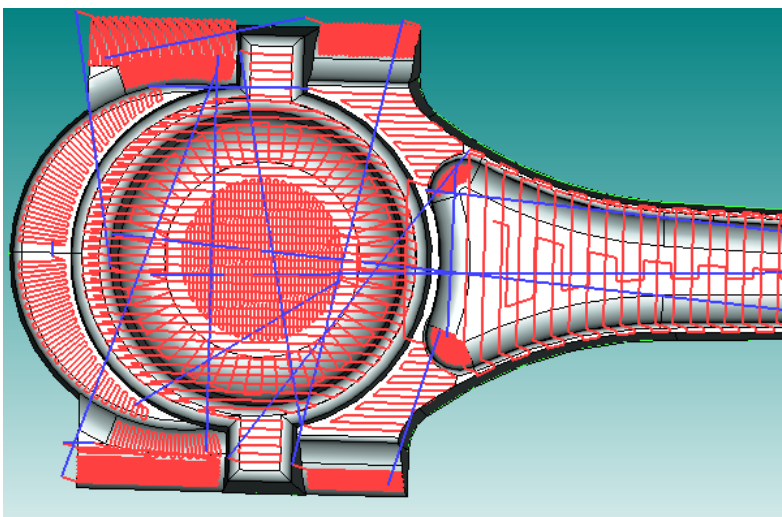
Примеры, иллюстрирующие использование функции **отступ на поверхности** при фрезеровании 3D поверхностей. **Оптимизированный отступ. Зигзаг по X.**

#### Пример 1(Правая полуформа)

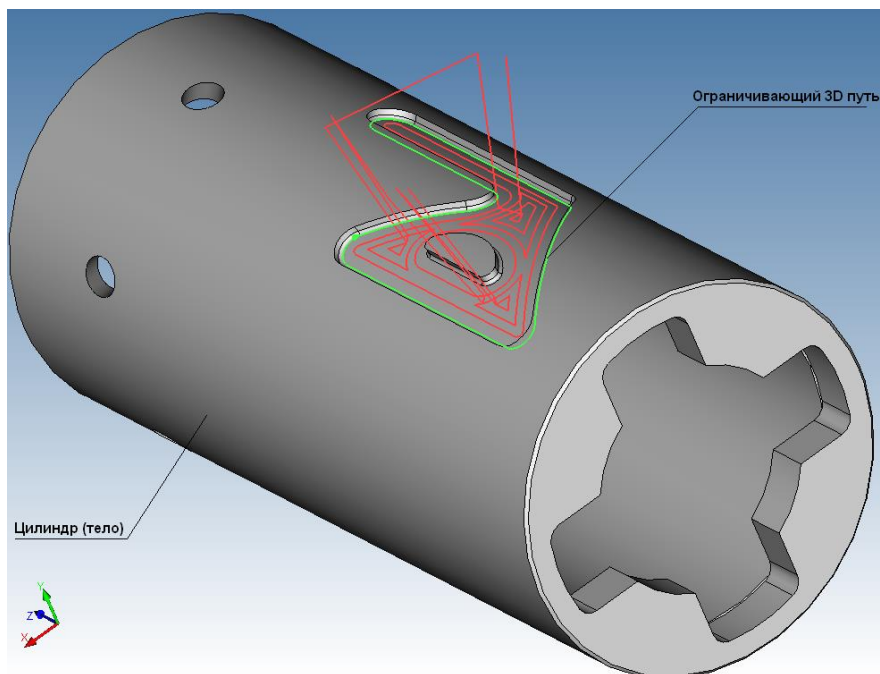




### Пример 2(Шатун)



### Пример 3(Цилиндр)




В данном случае используется обработка на цилиндрической поверхности.










## Фрезерная (5D) обработка


Для разработки траектории и управляющей программы для фрезерной 5D обработки используется команда:

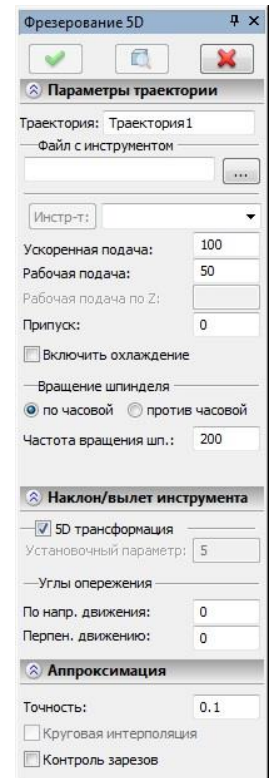
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 3D и 5D обработка Фрезерование 5D»	

После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<Y>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<C>	Фрезерование 5D контура
	<P>	Фрезерование 5D поверхности
	<G>	Траектория GOTO


### Создание траектории





После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Фрезерование 5D". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий фрезерной 5D обработки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .





**Фрезерование 5D контура**

Для создания траектории фрезерования 5D контура нужно нажать в автоменю фрезерной 5D обработки кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора 3D пути.


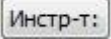
	<Y>	Закончить ввод
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<E>	Выбрать 3D путь

В 3D сцене T-FLEX CAD необходимо указать 3D-путь, образующий обрабатываемый контур.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** По контуру или против контура.

### Наклон/вылет инструмента.

**5D трансформация.** Позволяет производить расчёт траектории в координатах детали или в координатах станка с учётом вылета инструмента. Если отключить пятикоординатную трансформацию, то вылет инструмента необходимо задавать самостоятельно в **установочном параметре**.

**Углы опережения.** Могут задаваться **по направлению движения** инструмента и **перпендикулярно направлению движения** инструмента. Под углом опережения понимается наклон инструмента во время обработки для переноса точки резания из центра инструмента (создание не нулевой угловой скорости).

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба



(максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

**Коррекция на вылет.**





**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции , записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

**Фрезерование 5D поверхности**

Для создания траектории фрезерования 5D поверхности нужно нажать в автоменю фрезерной 5D обработки кнопку . На экране появится диалоговое окно параметров траектории, которые пользователь может изменить на своё усмотрение, и система перейдёт в режим выбора грани.


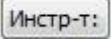
	<b>&lt;Y&gt;</b>	Закончить ввод
	<b>&lt;I&gt;</b>	Выбрать другой ближайший элемент
	<b>&lt;X&gt;</b>	Выйти из команды
	<b>&lt;F&gt;</b>	Выбрать грань

В 3D сцене T-FLEX CAD необходимо указать обрабатываемую грань.



### Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

### Параметры прохода.

**Тип прохода.** Зигзаг или петля.

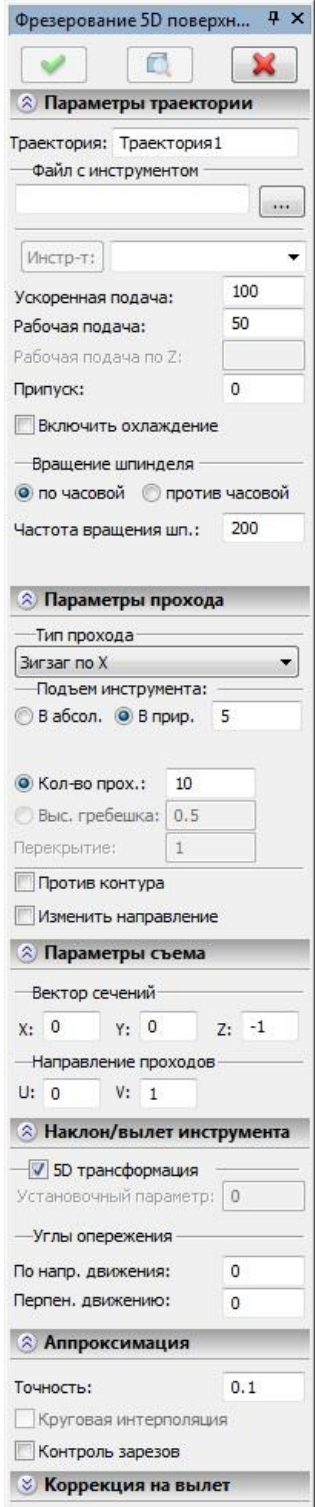
**Подъем инструмента.** Подъем инструмента при переходах между зонами обработки. Задается абсолютной или относительной величиной.

**Количество проходов.** Задаёт число проходов инструмента.

**Выс. гребешка.** Величина шага между проходами инструмента рассчитывается исходя из заданной высоты гребешка и величины **перекрытия** инструмента на соседних проходах.

**Против контура.** Обработка будет производиться в обратной последовательности, по отношению к исходному контуру траектории (по изопараметрической линии U).

**Изменить направление.** Съём материала будет начинаться в противоположном, по отношению к исходному направлению проходов, с противоположной стороны обрабатываемой грани (в направлении изопараметрической линии V).



Фрезерование 5D поверхн... [иконка] [иконка] [иконка]

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория1

Файл с инструментом: [выпадающий список]

Инстр-т: [выпадающий список]

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 50

Рабочая подача по Z: [поле]

Припуск: 0

☐ Включить охлаждение

— Вращение шпинделя —

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота вращения шп.: 200

**Параметры прохода**

Тип прохода: Зигзаг по X [выпадающий список]

Подъем инструмента: [поле]

☐ В абсол. ☒ В прир. 5

☒ Кол-во прох.: 10

☐ Выс. гребешка: 0,5

Перекрытие: 1

☐ Против контура

☐ Изменить направление

**Параметры съема**

— Вектор сечений —

X: 0 Y: 0 Z: -1

— Направление проходов —

U: 0 V: 1

**Наклон/вылет инструмента**

☒ 5D трансформация

Установочный параметр: 0

— Углы опережения —

По напр. движения: 0

Перпен. движению: 0

**Аппроксимация**

Точность: 0.1

☐ Круговая интерполяция

☐ Контроль зарезов

**Коррекция на вылет**



### Параметры съема.

**Вектор сечений.** Вектор нормали к плоскостям, в которых лежат проходы. Определяет направление слоев снимаемого материала и направление движения инструмента от одного слоя к другому. Например, если вектор задан, как  $(0,0,1)$  - слои снимаемого материала располагаются параллельно плоскости XY. В черновой обработке вектор задается только по оси Z ( $X=0$   $Y=0$ ,  $Z \neq 0$ ). Поэтому позиции X и Y **вектора сечений** в данной обработке не активны, а их значения не принимаются во внимание при расчёте траектории.

**Направление проходов.** Задаёт вектор (X,Y), который показывает направление проходов инструмента в одном снимаемом слое материала. Данное поле используется только при черновой обработке кроме проходов типа спираль (в этом случае данный элемент не активен). Вектор должен лежать в плоскости снимаемого слоя, следовательно, должен быть перпендикулярным вектору сечений. Таким образом, не все комбинации компонент векторов сечений и направлений проходов допустимы.

### Наклон/вылет инструмента.

**5D трансформация.** Позволяет производить расчёт траектории в координатах детали или в координатах станка с учётом вылета инструмента. Если отключить пятикоординатную трансформацию, то вылет инструмента необходимо задавать самостоятельно в **установочном параметре**.

**Углы опережения.** Могут задаваться **по направлению движения** инструмента и **перпендикулярно направлению движения** инструмента. Под углом опережения понимается наклон инструмента во время обработки для переноса точки резания из центра инструмента (создание не нулевой угловой скорости).

### Аппроксимация.

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».



### Коррекция на вылет.


**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.




Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

Если изначально был выбран не тот тип обработки, то выйти из него с отменой всех действий можно, нажав . После всех изменений, внесённых в параметры обработки, пользователю достаточно нажать кнопку , чтобы сохранить траекторию в файл, содержащий готовый чертёж обрабатываемой детали.






Кроме того, рассчитанная траектория будет добавлена в специальный список траекторий Менеджера обработок. Для того, чтобы просмотреть данный список, пользователю необходимо нажать кнопку .

## Фрезерная (5D) зонная обработка

Для разработки траектории и управляющей программы для фрезерной 5D зонной обработки используется команда:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Зонная обработка Фрезерование 5D»	

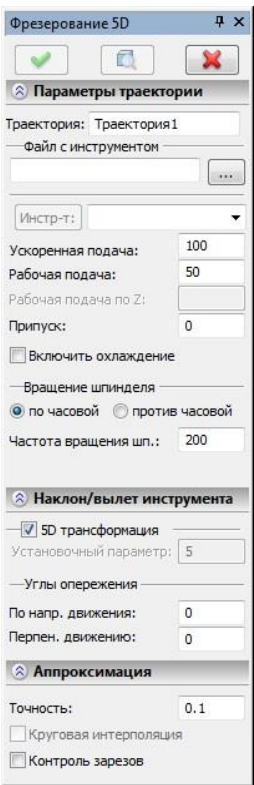
После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<Y>	Закончить ввод
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<S>	Фрезерование 5D области
	<G>	Траектория GOTO













Создание траектории

После вызова команды на экране появится диалоговое окно "Фрезерование 5D". Установленные в этом окне параметры будут действовать **по-умолчанию** для всех вновь создаваемых траекторий фрезерной 5D обработки. При создании конкретной траектории их можно будет изменить. Пользователь может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки .










Фрезерование области

При выборе фрезерования области в автоменю появятся следующие опции:

	<Y>	Закончить ввод
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<B>	Выбрать тело
	<F>	Выбрать грань
	<P>	Выбрать направляющий путь
	<F>	Первый ограничивающий путь
	<S>	Второй ограничивающий путь
	<T>	Третий ограничивающий путь
	<N>	Ориентирующий путь



После вызова опции необходимо указать обрабатываемое тело () или обрабатываемую грань (). При выборе обрабатываемого тела возможно задать дополнительные направляющие и ограничивающие пути.


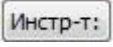
- направляющий путь . При указании только направляющего пути, будет создана обработка по этому пути по нормали к поверхности.
- первый ограничивающий путь . При указании направляющего и первого пути - будет рассчитана чистовая обработка с проходами между этими путями.
- второй ограничивающий путь . В дополнении к предыдущему случаю этот путь задает ориентацию инструмента.
- третий ограничивающий путь . При задании четырех путей формируется черновая обработка. В основном используется для обработки лопаток или ступиц.
- ориентирующий путь . Для черновой обработки, когда указано четыре пути, пятый путь будет считаться ориентирующим для инструмента.

После выбора того или иного обрабатываемого элемента, пользователь должен задать некоторые параметры обработки в окне «Фрезерование 5D области». Рекомендуется сначала задать необходимые геометрические элементы, в зависимости от их выбора будет меняться интерфейс диалогов параметров траектории.



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

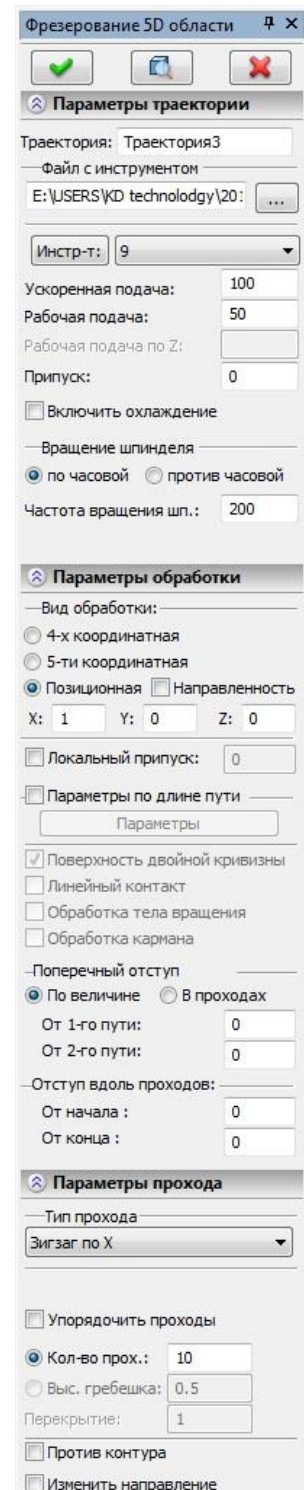
**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Параметры обработки.

**Вид обработки.** Выбор видов обработок напрямую связан с флагом "**Поверхность двойной кривизны**". В случае установленного флага траектория строится по нормали к поверхности, при этом боковые поверхности не учитываются. При этом **5-ти координатная обработка** - в УП выгружаются все 5-ть координат, **4-х координатная обработка** - инструмент всегда находится в плоскости, перпендикулярной оси Z, в УП выгружаются 4 координаты, **позиционная** - позволяет произвольно ориентировать вектор инструмента. Если флаг "**Поверхность двойной кривизны**" выключен, угол наклона инструмента изначально ориентирован по первым двум путям.

**Направленность.** Флаг активен только в режиме "Позиционного" фрезерования. В комбинации с опцией **По длине пути**, позволяет изменять по заданному закону угол наклона инструмента от прохода к проходу, а не от точки к точке, что может существенно (до 5-10 раз) уменьшить время обработки. Если опция **По длине пути** не активна (активны углы опережения), то угол "По длине пути" задает максимальное отклонение в сторону среднего прохода, (это позволяет избежать зарезов на границах лопатки и стенок), а угол



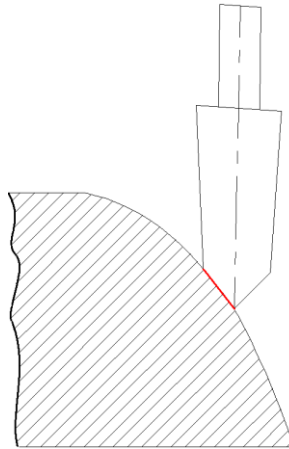


“Перпендикулярно движению” (В) -отклонение от базового вектора инструмента в сторону текущей нормали (те при  $V=0$ , инструмент располагается строго по заданному вектору).

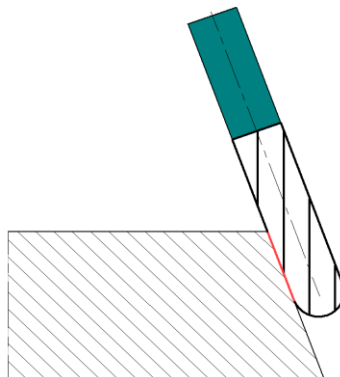
**Локальный припуск.** Позволяет смещать точки траектории вдоль оси инструмента, что облегчает построение получистовых (с припуском) траекторий без зарезов на основе чистовых.

**Параметры по длине пути.** Для многоосевой обработки наиболее сложных деталей (например, крыльчатки, турбинные колёса и т.д.) можно применить возможность изменения угла наклона инструмента по ходу обработки. Более подробно см. здесь.

**Линейный контакт.** Данная опция предназначена для многоосевой обработки деталей биконической фрезой. Включение данной опции обеспечивает максимальную площадь контакта нижней конической поверхности фрезы с обрабатываемой поверхностью.



**Обработка тела вращения.** Включение данной опции позволяет рассчитать траекторию обработки тела вращения с максимальным прилеганием боковой поверхности режущего инструмента к обрабатываемой поверхности.



**Обработка кармана.** Позволяет формировать проходы с контролем столкновений с деталью с подключением всех 5D опций (отступы, поперечные проходы, контроль угла наклона инструмента и т.д.). При



этом задаваемые 3D пути (в отличие от обычной 5D обработки) могут быть произвольными и не принадлежать телу детали. Проходы формируются путем проецирования (с контролем столкновений с деталью) контура, задаваемого двумя базовыми 3D путями и текущим номером прохода вдоль вектора инструмента, определяемого начальным вектором (X,Y,Z) и параметрами “По длине пути” (для позиционной обработки). Для Позиционной обработки вектор проецирования может меняться от прохода к проходу (Флаги “Направленность” и “По длине прохода” для этого должны быть включены). Для 5D (или Позиционной с отключенным флагом “Направленность” и/или “По длине пути”) вектор проецирования постоянен, но сам вектор инструмента может меняться формируясь, как в обычной 5D обработке, с учетом всех остальных опций. В данном случае, однако, нет полной гарантии отсутствия зарезов, если угол проецирования отличается от текущего угла наклона инструмента.

**Поперечный отступ.** Возможность задания отступа вдоль и поперек проходов. Задается по величине или по количеству проходов.Позволяет:

- а) легко разбивать обработку на две (например для оптимального выбора вектора инструмента с каждой стороны), что часто делает ненужным плавное изменение угла от одной боковой стенки до другой;
- б) проводить обработку инструментом большего диаметра без построения скруглений с последующей доработкой прилегающих к углам зон инструментом малого диаметра.

### **Параметры прохода.**

**Тип прохода.** **Зигзаг** – послойные или поверхностные эквидистантные зигзагообразные проходы; **Петля** – послойные или поверхностные эквидистантные нитевидные проходы с переходом инструмента по воздуху для обеспечения однонаправленного резания; **Спираль** – послойные или поверхностные спиралевидные проходы.

**Упорядочить проходы.** Расчет траекторий проводится по параметрическим линиям поверхности, которой принадлежит грань (также как в 5D фрезеровании грани), но с возможностью использования большинства возможностей 5D зонного фрезерования (4D ,5D или позиционное фрезерование, параметры по длине пути, локальный припуск, отступы, врезание, точки отвода/подвода в переходах, петля с возвратом и т.д.). Опция “упорядочить проходы” позволяет получить оптимальный порядок соединения отдельных проходов с минимальной общей длиной переходов.

**Кол-во проходов.** Количество проходов инструмента.

**Выс. гребешка.** Величина шага между проходами инструмента рассчитывается исходя из заданной высоты гребешка и величины **перекрытия** инструмента на соседних проходах.

**Против контура.** Обработка будет производиться в обратной последовательности, по отношению к исходному контуру траектории (по



изопараметрической линии U).

**Изменить направление.** Съём материала будет начинаться в противоположном, по отношению к исходному направлению проходов, с противоположной стороны обрабатываемой грани (в направлении изопараметрической линии V).

#### **Наклон/вылет инструмента.**

**5D трансформация.** Позволяет производить расчёт траектории в координатах детали или в координатах станка с учётом вылета инструмента. Если отключить пятикоординатную трансформацию, то вылет инструмента необходимо задавать самостоятельно в **установочном параметре**.

**Углы опережения.** Могут задаваться **по направлению движения инструмента** и **перпендикулярно направлению движения инструмента**. Под углом опережения понимается наклон инструмента во время обработки для переноса точки резания из центра инструмента (создание не нулевой угловой скорости).

#### **Точки подвода/отвода в переходах.**

**Подъём инструмента.** Задаётся расстояние до плоскости безопасности при каждом переходе.

**Точка подвода в переходе** – точка, в которую будет выходить инструмент перед каждым последующим проходом.

**Точка отвода в переходе** – точка, в которую будет выходить инструмент после завершения каждого прохода.

#### **Аппроксимация.**

**Точность** аппроксимации задаётся числовым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и является величиной стрелки прогиба (максимальное расстояние от дуги спрямляемой окружности, до спрямляющей прямой).

**Контроль зарезов.** Включение механизма контроля зарезов детали инструментом с точностью, заданной в «Настройках САМ-системы». Участки траектории с зарезами будут выделены черным цветом. Кроме того, кадры с зарезами можно увидеть в «Имитации обработки».

#### **Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение коррекции, записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.










Сверление 5D










Для разработки траектории и управляющей программы для 5D сверления используется команда:




Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ 3D и 5D обработка Сверление 5D»	

После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<Y>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<K>	Сверление 5D
	<C>	Машинные циклы 5D сверления
	<G>	Траектория GOTO

После выбора нужного пункта автоменю (сверление или машинные циклы сверления), станут доступны опции выбора необходимых для создания траектории геометрических элементов построения 3D-сцены:

	<Y>	Завершить редактирование
	<P>	Задать параметры элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<F>	Выбрать грань
	<E>	Выбрать ребро
	<L>	Выбрать относительную систему координат
	<O>	Выбрать ориентирующую грань
	<K>	Отменить выбор

Траектории сверления 5D можно создавать на основе относительных систем координат  (используется, когда есть отверстия с различной ориентацией), ребер  (на 3D-сцене выбираются непосредственно отверстия, без дополнительных построений систем координат) или можно выбрать грань , содержащую несколько отверстий, они будут выделены автоматически.

Глубина отверстий определяется автоматически для каждого отверстия индивидуально или берется фиксированной (в зависимости от состояния флага "Глубина"). Для каждой траектории ориентация



отверстий предполагается одинаковой (если не используются относительные системы координат) и определяется вектором инструмента (для его задания используется соответствующий диалог). Вектор инструмента может быть установлен вручную или путем выбора ориентирующей грани, а при выборе грани устанавливается автоматически по средней нормали к первой выбранной грани.

Следует иметь в виду, что при выборе косых отверстий ориентация выбираемой грани не совпадает с ориентацией отверстий. Поэтому их ориентацию следует ввести вручную или с помощью ориентирующей грани. Если в качестве ориентирующей грани выбрана цилиндрическая грань отверстия, то в качестве вектора инструмента берется ось цилиндра. В противном случае усредненная нормаль к поверхности грани.


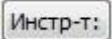
Выбор ребер можно использовать не только для добавления, но и для исключения отдельных отверстий. Исключение отверстия происходит в том случае, если оно выбрано 2 или более раз: например, один раз с помощью грани и второй - с помощью ребра или дважды с помощью ребра (например, путем выбора двух окружностей фаски отверстия или верхней и нижней окружности цилиндрической части отверстия). Выбор одной окружности дважды невозможен, что исключает случайный повторный выбор одной и той же окружности.

Оптимизация обхода отверстий осуществляется автоматически по специальному алгоритму.



## Параметры траектории.

**Траектория.** Название траектории.

**Файл с инструментом.** С помощью кнопки  нужно выбрать инструментальный файл, и далее из выпадающего списка, расположенного ниже, нужный инструмент. Перейти к редактированию выбранного инструмента можно нажатием кнопки .

Необходимо отметить, что система предложит для выбора пользователю только тот инструмент, который может применяться при выбранном виде обработки.

**Ускоренная подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость движения инструмента, при выполнении вспомогательных перемещений.

**Рабочая подача** задаётся числовым значением, с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ, и устанавливает скорость перемещения инструмента при выполнении движения резания.

**Припуск.** Данный параметр задаёт расстояние между исходным и эквидистантным контурами.

**Включить охлаждение.** Включение/выключение подачи СОЖ при обработке.

**Вращение шпинделя.** Устанавливается вращение шпинделя либо по часовой, либо против часовой стрелки.

**Частота вращения шп.** Значение скорости вращения шпинделя должно быть указано в тех единицах, в которых работает с данным параметром система ЧПУ.

## Параметры сверления 5D

**Номер цикла.** Выбор цикла сверления (**Предварительная торцовка** - для торцевания площадки под центровку отверстия. **Сверление** - для центровки и сверления отверстия. **Рассверливание** - для рассверливания отверстия. **Окончательная торцовка** - для торцовки дна отверстия. **Нарезание внутренней резьбы фрезой** - для нарезания внутренней резьбы при помощи резьбовой фрезы. Нарезание выполняется при помощи кадров винтовой интерполяции, с разбиением на витки.).

Приведённые ниже параметры циклов могут частично активизироваться или блокироваться в зависимости от выбранного цикла.

**Вертикальное смещение.** Расстояние по оси Z от оси вращения детали до базовой плоскости.

**Диаметр резьбы.** Диаметр отверстия, по которому будет производиться нарезание резьбы.

**Глубина резьбы.** Глубина нарезания резьбы.



**Глубина глубокого канала.** Глубина отверстия, получаемого сверлением, заданная от центра относительной системы координат.

**Диаметр торцовки.** Диаметр торцуемой площадки;

**Шаг резьбы.** Высота режущей части резьбовой фрезы.

**Глубина торцовки/Глубина предварительной торцовки.** Расстояние от центра относительной системы координат до торцуемой площадки;

**Глубина рассверливаемого отверстия.** Глубина рассверливаемого отверстия, заданная от центра относительной системы координат;

**Припуск.** Величина припуска при врезании (торцовка с врезанием).

**Длина врезания.** Длина отрезка на котором выполняется врезание инструмента (торцовка с врезанием).

**Угол. Величина угла под которым выполняется врезание** (торцовка с врезанием).

**Z – поворота.** Координата Z, в которую выходит инструмент для поворота детали и последующего сверления (торцовки);

**Z – безопасности.** Расстояние от центра относительной системы координат до плоскости безопасности.

#### **Фильтр отверстий.**

**Фильтр диаметров.** Задаются начальное и конечное значение диаметров отверстий, в пределах которых будет производится фильтрация отверстий.

**Фильтр глубин.** Задаются начальное и конечное значение глубины канала, в пределах которых будет производится фильтрация отверстий.

**Глубина. Фиксированная** - величина берется из параметра глубина (торцовки/канала/отверстия/резьбы). **Авто** - вычисляется автоматически для "глухих" отверстий.

#### **Поворот инструмента.**

Поворот инструмента может задаваться либо явным указанием углов поворота, либо заданием вектора инструмента.

**Вектор инструмента.** Задается ориентация вектора, задающего положение оси инструмента при обработке. При включении данного флага необходимые углы поворота инструмента рассчитываются автоматически, а в окнах задания величин углов выводятся их рассчитанные значения..

**Углы поворота.** Задание углов поворота вокруг оси Z и затем вокруг оси X или Y (определяется переключателем).

#### **Коррекция на вылет.**

**Включить.** Установка данного флага позволяет использовать параметры коррекции на вылет.

Коррекция может быть на **увеличение** и на **уменьшение**.

Коррекция задается **по номеру**. При обработке будет использовано значение




коррекции , записанное в таблице корректоров станка, в строке под номером, который указывает пользователь.

Параметры циклов сверления 5D





Для 5D сверления доступны следующие циклы: Сверление, быстрый выход (G81), Сверление с паузой (G82), Глубокое сверление (G83), Резьбонарезание метчиком (G84), Растачивание (G85).  
Параметры циклов совпадают с параметрами сверления.


Фрезерование кулачка (4D обработка)


Для разработки траектории и управляющей программы для обработки кулачка используется команда:



Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Фрезерование кулачка»	

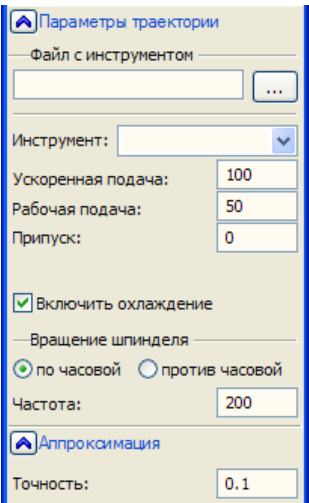
После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

	<Y>	Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
	<I>	Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
	<I>	Импортировать профиль кулачка
	<K>	Обработка кулачка
	<G>	Траектория GOTO

Нажав , пользователь увидит на экране дисплея окно с параметрами для фрезерной обработки, которые установлены по умолчанию.


Конечно, технолог-программист может поменять их на своё усмотрение и сохранить эти изменения нажатием кнопки . Однако, параметры можно оставить без изменений, так как их можно будет отредактировать в процессе дальнейшей работы.

После того как были внесены изменения в параметры обработки по умолчанию, пользователь должен выбрать одну из опций:  или .





## Импортировать профиль кулачка

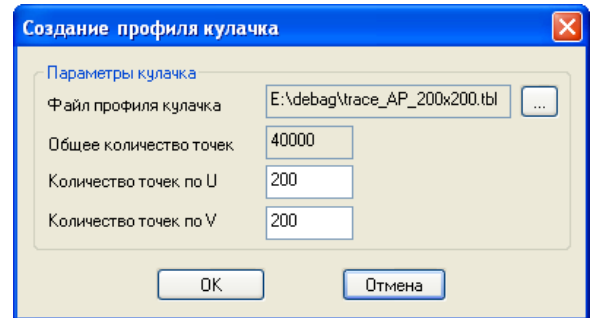
При выборе опции  появится следующий диалог:

**Файл профиля кулачка** – текстовый файл геометрии точек, характеризующих поверхность;


**Общее кол-во точек** – данный параметр заполняется автоматически после указания файла профиля кулачка;

**Количество точек по U** – кол-во точек вдоль параметрического направления **U** поверхности кулачка;

**Количество точек по V** – кол-во точек вдоль параметрического направления **V** поверхности кулачка.






Необходимо отметить, что кнопка **[OK]** активизируется только в случае, когда  $U \cdot V$  равно общему количеству точек.

После закрытия окна диалога необходимо закончить ввод клавишей **<Y>** или кнопкой .

Далее пользователю необходимо достроить твердотельную модель кулачка, используя полученную рабочую поверхность.

## Обработка кулачка

После нажатия кнопки  пользователю необходимо выбрать твердое тело. Для этого используется опция  (включена по умолчанию). После указания твердого тела необходимо закончить ввод клавишей **<Y>** или кнопкой . В результате на экране появится окно диалога «Параметры 5D траектории обработки».



**Инструмент.** Пользователь может задать конкретное имя инструмента, применяемого на станке, из списка, находящегося в файле с инструментом;

**Припуск на деталь (заготовка).** Задаётся величина припуска – расстояние между исходным и эквидистантным телами (либо между исходной и эквидистантной поверхностью);

**Количество проходов.** Задаётся число проходов инструмента

**Подъём инструмента.** Задаётся расстояние до плоскости безопасности;

**Тип прохода.** Доступен проход по схеме “съём-петля”.

**Вектор сечений.** Направление построения проходов инструмента. При значении  $X = 1$  проходы строятся в направлении оси  $X$ , а при значении  $X = -1$  в обратном;

**Параметры съёма материала.** Задаётся **вектор**, который показывает начальный угол траектории.

**Отступ от торца** – задаётся расстояние от краев детали до ближайших проходов;

**Пятикоординатная трансформация** – позволяет производить расчёт траектории в координатах детали или в координатах станка с учётом вылета инструмента. Если отключить пятикоординатную трансформацию, то вылет инструмента необходимо задавать самостоятельно.

**Файл с инструментом.** Пользователь выбирает файл, содержащий информацию о применяемом инструменте, который был заранее спроектирован с использованием Редактора инструмента;

**Ускоренная подача** задаётся конкретным цифровым значением с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ и системой управления (размерность в параметрах не указывается);

**Рабочая подача** задаётся конкретным цифровым значением с размерностью поддерживаемой стойкой ЧПУ и системой управления (размерность в параметрах не указывается);

**Частота вращения шпинделя;**


**Припуск** на обработку. Задаётся величина припуска, которая добавляется к припуску на деталь и на заготовку;

**Направление вращения шпинделя;**

**Внешние поверхности.** Подразумевает под собой учёт внешнего контура обрабатываемой поверхности;

**Включить охлаждение;**

**Точность аппроксимации** задаётся конкретным цифровым значением с размерностью, поддерживаемой стойкой ЧПУ и системой управления (размерность в параметрах не указывается).

Если изначально был выбран не тот тип обработки, то выйти из него с отменой всех действий можно, нажав пиктограмму . После всех изменений, внесённых в параметры обработки, технологи-

**Фрезерование кулачка** ✕

☒ **Параметры траектории**

☒ **Параметры прохода**

— Тип прохода —

**Съем - петля** ▼

☒ Кол-во прох.:  Н

☐ Выс. гребешка:  Н

Перекрытие:

Подъем инстр-та:

☒ **Параметры съема**

☒ **Наклон/вылет инструмента**

— Углы опережения —

По напр. движения:

Перпен. движению:

☐ По длине пути Параметры

☒ **Внешние поверхности**

☒ **5D трансформация**

Установочный параметр:

☒ **Аппроксимация**

Точность:

☒ Параметры прохода

☒ Параметры съема

Вектор сечений

X:  Y:  Z:

Направление проходов

X:  Y:

Отступ от торца:

☒ Наклон/вылет инструмента

Углы опережения

По напр. движения:

Перпен. движению:

☐ По длине пути


☒ Внешние поверхности

☒ 5D трансформация

Установочный параметр:

☒ Аппроксимация




программисту достаточно нажать кнопку , чтобы сохранить траекторию в файл, содержащий готовый чертёж обрабатываемой детали.

Рассчитанная траектория будет добавлена в список траекторий Менеджера обработок (кнопка ).









# ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ 3D

При использовании объёмной обработки пользователь имеет возможность задавать относительную систему координат. Потребность в этом очень часто возникает, например, в случае рассогласования конструкторских и технологических баз. Для создания относительной системы координат пользователю следует воспользоваться командой:

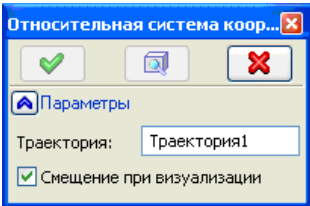
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Относительная СК 3D»	

После вызова команды в автоменю будут доступны следующие опции:

		Закончить ввод
	<P>	Задать параметры элемента
		Выбрать другой ближайший элемент
	<X>	Выйти из команды
		Выбрать ЛСК

Опция ввода параметров  позволяет пользователю задавать параметры в окне диалога “Параметры системы координат”.

Для задания относительной системы координат необходимо выбрать созданную пользователем локальную систему координат T-FLEX CAD 3D. Координаты траекторий, следующих за относительной системой координат, будут рассчитаны с ее учетом. При установке опции “Смещение при визуализации” рассчитанные траектории будут отображаться с учетом ОСК. При сохранении управляющей программы вне зависимости от опции “Смещение при визуализации” будут выгружены координаты траектории, рассчитанные с учетом относительной системы координат.





## ПОСТПРОЦЕССОРЫ

В данной главе будут кратко приведены команды, которые используются в различных постпроцессорах для различных видов обработки. Как было отмечено в пособии, именно эти команды и может редактировать технолог-программист.

### Постпроцессор для электроэрозионной обработки

Специальные команды для электроэрозионной обработки настроены по умолчанию для системы управления “DIPOL”, широко используемой в станках. Большая часть специальных команд также настроена под отечественные системы ЧПУ «15 ИПИ-3-001» или «2М-43».

Набор команд (существующий по умолчанию), используемых в управляющих программах, подразделяется на подготовительные и вспомогательные.

#### Подготовительные команды

Слова подготовительных команд содержат символ G, за которым следует две цифры, определяющие тип команды. Дополнительные команды могут являться командами, задающими режим работы системы управления. Перейдём к более подробному описанию подготовительных команд.

#### Команда быстрого позиционирования G00

По этой команде происходит быстрое позиционирование проволочного электрода в точку с заданными координатами без обработки и с заданной максимальной скоростью перемещения.

Формат команды G00:

Nn G00XxYy или Nn G00XxYyFf, где

Nn – номер кадра,

X и Y – определяют координату перемещения,

x и y – задают численное значение перемещения в миллиметрах,

F – определяет скорость подачи,

f – задаёт численное значение скорости подачи в мм/мин.

#### Команда линейной интерполяции G01

При линейной интерполяции движение происходит по прямой линии с заданной постоянной скоростью.

Формат команды G01:

Nn G01XxYy, где

Nn – номер кадра,

X и Y – определяют координату перемещения,

x и y – задают численное значение перемещения в миллиметрах.



## Команды круговой интерполяции G02, G03

Команда G02 используется для программирования движения по дуге окружности от текущей точки по направлению часовой стрелки, а команда G03 – против часовой стрелки.

Формат команды G02:

Nn G02XxYyIiJj, где

Nn – номер кадра,

X и Y – определяют координаты конечной точки дуги окружности,

I и J – координаты центра окружности относительно начальной точки дуги.

### Параметры в командах G02, G03

Абсолютные координаты	Относительные координаты
$X = x_1$	$X = x_1 - x_0$
$Y = y_1$	$Y = y_1 - y_0$
$I = x_c - x_0$	$I = x_c - x_0$
$J = y_c - y_0$	$J = y_c - y_0$

## Команда паузы G04

Команда G04 вызывает только останов движения по осям координат, не выключая генератора технологического тока и перемотку проволоки. После выдержки времени, заданной параметром X, движение по осям будет продолжено.

Формат команды G04:

Nn G04Xx, где

Nn – номер кадра,

X – параметр, задающий время паузы в миллисекундах.

## Команда параболической (сплайновой) интерполяции G06

Команда G06 используется для программирования движения по дуге квадратичной параболы от текущей точки по направлению к конечной точке. При этом касательные из граничных точек пересекаются в промежуточной точке, которая задаётся в качестве второго параметра в команде G06.

Формат команды G06:

Nn G06XxYyIiJj, где

Nn – номер кадра,

X и Y – определяют координаты промежуточной точки параболы,

I и J – координаты конечной точки дуги.

### Параметры в команде G06

Абсолютные координаты	Относительные координаты
$X = x_1$	$X = x_1 - x_0$
$Y = y_1$	$Y = y_1 - y_0$
$I = x_2$	$I = x_2 - x_0$
$J = y_2$	$J = y_2 - y_0$



### Команда смены осей координат X, Y G08

Команда смены осей координат меняет местами координаты X и Y, заданные в управляющей программе, что приводит к симметричному отображению исходного контура относительно биссектрисы первого координатного угла.

Формат команды G08:

Nn G08, где Nn – номер кадра.

Команда G09 отменяет действие команды G08.

В случае сложного формообразования (команды G23 или G51) действие команды смены осей распространяется и на оси U и V. Необходимо отметить, что для сохранения стороны обхода контура при использовании команды G08 команда G41 автоматически заменяется на G42 и, наоборот, G42 на G41.

### Команда поворота осей координат на произвольный угол G14

Команда поворота осей координат на произвольный угол G14 реализует поворот для плоскости X,Y, а в режиме сложного формообразования одновременно и для плоскости U, V.

Функция поворота программируется отдельным кадром.

Формат команды G14:

Nn G14QqIiJj, где

Nn – номер кадра,

I и J – центр поворота осей координат,

Q – угол поворота.

Под I, J задаётся центр поворота осей координат I – по X, J – по Y. Угол поворота задаётся под адресом Q с точностью 0.001°. положительным считается направление против часовой стрелки от координаты X в плоскости XY.

### Команды масштабирования G20, G21, G22

Команды масштабирования задаются отдельными кадрами для всех координат одновременно.

Форматы команд G20, G22:

Nn G20Ss, Nn G22Ss, где

Nn – номер кадра,

S – коэффициент масштабирования, который записывается в формате целого числа с подразумеваемой десятичной запятой между вторым и третьим младшими разрядами.

Для команды G20 (уменьшение) допустимые значения параметра S находятся в диапазоне от 1 до 99. При этом реальный масштаб изменяется от 0.01 до 0.99. Для команды G22 (увеличение) допустимые значения параметра S находятся в диапазоне от 1 до 9999. При этом реальный масштаб изменяется от 1.0 до 99.99. Действие команд масштабирования отменяется командой G21 по всем координатам одновременно.

### Команды сложного формообразования G23, G24

Команда G23 разрешает работу CNC – генератора в режиме сложного формообразования. В этом режиме отдельно задаются (программируются) нижний (базовый) и верхний (вторичный) контуры резания, а число элементов базового контура должно равняться числу элементов вторичного контура. Необходимость в двухконтурном формообразовании возникает при сочетании различных типов эле-



ментов на базовом и вторичном контурах (например, прямая линия и дуга окружности или дуги противоположных направлений движения). Эта команда также используется в случае, когда известны размеры верхнего и нижнего контура и неизвестны углы наклона проволочного электрода в некоторых положениях.

По команде G23 верхняя направляющая режущей проволоки перемещается относительно заготовки в координатной плоскости UV, а нижняя в плоскости XY. При этом рабочая скорость подачи, заданная в управляющей программе, определяет движение в плоскости XY, а скорость движения в плоскости UV рассчитывается из соотношения длин геометрических элементов в плоскостях XY и UV.

Формат команды G23:

Nn G23, где Nn – номер кадра.

Действие команды сложного формообразования G23 отменяется командой G24.

В тексте управляющей программы после появления команды G23 последующие кадры, содержащие движение, должны одновременно включать команды движения в нижней и верхней плоскости.

### **Команды компенсации радиуса проволочного электрода G41, G42, G40**

Форматы команд G41, G42, G40:

Nn G41Dd – левая эквидистанта,

Nn G42Dd - правая эквидистанта,

Nn G40 – команда отмены смещения на эквидистанту, где

Nn – номер кадра,

Dd – номер коррекции, определяющий номер строки в таблице значений коррекций.

### **Команды резания под постоянным углом наклона G50, G51**

По команде G51 верхняя направляющая (координатная плоскость UV) отклоняется в плоскости перпендикулярной к траектории движения. При этом наклон вправо задаётся отрицательным значением угла, а влево – положительным. Действие команды G51 отменяется командой G50. По этой команде верхняя направляющая возвращается в исходное положение, обеспечивая вертикальное положение проволочного электрода.

Форматы команд G50, G51:

Nn G50, Nn G51Aa, где

Nn – номер кадра,

A – параметр угла наклона проволочного электрода,

a – задаёт численное значение угла наклона в градусах.

### **Команды установки рабочих систем координат G54-G59**

Эти команды используются для изменения точки отсчёта (нуля системы координат) текущих координат проволочного электрода.

Форматы команд G54, G59:

Nn G54, Nn G59, где Nn – номер кадра.

В электроэрозионных станках начало станочной системы координат принято называть нулём станка. Системы координат, начала которых смещены относительно нуля станка, называют рабочими системами координат.



**Команды разрешения и запрета адаптации по эрозионному промежутку G67, G68**

Эти команды используются в подчистных режимах для управления режимом адаптации по эрозионному промежутку. Команда G67 разрешает включение режима, а команда G68 запрещает указанный режим.

Форматы команд G67, G68:

Nn G67, Nn G68, где Nn – номер кадра.

**Команда задания перемещения в абсолютных координатах G90**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от начала текущей системы координат.

Формат команды G90:

Nn G90, где Nn – номер кадра.

**Команда задания перемещения в относительных координатах G91**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от текущего положения через приращения по соответствующим координатам.

Формат команды G91:

Nn G91, где Nn – номер кадра.

**Команда G92**

Эта команда устанавливает новую рабочую систему координат с началом, смещённым относительно абсолютной системы координат.

Формат команды G92:

Nn G92, где Nn – номер кадра.

**Команды зеркального отображения относительно осей координат G93, G94, G95, G96**

В некоторых системах предусмотрены команды обработки одной или обеих сразу координат зеркально относительно заданных. Это касается, в основном, движений по командам G00, G01, G02, G03 и G06.

Команда G93 зеркально изменяет направление движения по оси X.

Команда G94 зеркально изменяет направление движения по оси Y.

Команда G95 зеркально изменяет направление движения по осям X и Y одновременно.

Команда G96 отменяет действие команд G93, G94, G95.

В формате этих команд какие-либо параметры отсутствуют.

При зеркальной обработке одной или нескольких координат необходимо учитывать следующие положения:

- знаки перемещения у всех координат, принимающих участие в зеркальной обработке, инвертируются;
- при зеркальной обработке только по одной из двух осей в плоскости круговой интерполяции (например, только по X в плоскости XY) направление обхода изменяется (G02 в G03, G03 в G02);
- при зеркальной обработке по двум координатам в плоскости круговой интерполяции, направление обхода по дуге не изменяется (G02 в G02, G03 в G03);



- при зеркальной обработке только по одной координате в плоскости эквидистанты обход детали справа (слева) изменяется на противоположный (G41 в G42, G42 в G41);
- при зеркальной обработке по двум координатам в плоскости эквидистанты обход детали справа (слева) на изменяется (G41 в G41, G42 в G42).

### **Вспомогательные команды**

Слова вспомогательных команд состоят из символа М, за которым следуют две цифры, определяющие тип команд. Вспомогательные команды управляют режимами работы CNC. Перейдём к более подробному описанию вспомогательных команд.

#### **Команда программируемого останова M00**

Команда M00 может находиться в любом месте кадра, в котором предусматривается программируемый останов, или в отдельном, следующем за ним кадре. При обработке команды M00 происходит останов движения по обеим координатным осям.

Формат команды M00:

Nn M00, где Nn – номер кадра.

#### **Команда останова с подтверждением M01**

Команда M01 должна обязательно находиться в том же кадре, в котором предусмотрен останов с подтверждением. В начале обработки этого кадра на экране дисплея появляется запрос на подтверждение останова оператором станка. После подтверждения запроса происходит обработка всех команд этого кадра и последующий останов движения.

Формат команды M01:

Nn M01, где Nn – номер кадра.

#### **Команда конца управляющей программы M02**

Кадр с командой M02 заканчивает последовательность команд управляющей технологической программы и является её последней командой. Команда M02 может находиться или в отдельном кадре или в конце последнего кадра программы. Все последующие за командой M02 кадры системой CNC IMT208SOFT и другими системами не воспринимаются и не обрабатываются.

Формат команды M02:

Nn M02, где Nn – номер кадра.

#### **Команда включения генератора технологического тока M10**

Формат команды M10:

Nn M10Ss, где

Nn – номер кадра,

Ss – параметр команды, задающий номер строки из таблицы режимов генератора.

#### **Команда отключения генератора технологического тока M11**

Эта команда отменяет команду M10 (выключает генератор технологического тока).

Формат команды M11:

Nn M11, где Nn – номер кадра.



**Команда конца подпрограммы M17**

Эта команда используется для завершения текущей подпрограммы и передачи управления в кадр главной управляющей программы, который следует за кадром вызова подпрограммы.

Формат команды M17:

Nn M17, где Nn – номер кадра.

**Команда конца цикла M20**

Эта команда применяется для задания конца цикла в технологической управляющей программе.

Формат команды M20:

Nn M20, где Nn – номер кадра.

**Команда конца файла управляющей программы M30**

Эта команда используется для указания конца файла управляющей программы и используется совместно с командой M02.

Формат команды M30:

Nn M30, где Nn – номер кадра.

**Команды масштабирования скорости подачи M36, M37**

Команда M37 используется для уменьшения скорости подачи, задаваемой параметром F в 100 раз. Команда M36 отменяет действие команды M37.

Форматы команд M36, M37:

Nn M36, Nn M37, где Nn – номер кадра.

**Команды управления дизлектрической системой M48, M49**

Формат команды M48:

Nn M48Ss, где

Nn – номер кадра,

Ss – параметр команды, задающий режим работы дизлектрической системы.

Значения параметра S и соответствующие им рабочие режимы при работе с наполнением рабочей ванны:

0 – отключить клапаны флешинга высокого и низкого давления;

1 – включить клапан флешинга высокого давления;

2 – включить клапан флешинга низкого давления;

3 – включить оба клапана флешинга.

Значения параметра s и соответствующие им рабочие режимы при работе без наполнения рабочей ванны:

4 – отключить клапаны флешинга высокого и низкого давления;

5 – включить клапан флешинга высокого давления;

6 – включить клапан флешинга низкого давления;

7 – включить оба клапана.



При исполнении команды M48 со значениями параметра S от 0 до 7 в некоторых системах происходит автоматическое включение циркуляционного насоса и насоса флешинга, если они не были включены до этого момента. В режиме работы с наполнением рабочей ванны при включении насосов включается также клапан наполнения ванны.

Дополнительные значения параметра S:

8 – включить все клапаны и насосы;

9 – отключить все клапаны и насосы, кроме циркуляционного.

### **Команды включения/отключения перемотки проволоки M50, M51**

Команда M51 отменяет действие команды M50, то есть останавливает перемотку проволоки и переключает натяжение проволоки с рабочего на нерабочее (тенивое), которое присутствует постоянно, пока CNC включено.

Форматы команд M50, M51:

Nn M50Ss, Nn M51, где

Nn – номер кадра,

Ss – номер строки в таблице режимов работы перемотки.

В таблице режимов перемотки в каждой строке значения скорости приведены в м/мин и силы натяжения – в Ньютонах (Н).

### **Команда отмены включения заданного режима адаптации по эрозионному промежутку M54**

Команда M54 отменяет действие команды G67, то есть отменяет включение заданного режима адаптации по эрозионному промежутку.

Формат команды M54:

Nn M54, где Nn – номер кадра.

### **Команды включения/отключения запрета разгонов и торможений M55, M56**

Команда M55 включает запрет разгонов и торможений при движении по осям XY и UV.

Команда M56 отменяет действие команды M55, то есть отключает запрет разгонов и торможений.

Форматы команд M55, M56:

Nn M55, Nn M56, где Nn – номер кадра.

## ***Постпроцессор для лазерной обработки***

---

Набор команд (существующий по умолчанию), используемых в управляющих программах, подразделяется на подготовительные и вспомогательные.

### **Подготовительные команды**

Слова подготовительных команд содержат символ G, за которым следует две цифры, определяющие тип команды. Дополнительные команды могут являться командами, задающими режим работы системы управления. Перейдем к более подробному описанию подготовительных команд (формат команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).



### Команда быстрого позиционирования G00

Перемещение в запрограммированную точку с заданной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость рабочего перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть не координированными, например: N10 G00 X10 Y25.

### Команда линейной интерполяции G01

Перемещение с запрограммированной скоростью по прямой (в прямоугольной системе координат). В данном случае должно обеспечиваться постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться инструмент станка по двум осям координат одновременно, например: N10 G01 X10 Y25.

### Команды круговой интерполяции G02, G03

Круговая интерполяция, при которой движение инструмента направлено соответственно по часовой стрелке, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности или против. Перемещения осуществляются с запрограммированной скоростью, например: N10 G02 X10 Y25 I5 J2 или N10 G03 X10 Y25 I5 J2.

### Команда паузы G04

Остановка обработки на время, заданное в кадре (мс), например: N20 G04 X1000.

### Команда смены осей координат X, Y G08

Оси X и Y меняются местами. Команда G09 отменяет действие команды G08.

### Команда поворота осей координат на произвольный угол G14

Оси координат поворачиваются на произвольный угол. Команда G15 отменяет действие команды G14.

### Команды масштабирования G20, G21, G22

Команды масштабирования задаются отдельными кадрами для всех координат одновременно. Для команды G20 (уменьшение) допустимые значения параметра S находятся в диапазоне от 1 до 99. При этом реальный масштаб изменяется от 0.01 до 0.99. Для команды G22 (увеличение) допустимые значения параметра S находятся в диапазоне от 1 до 9999. При этом реальный масштаб изменяется от 1.0 до 99.99. Действие команд масштабирования отменяется командой G21 по всем координатам одновременно.

### Команды компенсации радиуса инструмента G41, G42, G40

По данным трём командам соответственно включается левая коррекция на радиус инструмента (например, N100 G41 D4); включается правая коррекция на радиус инструмента (например, N100 G42 D4); отменяется правая и левая коррекция на радиус инструмента (например, N100 G40).

### Команды установки рабочих систем координат G54-G59

Эти команды используются для изменения точки отсчёта (нуля системы координат) текущих координат инструмента. По этим командам устанавливаются рабочие системы координат с номерами соответственно от 0 до 5.



### **Команда задания перемещения в абсолютных координатах G90**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от начала текущей системы координат.

### **Команда задания перемещения в относительных координатах G91**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от текущего положения через приращения по соответствующим координатам.

### **Команда G92**

Эта команда устанавливает новую рабочую систему координат с началом, смещённым относительно абсолютной системы координат.

### **Команды зеркального отображения относительно осей координат G93, G94, G95, G96**

В некоторых системах предусмотрены команды обработки одной или обеих сразу координат зеркально относительно заданных. Это касается, в основном, движений по командам G00, G01, G02, G03 и G06.

Команда G93 зеркально изменяет направление движения по оси X.

Команда G94 зеркально изменяет направление движения по оси Y.

Команда G95 зеркально изменяет направление движения по осям X и Y одновременно.

Команда G96 отменяет действие команд G93, G94, G95.

В формате этих команд какие-либо параметры отсутствуют.

При зеркальной обработке одной или нескольких координат необходимо учитывать следующие положения:

- знаки перемещения у всех координат, принимающих участие в зеркальной обработке, инвертируются;
- при зеркальной обработке только по одной из двух осей в плоскости круговой интерполяции (например, только по X в плоскости XY) направление обхода изменяется (G02 в G03, G03 в G02);
- при зеркальной обработке по двум координатам в плоскости круговой интерполяции, направление обхода по дуге не изменяется (G02 в G02, G03 в G03);
- при зеркальной обработке только по одной координате в плоскости эквидистанты обход детали справа (слева) изменяется на противоположный (G41 в G42, G42 в G41);
- при зеркальной обработке по двум координатам в плоскости эквидистанты обход детали справа (слева) не изменяется (G41 в G41, G42 в G42).

### **Вспомогательные команды**

Слова вспомогательных команд состоят из символа M, за которым следуют две цифры, определяющие тип команд. Вспомогательные команды управляют режимами работы CNC. Перейдём к более подробному описанию вспомогательных команд (формат команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).



### **Команда программируемого останова M00**

Команда M00 может находиться в любом месте кадра, в котором предусматривается программируемый останов, или в отдельном, следующем за ним кадре. При обработке команды M00 происходит останов движения по обеим координатным осям.

### **Команда останова с подтверждением M01**

Команда M01 должна обязательно находиться в том же кадре, в котором предусмотрен останов с подтверждением. В начале обработки этого кадра на экране дисплея появляется запрос на подтверждение останова оператором станка. После подтверждения запроса происходит обработка всех команд этого кадра и последующий останов движения.

### **Команда конца управляющей программы M02**

Кадр с командой M02 заканчивает последовательность команд управляющей технологической программы и является её последней командой. Команда M02 может находиться или в отдельном кадре или в конце последнего кадра программы. Все последующие за командой M02 кадры системой CNC не воспринимаются и не обрабатываются.

### **Команда включения генератора технологического тока M10**

Задаётся номер режима генератора. По данной команде происходит включение генератора с заданным режимом, например: N100 M10 S2.

### **Команда отключения генератора технологического тока M11**

Эта команда отменяет команду M10 (выключает генератор технологического тока).

### **Команда конца файла управляющей программы M30**

Эта команда используется для указания конца файла управляющей программы и используется совместно с командой M02.

### **Команды масштабирования скорости подачи M36, M37**

Команда M37 используется для уменьшения скорости подачи, задаваемой параметром F в 100 раз. Команда M36 отменяет действие команды M37.

### **Команды включения/отключения запрета разгонов и торможений M55, M56**

Команда M55 включает запрет разгонов и торможений при движении по осям XY и UV.

Команда M56 отменяет действие команды M55, то есть отключает запрет разгонов и торможений.

## ***Постпроцессор для токарной обработки***

Набор команд (существующий по умолчанию), используемых в управляющих программах, подразделяется на подготовительные и вспомогательные.

### **Подготовительные команды**

Слова подготовительных команд содержат символ G, за которым следует две цифры, определяющие тип команды. Дополнительные команды могут являться командами, задающими режим работы си-



стемы управления. Перейдём к более подробному описанию подготовительных команд (формат команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### **Команда быстрого позиционирования G00**

Перемещение в запрограммированную точку с заданной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость рабочего перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть не координированными, например: N10 G00 X10 Y25.

### **Команда линейной интерполяции G01**

Перемещение с запрограммированной скоростью по прямой (в прямоугольной системе координат). В данном случае должно обеспечиваться постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться инструмент станка по двум осям координат одновременно, например: N10 G01 X10 Y25.

### **Команды круговой интерполяции G02, G03**

Круговая интерполяция, при которой движение инструмента направлено соответственно по часовой стрелке, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности или против. Перемещения осуществляются с запрограммированной скоростью, например: N10 G02 X10 Y25 I5 J2 или N10 G03 X10 Y25 I5 J2.

### **Команда паузы G04**

Остановка обработки на время, заданное в кадре (мс), например: N20 G04 X1000.

### **Команда задания перемещения в абсолютных координатах G90**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от начала текущей системы координат.

### **Команда задания перемещения в относительных координатах G91**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от текущего положения через приращения по соответствующим координатам.

### **Вспомогательные команды**

Слова вспомогательных команд состоят из символа M, за которым следуют две цифры, определяющие тип команд. Вспомогательные команды управляют режимами работы CNC. Перейдём к более подробному описанию вспомогательных команд (формат команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### **Команда программируемого останова M00**

Команда M00 может находиться в любом месте кадра, в котором предусматривается программируемый останов, или в отдельном, следующем за ним кадре. При обработке команды M00 происходит останов движения по обеим координатным осям.

### **Команда останова с подтверждением M01**

Команда M01 должна обязательно находиться в том же кадре, в котором предусмотрен останов с подтверждением. В начале обработки этого кадра на экране дисплея появляется запрос на подтвер-



ждение останова оператором станка. После подтверждения запроса происходит обработка всех команд этого кадра и последующий останов движения.

### **Команда конца управляющей программы M02**

Кадр с командой M02 заканчивает последовательность команд управляющей технологической программы и является её последней командой. Команда M02 может находиться или в отдельном кадре или в конце последнего кадра программы. Все последующие за командой M02 кадры системой CNC не воспринимаются и не обрабатываются.

### **Команды включения вращения шпинделя с заданной частотой вращения M03, M04**

По данным командам происходит включение вращения шпинделя с заданной частотой вращения соответственно по часовой стрелке и против часовой стрелки.

### **Команда включения насосов системы охлаждения M07**

По этой команде происходит включение насосов системы охлаждения (например, N100 M07 S2), где S - параметр системы охлаждения.

Команда M08 отменяет действие команды M07, то есть отключает насосы системы охлаждения.

### **Команда отключения шпинделя M11**

По данной команде происходит отключение вращения шпинделя.

### **Команда конца файла управляющей программы M30**

Эта команда используется для указания конца файла управляющей программы и используется совместно с командой M02.

### **Команды включения/отключения запрета разгонов и торможений M55, M56**

Команда M55 включает запрет разгонов и торможений при движении по осям XY и UV.

Команда M56 отменяет действие команды M55, то есть отключает запрет разгонов и торможений.

## ***Постпроцессор для сверлильной обработки***

Набор команд (существующий по умолчанию), используемых в управляющих программах, подразделяется на подготовительные и вспомогательные.

### **Подготовительные команды**

Слова подготовительных команд содержат символ G, за которым следует две цифры, определяющие тип команды. Дополнительные команды могут являться командами, задающими режим работы системы управления. Перейдём к более подробному описанию подготовительных команд (формат команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### **Команда быстрого позиционирования G00**

Перемещение в запрограммированную точку с заданной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость рабочего перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть не координированными, например: N10 G00 X10 Y25.



### **Команда линейной интерполяции G01**

Перемещение с запрограммированной скоростью по прямой (в прямоугольной системе координат). В данном случае должно обеспечиваться постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться инструмент станка по двум осям координат одновременно, например: N10 G01 X10 Y25.

### **Команды круговой интерполяции G02, G03**

Круговая интерполяция, при которой движение инструмента направлено соответственно по часовой стрелке, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности или против. Перемещения осуществляются с запрограммированной скоростью, например: N10 G02 X10 Y25 I5 J2 или N10 G03 X10 Y25 I5 J2.

### **Команда паузы G04**

Остановка обработки на время, заданное в кадре (мс), например: N20 G04 X1000.

### **Команда пропуска кадра с префиксом </> G11, G12**

По команде G11 кадр, помеченный префиксом </>, обрабатываться в программе не будет. Команда G12 отменяет действие команды G11.

### **Команда задания перемещения в абсолютных координатах G90**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от начала текущей системы координат.

### **Команда задания перемещения в относительных координатах G91**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от текущего положения через приращения по соответствующим координатам.

### **Вспомогательные команды**

Слова вспомогательных команд состоят из символа M, за которым следуют две цифры, определяющие тип команд. Вспомогательные команды управляют режимами работы CNC. Перейдём к более подробному описанию вспомогательных команд (формат команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### **Команда программируемого останова M00**

Команда M00 может находиться в любом месте кадра, в котором предусматривается программируемый останов, или в отдельном, следующем за ним кадре. При обработке команды M00 происходит останов движения по всем координатным осям.

### **Команда останова с подтверждением M01**

Команда M01 должна обязательно находиться в том же кадре, в котором предусмотрен останов с подтверждением. В начале обработки этого кадра на экране дисплея появляется запрос на подтверждение останова оператором станка. После подтверждения запроса происходит обработка всех команд этого кадра и последующий останов движения.



### **Команда конца управляющей программы M02**

Кадр с командой M02 заканчивает последовательность команд управляющей технологической программы и является её последней командой. Команда M02 может находиться или в отдельном кадре или в конце последнего кадра программы. Все последующие за командой M02 кадры системой CNC не воспринимаются и не обрабатываются.

### **Команды включения вращения шпинделя с заданной частотой вращения M03, M04**

По данным командам происходит включение вращения шпинделя с заданной частотой вращения соответственно по часовой стрелке и против часовой стрелки.

### **Команда включения насосов системы охлаждения M07**

По этой команде происходит включение насосов системы охлаждения (например, N100 M07 S2), где S - параметр системы охлаждения.

Команда M08 отменяет действие команды M07, то есть отключает насосы системы охлаждения.

### **Команда отключения шпинделя M11**

По данной команде происходит отключение вращения шпинделя.

### **Команда конца файла управляющей программы M30**

Эта команда используется для указания конца файла управляющей программы и используется совместно с командой M02.

## ***Постпроцессор для 2.5D фрезерной обработки***

Набор команд (существующий по умолчанию), используемых в управляющих программах, подразделяется на подготовительные и вспомогательные.

### **Подготовительные команды**

Слова подготовительных команд содержат символ G, за которым следует две цифры, определяющие тип команды. Дополнительные команды могут являться командами, задающими режим работы системы управления. Перейдём к более подробному описанию подготовительных команд (формат некоторых команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### **Команда быстрого позиционирования G00**

Перемещение в запрограммированную точку с заданной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость рабочего перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть не координированными, например: N10 G00 X10 Y25.

### **Команда линейной интерполяции G01**

Перемещение с запрограммированной скоростью по прямой (в прямоугольной системе координат). В данном случае должно обеспечиваться постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться инструмент станка по двум осям координат одновременно, например: N10 G01 X10 Y25.



### **Команды круговой интерполяции G02, G03**

Круговая интерполяция, при которой движение инструмента направлено соответственно по часовой стрелке, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности или против. Перемещения осуществляются с запрограммированной скоростью, например: N10 G02 X10 Y25 I5 J2 или N10 G03 X10 Y25 I5 J2.

### **Команда паузы G04**

Остановка обработки на время, заданное в кадре (мс), например: N20 G04 X1000.

### **Команда задания вида сплайна G05**

При использовании данной команды пользователь задаёт вид сплайна, применяемого при обработке. Имеется возможность задания следующих видов сплайнов: натуральный сплайн; сплайн, начальный сегмент которого содержит тангенциальный переход; сплайн, конечный сегмент которого содержит тангенциальный переход; сплайн, начальный и конечный сегменты которого содержат тангенциальные переходы.

### **Команда включения сплайновой интерполяции G06**

Наличие данной команды в управляющей команде означает, что при обработке была использована сплайновая интерполяция, например: N10 G06 X... Y....

### **Команда тангенциальной интерполяции G07**

При использовании данной команды включается тангенциальная интерполяция, то есть переход от задаваемой в данной команде точки к последующей точке будет осуществляться по дуге окружности, например: N10 G07 X... Y....

### **Команды интерполяции по кругу с радиусом G12, G13 по часовой стрелке и против часовой стрелке соответственно**

При использовании данной команды включается команда круговой интерполяции по часовой стрелке или против часовой стрелке, с заданием окружности перемещения через радиус, например: N10 G13 X... Y... K....

### **Команды программирования последующих точек в абсолютных и относительных системах полярных координат G14, G15**

Наличие данных команд говорит об использовании при программировании систем абсолютных или относительных полярных координат.

### **Команда задания центра полярной системы координат G16**

Данной командой задаётся центр полярной системы координат (например, N10 G16 X... Y...), где X соответственно угол, а Y- радиус.

### **Команды выбора рабочей плоскости G17, G18, G19**

Данными командами возможно задавать желаемую рабочую плоскость из следующих XY, ZX, YZ соответственно.



**Команда задания свободной рабочей плоскости G20**

Данная команда задаёт рабочую плоскость, проходящую через заданные в ней оси, например: N10 G20 I4 J3, где I4 - номер основной оси, а J3 - номер дополнительной оси.

**Команды ограничивающие рабочее пространство G24, G25**

Эти команды задают нижнюю и верхнюю границу рабочего пространства соответственно.

**Команды включения и выключения ограничения рабочего пространства G26, G27**

Эти команды включают или выключают соответственно ограничение рабочего пространства.

**Команда отражения вдоль линий G38**

При использовании данной команды будет осуществлено зеркальное отражение вдоль вертикальных и горизонтальных линий, задаваемых параметром X - для горизонтальной линий и Y - для вертикальных линий.

Команда G39 отменяет действие команды G38, то есть отключает зеркальное отражение.

**Команды включения левой и правой коррекции G41, G42**

Данные команды включают коррекцию траектории на радиус инструмента соответственно слева или справа, например: N10 G41 D3, где D3 - номер коррекции.

Команда G40 отменяет действие команд G41, G42, то есть отключает коррекцию траектории.

**Команды «поворота детали» G51, G52**

Данные команды используются в том случае, если пользователю нужно отработать записанную до этих команд программу ещё раз, но уже с учётом поворота вокруг центра рабочей плоскости на определённый угол, задаваемый в этих командах в градусах или радианах соответственно, например: N10 G52 R. . . , где R - угол поворота в радианах.

**Команды установки рабочих систем координат G54-G59**

Эти команды используются для изменения точки отсчёта (нуля системы координат) текущих координат инструмента. Данные команды используются, например, для обработки деталей в паллетах.

Форматы команд G54, G59:

Nn G54, Nn G59, где Nn – номер кадра.

В станках начало станочной системы координат принято называть нулём станка. Системы координат, начала которых смещены относительно нуля станка, называют рабочими системами координат.

Команда G53 отменяет действие команд G54 – G59, то есть выключает изменение точки отсчёта (нуля системы координат) текущих координат инструмента.

**Команда изменения числа оборотов шпинделя и подачи G63**

При использовании данной команды пользователь может изменить заранее запрограммированное число оборотов шпинделя в диапазоне от 63% до 120%, то есть уменьшить или увеличить частоту вращения шпинделя. Также, используя данную команду, пользователь может масштабировать, то есть увеличивать или уменьшать, заранее запрограммированную подачу в диапазоне от 1% до 120%.



Команда G66, выключает данный режим, то есть шпиндель начинает вращаться с заранее запрограммированной частотой вращения, и подача возвращается к заранее запрограммированному числу.

### **Команды программирования в метрической системе или дюймах G71, G70**

По умолчанию в станках используют метрическую систему, однако пользователь для своего удобства может работать и с дюймами, используя команду G70. Для возврата назад к метрической системе достаточно включить команду G71.

### **Команда предотвращения ошибки скругления G73**

При включении данной команды ошибка скругления возникать не будет.

Команда G72 отключает команду G73.

### **Команда переноса «нуля» станка G74**

При использовании данной команды будет перенесён в другое место «нуль» станка, например: N10 G74 X... Y... ..

### **Команда программирования углового ускорения/точности обрабатываемого контура G86**

Известно, что угловое ускорение влияет на точность контура. Команда G86 позволяет программировать и ту и другую величину. Значение углового ускорения задаётся параметром E и может быть любой величиной, однако существуют стандартные значения:

1 – увеличение максимального ускорения в два раза

0.5 – установка максимального ускорения

0.25 – уменьшение максимального ускорения вдвое

0.05 – уменьшение максимального ускорения вчетверо

Значение параметра K, отвечающего за точность обрабатываемого контура, может задаваться произвольно, например: N10 G86 E0.5 K0.05.

### **Команда задания перемещения в абсолютных координатах G90**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от начала текущей системы координат.

Формат команды G90:

Nn G90, где Nn – номер кадра.

### **Команда задания перемещения в относительных координатах G91**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от текущего положения через приращения по соответствующим координатам.

Формат команды G91:

Nn G91, где Nn – номер кадра.

### **Команда G92**

Эта команда устанавливает новую рабочую систему координат с началом, смещённым относительно абсолютной системы координат.

Формат команды G92:

Nn G92, где Nn – номер кадра.



## Вспомогательные команды

Слова вспомогательных команд состоят из символа M, за которым следуют две цифры, определяющие тип команд. Вспомогательные команды управляют режимами работы CNC. Перейдём к более подробному описанию вспомогательных команд (формат некоторых команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### Команда программируемого останова M00

Команда M00 может находиться в любом месте кадра, в котором предусматривается программируемый останов, или в отдельном, следующем за ним кадре. При обработке команды M00 происходит останов движения по обеим координатным осям.

### Команда останова с подтверждением M01

Команда M01 должна обязательно находиться в том же кадре, в котором предусмотрен останов с подтверждением. В начале обработки этого кадра на экране дисплея появляется запрос на подтверждение останова оператором станка. После подтверждения запроса происходит обработка всех команд этого кадра и последующий останов движения.

### Команда конца управляющей программы M02

Кадр с командой M02 заканчивает последовательность команд управляющей технологической программы и является её последней командой. Команда M02 может находиться или в отдельном кадре или в конце последнего кадра программы. Все последующие за командой M02 кадры системой CNC не воспринимаются и не обрабатываются.

### Команды включения вращения шпинделя с заданной частотой вращения M03, M04

По данным командам происходит включение вращения шпинделя с заданной частотой вращения соответственно по часовой стрелке и против часовой стрелки.

### Команда включения насосов системы охлаждения M07

По этой команде происходит включение насосов системы охлаждения, например: N100 M07 S2, где S - параметр системы охлаждения.

Команда M08 отменяет действие команды M07, то есть отключает насосы системы охлаждения.

### Команда отключения шпинделя M11

По данной команде происходит отключение вращения шпинделя.

### Команда конца файла управляющей программы M30

Эта команда используется для указания конца файла управляющей программы и используется совместно с командой M02.

## Постпроцессор для 3D фрезерной обработки

Набор команд (существующий по умолчанию), используемых в управляющих программах, подразделяется на подготовительные и вспомогательные.



## Подготовительные команды

Слова подготовительных команд содержат символ G, за которым следует две цифры, определяющие тип команды. Дополнительные команды могут являться командами, задающими режим работы системы управления. Перейдём к более подробному описанию подготовительных команд (формат некоторых команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### Команда быстрого позиционирования G00

Перемещение в запрограммированную точку с заданной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость рабочего перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть не координированными, например: N10 G00 X10 Y25.

### Команда линейной интерполяции G01

Перемещение с запрограммированной скоростью по прямой (в прямоугольной системе координат). В данном случае должно обеспечиваться постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться инструмент станка по двум осям координат одновременно, например: N10 G01 X10 Y25.

### Команда паузы G04

Остановка обработки на время, заданное в кадре (мс), например: N20 G04 X1000.

### Команды включения левой и правой коррекции G41, G42

Данные команды включают коррекцию траектории на радиус инструмента соответственно слева или справа, например: N10 G41 D3, где D3 - номер коррекции.

Команда G40 отменяет действие команд G41, G42, то есть отключает коррекцию траектории.

### Команда изменения числа оборотов шпинделя и подачи G63

При использовании данной команды пользователь может изменить заранее запрограммированное число оборотов шпинделя в диапазоне от 63% до 120%, то есть уменьшить или увеличить частоту вращения шпинделя. Также, используя данную команду, пользователь может масштабировать, то есть увеличивать или уменьшать, заранее запрограммированную подачу в диапазоне от 1% до 120%.

Команда G66 выключает данный режим, то есть шпиндель начинает вращаться с заранее запрограммированной частотой вращения, и подача возвращается к заранее запрограммированному числу.

### Команды программирования в метрической системе или дюймах G71, G70

По умолчанию в станках используют метрическую систему, однако пользователь для своего удобства может работать и с дюймами, используя команду G70. Для возврата назад к метрической системе достаточно включить команду G71.

### Команда задания перемещения в абсолютных координатах G90

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от начала текущей системы координат.

Формат команды G90:

Nn G90, где Nn – номер кадра.



## **Команда задания перемещения в относительных координатах G91**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от текущего положения через приращения по соответствующим координатам.

Формат команды G91:

Nn G91, где Nn – номер кадра.

## **Вспомогательные команды**

Слова вспомогательных команд состоят из символа M, за которым следуют две цифры, определяющие тип команд. Вспомогательные команды управляют режимами работы CNC. Перейдём к более подробному описанию вспомогательных команд (формат некоторых команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

## **Команда программируемого останова M00**

Команда M00 может находиться в любом месте кадра, в котором предусматривается программируемый останов, или в отдельном, следующем за ним кадре. При обработке команды M00 происходит останов движения по обеим координатным осям.

## **Команда останова с подтверждением M01**

Команда M01 должна обязательно находиться в том же кадре, в котором предусмотрен останов с подтверждением. В начале обработки этого кадра на экране дисплея появляется запрос на подтверждение останова оператором станка. После подтверждения запроса происходит обработка всех команд этого кадра и последующий останов движения.

## **Команда конца управляющей программы M02**

Кадр с командой M02 заканчивает последовательность команд управляющей технологической программы и является её последней командой. Команда M02 может находиться или в отдельном кадре или в конце последнего кадра программы. Все последующие за командой M02 кадры системой CNC не воспринимаются и не обрабатываются.

## **Команды включения вращения шпинделя с заданной частотой вращения M03, M04**

По данным командам происходит включение вращения шпинделя с заданной частотой вращения соответственно по часовой стрелке и против часовой стрелки.

## **Команда включения насосов системы охлаждения M07**

По этой команде происходит включение насосов системы охлаждения, например: N100 M07 S2, где S - параметр системы охлаждения.

Команда M08 отменяет действие команды M07, то есть отключает насосы системы охлаждения.

## **Команда отключения шпинделя M11**

По данной команде происходит отключение вращения шпинделя.

## **Команда конца файла управляющей программы M30**

Эта команда используется для указания конца файла управляющей программы и используется совместно с командой M02.



## **Постпроцессор для 5D фрезерной обработки**

---

Набор команд (существующий по умолчанию), используемых в управляющих программах, подразделяется на подготовительные и вспомогательные.

### **Подготовительные команды**

Слова подготовительных команд содержат символ G, за которым следует две цифры, определяющие тип команды. Дополнительные команды могут являться командами, задающими режим работы системы управления. Перейдём к более подробному описанию подготовительных команд (формат некоторых команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### **Команда быстрого позиционирования G00**

Перемещение в запрограммированную точку с заданной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость рабочего перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть не координированными, например: N10 G00 X10 Y25.

### **Команда линейной интерполяции G01**

Перемещение с запрограммированной скоростью по прямой (в прямоугольной системе координат). В данном случае должно обеспечиваться постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться инструмент станка по двум осям координат одновременно, например: N10 G01 X10 Y25.

### **Команда паузы G04**

Остановка обработки на время, заданное в кадре (мс), например: N20 G04 X1000.

### **Команды включения левой и правой коррекции G41, G42**

Данные команды включают коррекцию траектории на радиус инструмента соответственно слева или справа, например: N10 G41 D3, где D3 - номер коррекции.

Команда G40 отменяет действие команд G41, G42, то есть отключает коррекцию траектории.

### **Команда изменения числа оборотов шпинделя и подачи G63**

При использовании данной команды пользователь может изменить заранее запрограммированное число оборотов шпинделя в диапазоне от 63% до 120%, то есть уменьшить или увеличить частоту вращения шпинделя. Также, используя данную команду, пользователь может масштабировать, то есть увеличивать или уменьшать, заранее запрограммированную подачу в диапазоне от 1% до 120%.

Команда G66, выключает данный режим, то есть шпиндель начинает вращаться с заранее запрограммированной частотой вращения, и подача возвращается к заранее запрограммированному числу.

### **Команды программирования в метрической системе или дюймах G71, G70**

По умолчанию в станках используют метрическую систему, однако пользователь для своего удобства может работать и с дюймами, используя команду G70. Для возврата назад к метрической системе достаточно включить команду G71.



### **Команда включения пятикоординатной трансформации G81**

При использовании данной команды станок начинает работать в системе координат обрабатываемой детали. Одновременно с этим идёт управление по всем пяти координатам.

Команда G80 отменяет действие команды G81, иными словами, отключает пятикоординатную трансформацию.

### **Команда задания перемещения в абсолютных координатах G90**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от начала текущей системы координат.

Формат команды G90:

Nn G90, где Nn – номер кадра.

### **Команда задания перемещения в относительных координатах G91**

Эта команда вводит в действие отсчёт перемещений от текущего положения через приращения по соответствующим координатам.

Формат команды G91:

Nn G91, где Nn – номер кадра.

### **Вспомогательные команды**

Слова вспомогательных команд состоят из символа M, за которым следуют две цифры, определяющие тип команд. Вспомогательные команды управляют режимами работы CNC. Перейдём к более подробному описанию вспомогательных команд (формат некоторых команд представлен в разделе «Постпроцессор для электроэрозионной обработки»).

### **Команда программируемого останова M00**

Команда M00 может находиться в любом месте кадра, в котором предусматривается программируемый останов, или в отдельном, следующем за ним кадре. При обработке команды M00 происходит останов движения по обеим координатным осям.

### **Команда останова с подтверждением M01**

Команда M01 должна обязательно находиться в том же кадре, в котором предусмотрен останов с подтверждением. В начале обработки этого кадра на экране дисплея появляется запрос на подтверждение останова оператором станка. После подтверждения запроса происходит обработка всех команд этого кадра и последующий останов движения.

### **Команда конца управляющей программы M02**

Кадр с командой M02 заканчивает последовательность команд управляющей технологической программы и является её последней командой. Команда M02 может находиться или в отдельном кадре или в конце последнего кадра программы. Все последующие за командой M02 кадры системой CNC не воспринимаются и не обрабатываются.

### **Команды включения вращения шпинделя с заданной частотой вращения M03, M04**

По данным командам происходит включение вращения шпинделя с заданной частотой вращения соответственно по часовой стрелке и против часовой стрелки.



### Команда включения насосов системы охлаждения M07

По этой команде происходит включение насосов системы охлаждения, например: N100 M07 S2, где S - параметр системы охлаждения.

Команда M08 отменяет действие команды M07, то есть отключает насосы системы охлаждения.

### Команда отключения шпинделя M11

По данной команде происходит отключение вращения шпинделя.

### Команда конца файла управляющей программы M30

Эта команда используется для указания конца файла управляющей программы и используется совместно с командой M02.

---

## Создание внешнего постпроцессора в Microsoft Visual C++ 6.0

---

### Этапы постпроцессирования

1. **Считывание данных** из файла defftemp.cld осуществляется в статической библиотеке CLD-Loader.lib.

Этот этап не требует изменений.

2. **Преобразование данных.**

Наличие этого этапа определяется необходимостью преобразования координат, например, в случае пятикоординатной траектории. Добавляется функция GTransform() в основной класс постпроцессора.

3. **Форматирование строк выходного файла** и запись их в выходной текстовой файл.

Изменение функций Get\_() в основном классе постпроцессора.

### Описание проекта

Внешний постпроцессор – MFC диалоговое приложение (Dialog based Application) со статически подключаемой библиотекой. Осуществляет чтение входного файла (\*.cld), преобразование координат и сохранение текстового файла УП.

### Структура каталогов

На начальном этапе имеются следующие каталоги:

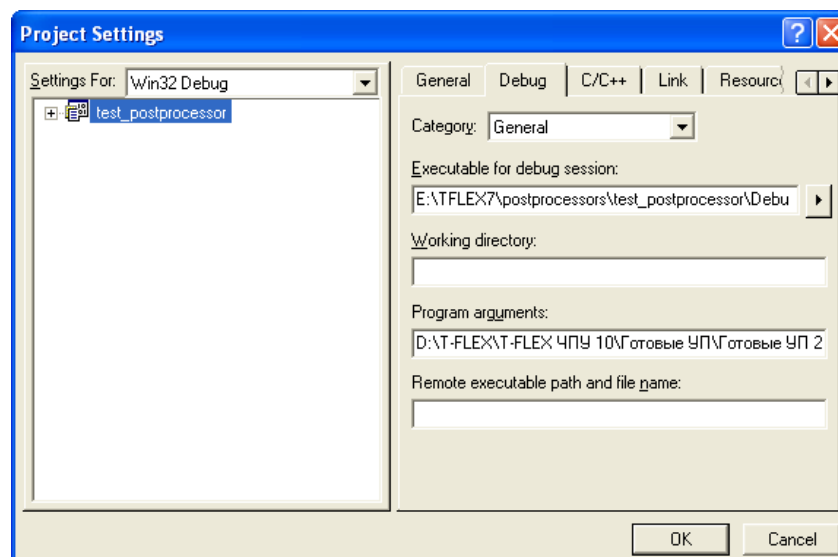
- \чтениеCLD – проект чтения CLD-файла, содержащий исходные файлы и скомпилированную статическую библиотеку \Release\ cldloader.lib.
- \NewPost\ - проект разрабатываемого постпроцессора



## Настройка проекта

Устанавливаем свойства созданного проекта.

### 1. Project Settings/Debug

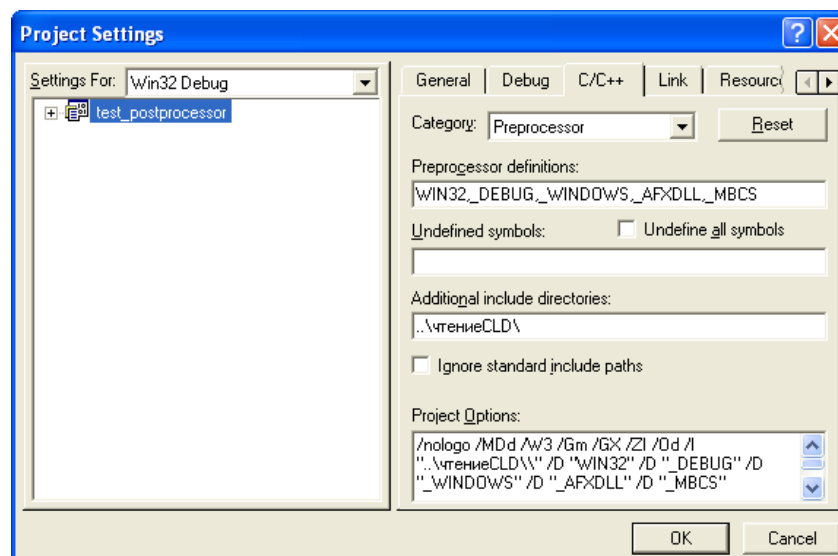


Выбираем **General** и в **Program Arguments** записываем `D:\T-FLEX\T-FLEX ЧПУ 10\Готовые УП\Готовые УП 2\deftemp.cld_D:\Temp \test.nc`

`D:\T-FLEX\T-FLEX ЧПУ 10\Готовые УП\Готовые УП 2\deftemp.cld` – путь файла `deftemp.cld`.

`D:\Temp \test.nc` – путь сохраненного файла с УП.

### 2. Project Settings/C/C++

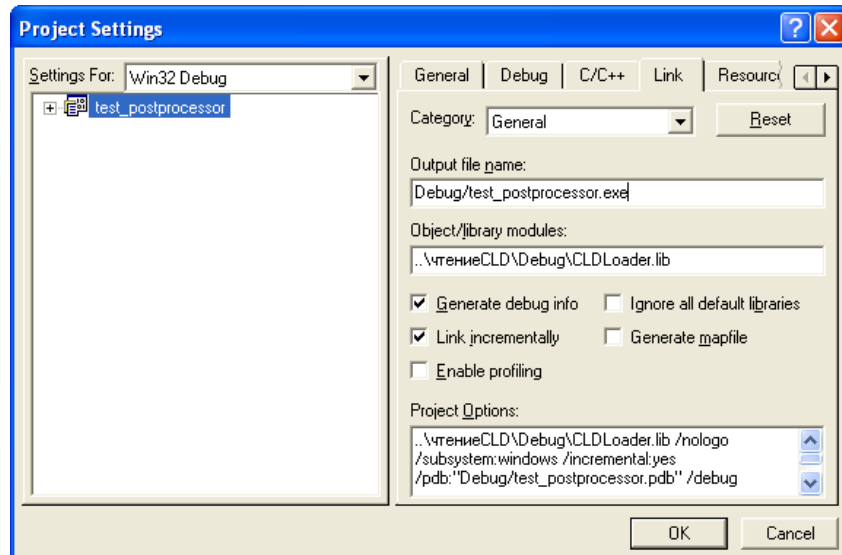


Выбираем вариант **Preprocessor** и записываем в **Additional include directories** следующие данные:

`.. \чтениеCLD\`



### 3. Project Settings/Link



Выбираем вариант **General** и записываем в **Object/library modules** следующие данные:

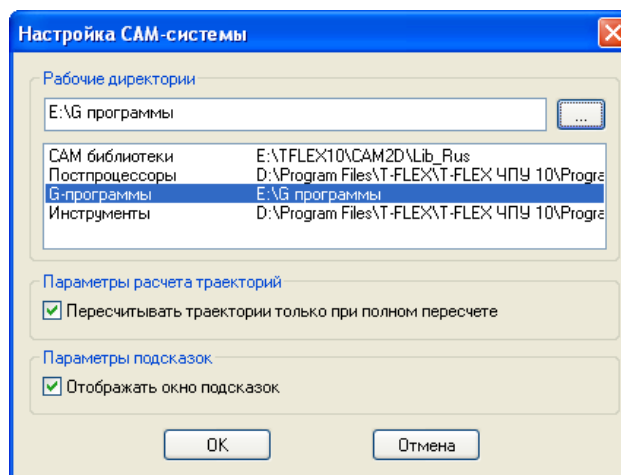
- ..\чтениеCLD\Debug\CLDLoader.lib (для Debug)

### Проект “чтениеCLD”

Проект “чтениеCLD” необходим для сборки проекта постпроцессора. Он содержит программные классы, функции которых осуществляют считывание технологической и геометрической информации о рассчитанных в системе T-FLEX ЧПУ траекториях. Эта информация содержится в бинарном файле **deftemp.cld**. Создаётся файл при сохранении управляющей программы с внешним постпроцессором в системе T-FLEX ЧПУ и хранится на диске в рабочей директории, указанной в настройках САМ-системы в строке “G-программы”.

Система T-FLEX ЧПУ сохраняет в CLData -файл координаты точек и вектора относительно глобальной системы координат. Управляющая программа же должна содержать управляющие команды перемещений для соответствующих координат.





## Основные программные классы

Из программных классов проекта можно выделить классы траекторий и класс кадров траекторий.

1. **Классы траекторий** наследованы от базового класса **Sm2DTraject**. Содержат технологические параметры (подачи, припуск, обороты и т.д.).

Существуют классы следующих траекторий:

**SmEeTehTrj** - технологическая электроэрозионная траектория

**SmLsTehTrj** - технологическая лазерная траектория

**SmTrTehTrj** - технологическая токарная траектория

**SmSvTehTrj** - технологическая сверлильная траектория

**SmFrTehTrj** - технологическая фрезерная траектория

**SmPnTehTrj** - технологическая штамповочная траектория

**SmEETraject** - электроэрозионная траектория

**SmLSTraject** - лазерная траектория

**SmTRTraject** - токарная траектория

**SmSVTraject** - сверлильная траектория

**SmFRTraject** - фрезерная траектория

**SmPNTraject** - штамповочная траектория

**Sm3DTraject** - фрезерная 3D траектория

**Sm5DTraject** - фрезерная 5D траектория

**Sm3DRegTrj** - зонная фрезерная 3D траектория

**Sm3DEdgeTrj** - фрезерная обработки ребер 3D траектория

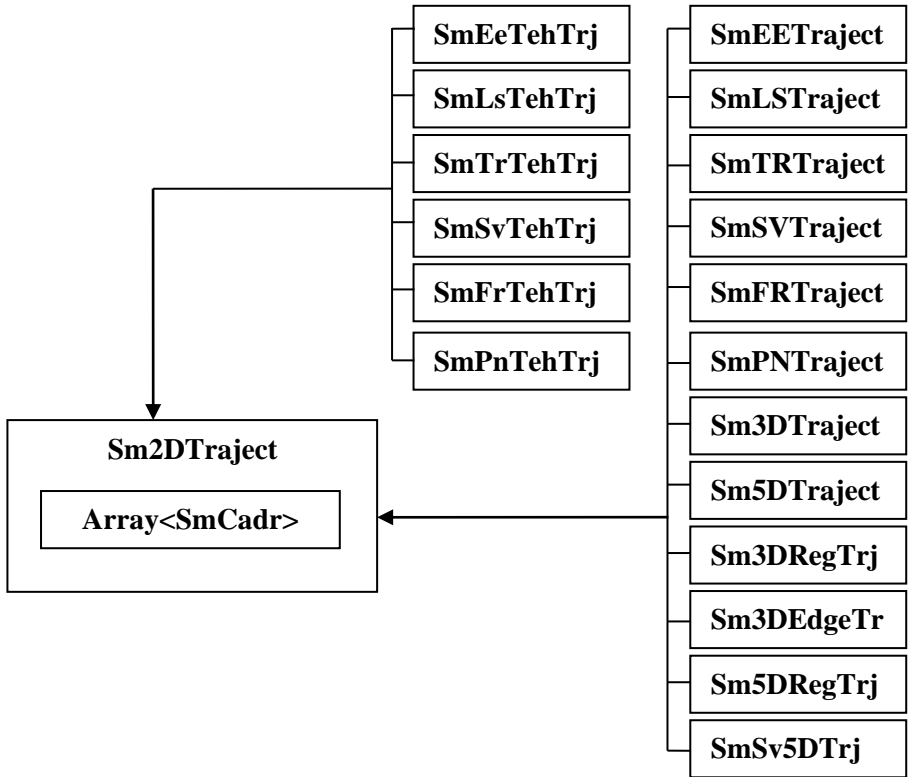
**Sm5DRegTrj** - зонная фрезерная 5D траектория

**SmSv5DTrj** - сверлильная 5D траектория

Базовый класс **Sm2DTraject** включает в себя массив рассчитанных кадров траектории, на основе последовательности которых происходит формирование выходного текста управляющей программы.



2. **Класс кадров траекторий SmCadr.** Содержит тип и номер кадра, геометрическую информацию (координаты точек перемещения) и различные параметры, инициализируемые в зависимости от типа кадра.



На основе уникальных идентификаторов, описанных в файлах SmCadr.h и SmPostProcessor.h, в проекте постпроцессора происходит анализ типов траекторий (FR\_TRAJECT, SV\_TRAJECT и т.д.) и кадров траекторий (FG00\_TYPE, SG00\_Fanuc\_TYPE, и т.д.). Из классов траекторий можно получить необходимые технологические параметры, а последовательность кадров дает возможность создания функций-обработчиков каждого из кадров с последующим формированием строк управляющей программы.

Основные функции

Класс **SmPostProcessor** содержит объявления нескольких основных функций, определения которых используются в проекте постпроцессора.

**SaveGCode** - основная функция постпроцессора, в которой происходит последовательная обработка кадров траекторий и вызов функций-обработчиков класса постпроцессора. Определение этой функции обязательно присутствует в любом проекте постпроцессора.

**SaveEndGCode** – функция, вызываемая перед окончанием работы постпроцессора, после отработки функции SaveGCode. Обычно с ее помощью в управляющую программу выгружаются команды завершения программы и окончания файла.

Сборка проекта

В результате сборки проекта “чтениеCLD” создается файл статической библиотеки CLDLoader.lib. Эта библиотека используется при сборки проекта постпроцессора.



## Мастер создания проекта постпроцессора (Custom Postprocessor Wizard)

### Установка мастера (версия для Visual Studio 6.0)

Для установки мастера необходимо в среде программирования Microsoft Visual Studio 6.0 открыть файл проекта Custom Postprocessor.dsp и произвести сборку с конфигурацией “Release”.

### Установка мастера (версия для Visual Studio 2005)

Для установки мастера необходимо в среде программирования Microsoft Visual Studio 2005 открыть файл проекта Custom Postprocessor.sln и произвести сборку с конфигурацией “Release”.

В файле *Custom Postprocessor 2005.vsz* в строке Param = “ABSOLUTE\_PATH = необходимо задать путь к каталогу с проектом мастера создания постпроцессора:

```
Param="WIZARD_NAME = Custom Postprocessor 2005"
```

```
Param="ABSOLUTE_PATH = E:\TFLEX7\Постпроцессоры\БАЗОВЫЙ 2005\Custom Postprocessor 2005"
```

```
Param="FALLBACK_LCID = 1033"
```

Далее нужно скопировать файлы

*Custom Postprocessor 2005.ico*

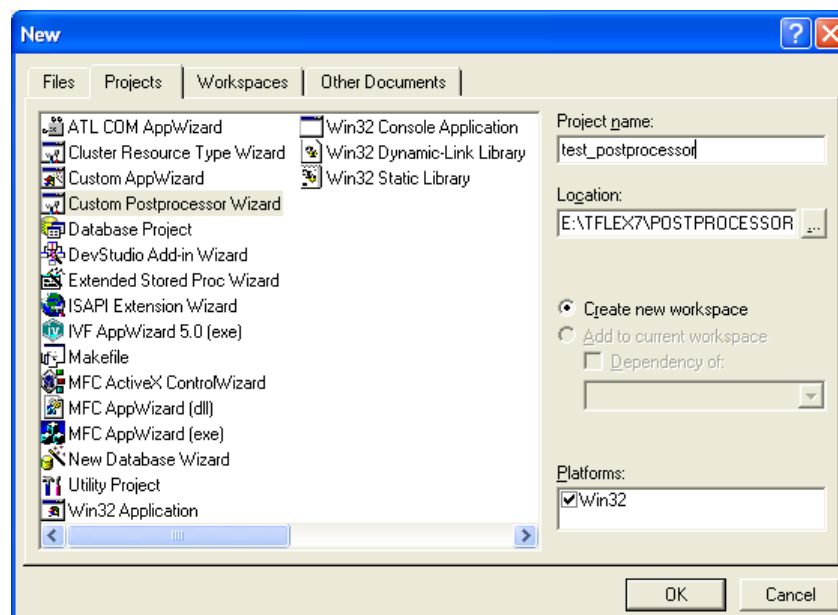
*Custom Postprocessor 2005.vmdir*

*Custom Postprocessor 2005.vsz*

в каталог «duck»:\Microsoft Visual Studio 8\VC\vcprojects\

### Создание проекта постпроцессора с помощью мастера (версия под Visual Studio 6.0)

Создание нового проекта постпроцессора осуществляется через пункты меню среды Visual Studio “File/New”.

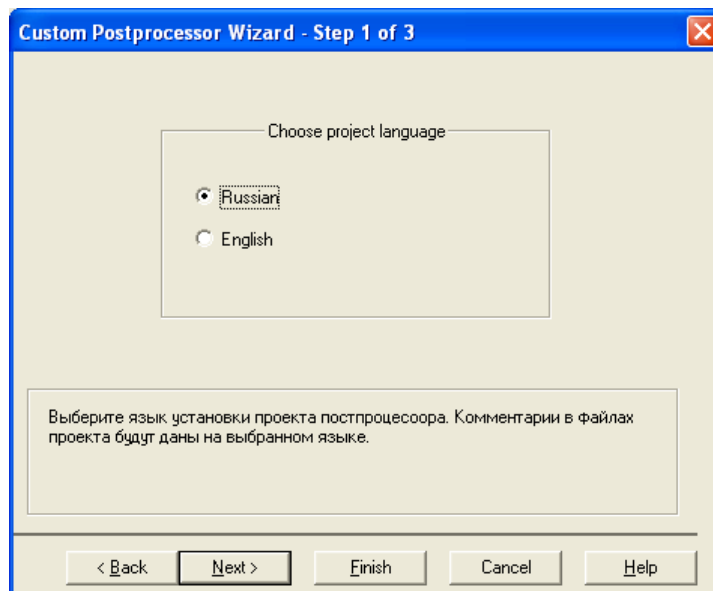




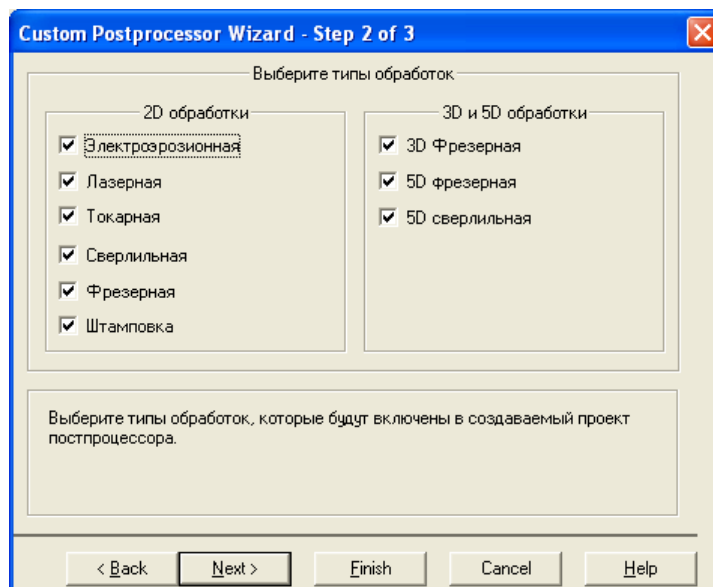
В случае успешной сборки проекта мастера создания постпроцессора, в списке появиться новый мастер – “**Custom Postprocessor Wizard**”. В поле “**Project name**” пользователь задает название создаваемого проекта постпроцессора, в поле “**Location**” – путь к каталогу его размещения.

После нажатия кнопки [OK] запуститься мастер создания постпроцессора. Создание проекта постпроцессора состоит из трех этапов. Переход на следующий этап осуществляется кнопкой [Next >], на предыдущий – кнопкой [< Back], начало установки – кнопка [Finish].

На первом этапе выбирается язык мастера установки. Комментарии в файлах проекта постпроцессора будут приведены на выбранном языке.

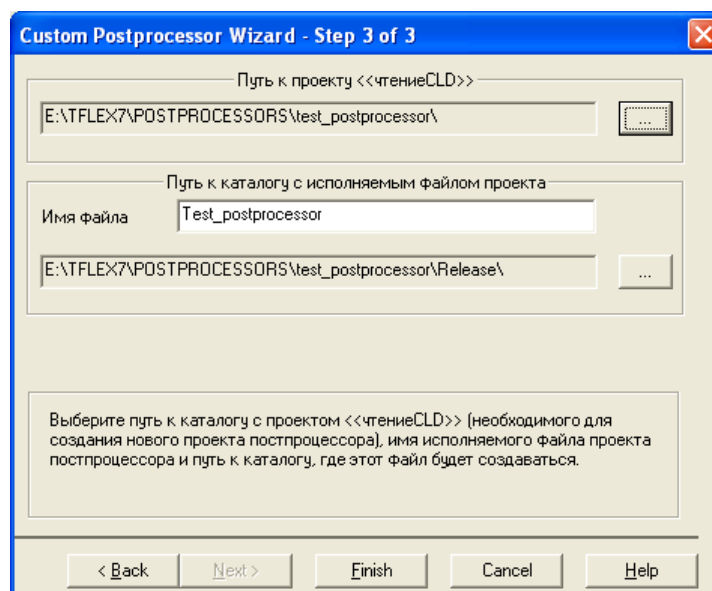


После окончания выбора языка, следует нажать кнопку [Next >].




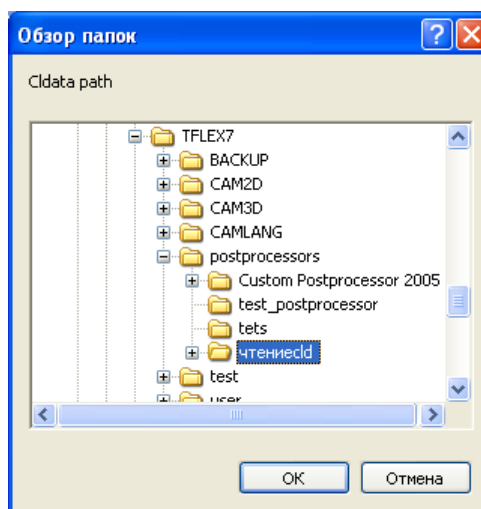


На втором этапе пользователь выбирает типы обработок, необходимые ему в проекте постпроцессора. Здесь следует отметить, что если при дальнейшей работе с проектом постпроцессора понадобятся обработки, не выбранные на этом этапе, пользователю придется добавлять их в проект вручную. После окончания выбора обработок следует нажать кнопку **[Next >]**.




На третьем этапе производится настройка параметров проекта постпроцессора.

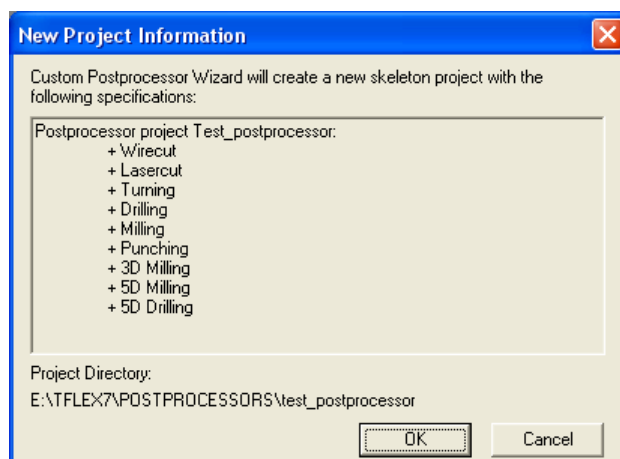
Важным моментом является выбор каталога с проектом “чтениеCLD”, осуществляемый нажатием кнопки .



Следующим шагом является задание имени исполняемого файла проекта постпроцессора и каталога, где он будет создаваться. Исполняемый файл является результатом сборки проекта постпроцессора.

Выбор каталога осуществляется нажатием кнопки  напротив соответствующего поля. Для завершения настройки проекта следует нажать кнопку **[Finish]**.

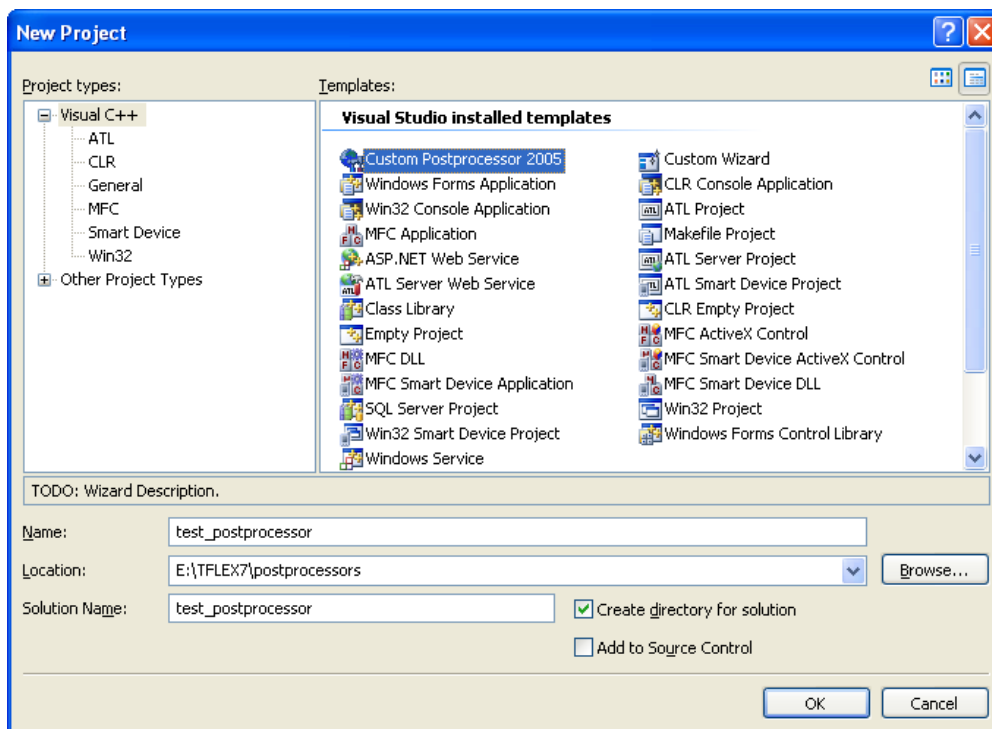




Перед началом установки файлов проекта пользователю будет выведена информация о произведенных им настройках. Нажатие кнопки **[OK]** начинает установку, нажатие кнопки **[Cancel]** вернёт пользователя на предыдущий этап.

### Создание проекта постпроцессора с помощью мастера (версия под Visual Studio 2005)

Создание нового проекта постпроцессора осуществляется через пункты меню среды Visual Studio: **“File/New/Project...”**.

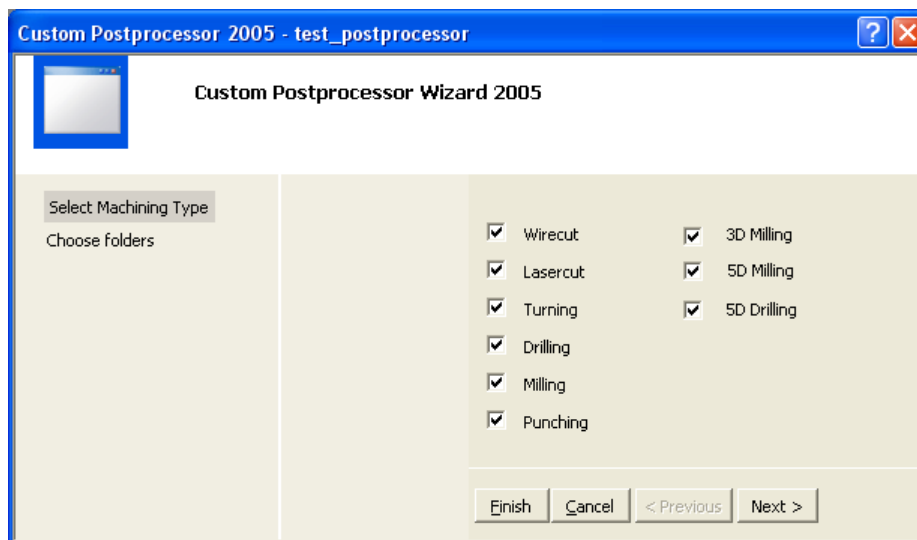




В появившемся диалоговом окне в древовидном списке слева (Project types) нужно выбрать “Visual C++”, а в правом списке (Templates) в случае успешной сборки проекта мастера создания постпроцессоров появится новый мастер – “**Custom Postprocessor 2005**”. В поле “Name” задается название создаваемого проекта постпроцессора, в поле “Location” – путь к каталогу его размещения.

После нажатия кнопки [OK] запустится мастер создания постпроцессора.

Создание проекта постпроцессора состоит из двух этапов. Переход на следующий этап осуществляется кнопкой [Next >], на предыдущий – кнопкой [< Back], начало установки – кнопка [Finish].



На первом этапе пользователь выбирает типы обработок, необходимые ему в проекте постпроцессора. Здесь следует отметить, что если при дальнейшей работе с проектом постпроцессора понадобятся обработки, не выбранные на этом этапе, пользователю придется добавлять их в проект вручную. После окончания выбора обработок следует нажать кнопку [Next >].



На втором этапе производится настройка параметров проекта постпроцессора. В поле “**Executable File Name**” задается название исполняемого файла постпроцессора. Исполняемый файл является ре-



результатом сборки проекта постпроцессора. Стоящий по умолчанию макрос \$(ProjectName) соответствует названию проекта постпроцессора, заданного перед началом работы мастера.

В поле **“Folder path”** задается путь к каталогу размещения файла постпроцессора. По умолчанию, макрос \$(OutDir) / соответствует полному пути к каталогу размещения проекта постпроцессора.

Важным моментом является правильное задание пути к каталогу с проектом **«чтениеCLD»**.

Для завершения настройки и начала установки проекта следует нажать кнопку **[Finish]**.

## Состав проекта постпроцессора, созданного с помощью мастера

На основе выбранных пользователем настроек, мастер создания постпроцессора создаст новый проект в среде программирования Visual Studio. Проект состоит из следующего типа классов:

1. **Обязательные классы.** Классы, которые создаются всегда, в не зависимости от пользовательских настроек мастера. Основные классы, обеспечивающие обмен данными и обработку команд постпроцессора - **SmBase\_Post** и **Data**.

**SmBase\_Post** – основной класс проекта постпроцессора. Файл Postprocessor.cpp содержит определения базовых функций класса SmPostprocessor: **SaveGCode** и **SaveEndGCode**. Функция **SaveGCode** содержит вызов функций-обработчиков для всех типов кадров, существующих в системе T-FLEX ЧПУ. Функция **SaveEndGCode** вызывается в конце работы постпроцессора и выгружает команды окончания файла управляющей программы, например команду M30.

**Data** - класс для обмена данными между классами выбранных пользователем обработок. Содержит текущие значения координат, различных технологических параметров, номер текущего кадра и другие.

2. **Классы обработок.** Классы обработок, выбранных пользователем на этапах создания проекта с помощью мастера. Содержат необходимые для работы переменные и функции-обработчики кадров соответствующего типа.

**SmEe\_Post** (файлы ee.cpp и ee.h) – класс электроэрозионной обработки.

**SmLas\_Post** (файлы las.cpp и las.h) – класс лазерной обработки.

**SmTok\_Post** (файлы tok.cpp и tok.h) – класс токарной обработки

**SmSv\_Post** (файлы sv.cpp и sv.h) – класс сверлильной обработки

**SmFr\_Post** (файлы fr.cpp и fr.h) – класс фрезерной обработки

**SmPn\_Post** (файлы pn.cpp и pn.h) – класс штамповочной обработки

**SmFr3D\_Post** (файлы fr3d.cpp и fr3d.h) – класс трехкоординатной фрезерной обработки

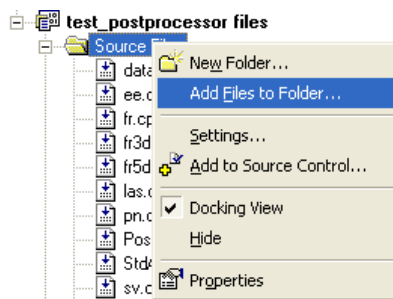
**SmFr5D\_Post** (файлы fr5d.cpp и fr5d.h) – класс пятикоординатной фрезерной обработки

**SmSv5D\_Post** (файлы sv5d.cpp и fr3d.h) – класс пятикоординатной сверлильной обработки

Если пользователь хочет добавить в проект постпроцессора типы обработок, не включенные им на этапе настройки мастера, ему надо сделать следующие действия.

- Скопировать из каталога **Template**, находящегося внутри каталога с проектом мастера создания проекта постпроцессора («диск»:/«путь к мастеру»/Template) файлы нужного типа обработки в каталог с созданным проектом постпроцессора.
- Добавить эти файлы в проект.





## Редактирование проекта постпроцессора, созданного с помощью мастера

На примере класса электроэрозионной обработки “SmEe\_Post” рассмотрим возможности быстрого редактирования проекта постпроцессора, заложенные разработчиками. Класс состоит из файлов ee.h (объявление переменных и функций класса) и ee.cpp (определение переменных и функций класса).

**1. Макросы.** В начале файла ee.cpp приводятся макросы, начинающиеся с команды #define.

```
#include "stdafx.h"
#include "ee.h"
#include "math_defines.h"

#ifdef _DEBUG
#define new DEBUG_NEW
#undef THIS_FILE
static char THIS_FILE[] = __FILE__;
#endif

#define G02G03_R 0 //1 - вычислять радиус
#define G02G03_IJ_ABS 0 //1 - вычислять I и J в абсолютных коорд
#define CORR_R 1 //1 - выгружать корректор на радиус
#define G90_STD 1 //1 - выгружать G90 кадр (стандартный ка
// G90 выгр. только при смене системы
#define HP_EN 1 //1 - выгружать высоту детали
#define M02_EN 1 //1 - выгружать конец программы
#define M10_EN 0 //1 - выгружать включение/выключение zen
#define M30_EN 1 //1 - выгружать конец файла
#define M48_EN 1 //1 - выгружать включение/выключение gиз
#define M50_EN 1 //1 - выгружать включение/выключение пер
```

Меняя числовое значение макроса с 0 на 1 или обратно можно быстро поменять формат записи в управляющую программу некоторых параметров. Например, если в макросе G02G03\_R 0 заменить на 1,

```
#define G02G03_R 1 //1 - вычислять радиус
```

то в кадрах круговой интерполяции G02 и G03 вместо координат I, J будет выгружаться радиус.

```
N40 X149.91
N45 G02 X263.83 R56.96
N50 G1 X293.95
```

Если в комментарии к макросу указано, что 1 – выгружать какой либо параметр, то установка значения 0 позволит убрать этот параметр из управляющей программы.

## 2. Функции форматирования числовых значений.

Данные функции используются для форматированной выгрузки числовых значений в управляющую программу.

GetX\_String – форматированный вывод числового значения координаты X  
 GetY\_String – форматированный вывод числового значения координаты Y  
 GetI\_String – форматированный вывод числового значения координаты I  
 GetJ\_String – форматированный вывод числового значения координаты J  
 Get\_String – форматированный вывод числового значения



Например, если нужно изменить в координате X количество выводимых знаков после запятой с трех (по умолчанию) до пяти, нужно в функции GetX\_String в строке str\_tmp.Format("%0.5f", fabs(dbl\_x)) поменять цифру 3 на 5:

```

////////////////////////////////
// получить строку с числом X
// --
CString SmEe_Post::GetX_String(double dbl_x) {
    CString str_out = "";
    CString str_tmp;
    str_tmp.Format("%0.5f", fabs(dbl_x));
    CString str_1, str_2, str_ss;

```

### 3. Функции-обработчики.

Для всех G-команд, M-команд, инструментальных и других кадров определены соответствующие функции-обработчики. Например,

```

// получим коррекцию на радиус G41/G42
BOOL GetG41G42(BOOL b_write_N, CString &str_out, Data &data);

```

– функция-обработчик команды компенсации радиуса проволочного электрода.

Здесь b\_write\_N – параметр, определяющий будет ли эта команда выгружаться в управляющую программу в виде отдельной строки (TRUE), или она будет дописываться к существующей строке (FALSE). Этот параметр введен для случаев, когда требуется выгружать одни G или M команды в составе других.

Рассмотрим случай, когда левую коррекцию на радиус G41 нужно выгружать в команде линейной интерполяции G01.

- а) Первым шагом необходимо найти в файле Postprocessor.cpp обработчики кадров электроэрозионной обработки. Они начинаются со служебного макроса #ifdef EE.

```

//кадры
for(i = 0; i < trj[i_curt]->trjlen; i++) {
    data.i_N_cur = i;
    switch(trj[i_curt]->trj[i].type) {
        //электроэрозия -----
        #ifdef EE
            //G-команды
            case G00_TYPE: // позиционирование
                if(ee_post.GetG00(trj[i_curt]->trj[i].P[0],
                                TRUE, str_out, data) == TI
                    outf->WriteString(str_out);
                break;
            case G01_TYPE: // линейная интерполяция
                if(ee_post.GetG01(trj[i_curt]->trj[i].P[0],
                                trj[i_curt]->trj[i].P[2],
                                TRUE, str_out, data) == TI
                    outf->WriteString(str_out);
                break;
            case G01G02_TYPE: // линейная и круговая
                if(ee_post.GetG01G02(trj[i_curt]->trj[i].P[0],
                                    trj[i_curt]->trj[i].P[2],
                                    trj[i_curt]->trj[i].P[4],
                                    TRUE, str_out, data) == TI
                    outf->WriteString(str_out);

```

- б) Далее ищем обработчик кадра левой коррекции на радиус G41\_TYPE
- ```

case G41_TYPE: // включение левой коррекции на радиус
    data.i_G41 = 0;
    data.i_N_cor = (int)trj[i_curt]->trj[i].P[0];
    if(ee_post.GetG41G42(TRUE, str_out, data) == TRUE)
        outf->WriteString(str_out);
    break;

```

В этом обработчике нужно закомментировать вызов функции GetG41G42, так как она будет вызываться из обработчика команды линейной интерполяции G01.



```

case G41_TYPE:           // Включение левой коррекции на радиус
    data.i_G41 = 0;
    data.i_N_cor = (int)trj[i_curt]->trj[i].P[0];
    //if(ee_post.GetG41G42(TRUE, str_out, data) == TRUE)
    //    outf->WriteString(str_out);
break;

```

- с) Следующим шагом является редактирование функции-обработчика команды линейной интерполяции GetG01 в файле ee.cpp

```

//-----
// получить G01 кадр (линейная интерполяция)
//-----
BOOL SmEe_Post::GetG01(double dbl_x, double dbl_y,
                      double dbl_u, double dbl_v,
                      BOOL b_write_N, CString &str_out, Data &data)

```

В эту функцию необходимо добавить вызов функции-обработчика команд коррекции на радиус GetG41G42 с параметром b\_write\_N = FALSE, чтобы коррекция была выгружена в управляющую программу в одной строке с линейной интерполяцией.

```

if(b_write_N == TRUE){ // новая строка
    str_out = "";
    str_out += data.GetN() + data.str_sep;
}

if(data.i_GT != 1)
    str_out += str_G1 + data.str_sep;

GetG41G42(FALSE, str_out, data);

if(fabs(dbl_x - data.dbl_X) > MAX_GDOP){ //X

```

Таким образом, коррекция на радиус будет выгружаться в одной строке с линейной интерполяцией перед записью в управляющую программу координат перемещения.

```

test
N5 T1
N10 HP10
N15 G90
N20 M48 S1
N25 M50 S1
N30 F50
N35 G01 G41 D1 X166.94 Y236.06
N40 X98.14 Y134.55
N45 X289.62
N50 X356.49 Y236.06
N55 X166.94
N60 G40
N65 M51
N70 M49
N75 M30

```

По аналогии с рассмотренным примером пользователь может выгружать в одной строке различные комбинации G и M команд.

#### 4. Обозначения параметров обработки.

Проект постпроцессора создан таким образом, что пользователь может быстро изменить обозначения G-команд, M-команд, осей и других переменных класса. Для этого достаточно в функции Init заменить одно обозначение другим.

Например, по умолчанию, команда линейной интерполяции обозначается как “G01”:

```

//-----
// уникализация
//-----
void SmEe_Post::Init(void)
{
    str_G0          = "G00";    // обозначение перемещения
    str_G1          = "G01";    // обозначение линейной интерполяции

```



Если заменить выражение “G01” на, например, “G1”, то строка с линейной интерполяцией в управляющей программе будет выглядеть так:

N35 G1 X166.94 Y236.06

```
////////////////////////////////////  
// инициализация  
//__  
void SmEe_Post::Init(void)  
{  
    str_G0      = "G00";    // обозначение перемещения  
    str_G1      = "G1";    // обозначение линейной интерполяции
```

## Отладка проекта постпроцессора

Чтобы иметь возможность отладки, необходимо выполнить настройку проекта постпроцессора, рассмотренную в разделе **“Настройка проекта. Project Settings/C/C++”**.



## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕДАКТОРА ПОСТПРОЦЕССОРОВ

В редакторе постпроцессоров реализована возможность описания формата записи выходных числовых данных при помощи макросов. Таким образом, формирование управляющей программы полностью доступно пользователю. Макросы внутреннего представления дают новый инструмент технолог-у-программисту по настройке системы TFLEX ЧПУ. Независимо от описанной геометрии детали и методов её обработки макросы влияют на создание геометрической, технологической и топологической части управляющей программы. Средства описания правил записи полностью доступны пользователю с возможностью не только коррекции, но и ввода новых законов и правил описания управляющей программы. Редактор постпроцессоров гибко настроен для создания типовых постпроцессоров, в которых требуется редакция только небольшого числа строк. Также необходимо отметить, что теперь для создания библиотеки постпроцессоров пользователь может использовать один настроенный постпроцессор и затем, меняя формат записи числовых данных формировать списки описания команд. Числовые данные внутренней структуры управляющей программы не ограничиваются только геометрическими параметрами (X, Y, Z, I, J и т.д.), а также включают в себя общие технологические параметры (S, F, T и т.д.) и семантические правила (N, D и т.д.).

### *Назначение и применение макросов при постпроцессировании*

Описание правил записи управляющей программы осложняется большим количеством возможных вариантов. Построение универсальных структур правил формирования постпроцессора приводит к тому, что зачастую даже опытный пользователь системы в течении большого промежутка времени не может разобраться в этом и в итоге вынужден обращаться за помощью к разработчикам (настройки, как правило, выполняются разработчиками за дополнительные деньги). В связи с этим адаптация САМ системы к новому станку затягивается. При использовании макросов таких проблем не возникает. Пользователь имеет реальную возможность не только контролировать сам процесс постпроцессирования, а также видеть каждый шаг создания постпроцессора, отлаживать его и корректировать, доводя до совершенства. Сложность применения макросов в табличной настройке сводится к простейшим записям (например: X%+6:3.3i10). Такие макросы описывают полный спектр числовых значений.

### *Структура и описание макроса*

<имя>%<знак><число цифр до запятой>:<число цифр после запятой>.<расчётная точность параметра><тип параметра><коэффициент умножения>

<имя> - символьный параметр предшествующий числовому значению рассчитанной переменной;

<знак> - установка знака числа;

<число цифр до запятой> - число цифровых знаков формируемого параметра подлежащих записи до запятой;

<число цифр после запятой> - число цифровых знаков формируемого параметра подлежащих записи после запятой;



<расчётная точность параметра> - точность записи дробной части десятичного числа;  
<тип параметра> - вещественная или целочисленная форма записи числа;  
<коэффициент умножения> - коэффициент, на который будет умножен входной параметр при формировании его текстовой формы.

Таблица параметров

| Параметры                    | Критерии использования в зависимости от формы записи | Допустимые значения и краткое описание                                                                                                                                                   |
|------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| имя                          | нет зависимости                                      | любое сочетание символов, которое необходимо записать перед числовым параметром                                                                                                          |
| знак                         | при f и i                                            | “+” для установки знаков; используется в том случае, если необходимо явно указывать знак параметра                                                                                       |
| число цифр до запятой        | при f и i                                            | любое положительное целое число; используется в том случае, если необходимо явно записывать определённое количество знаков целой части параметра, при необходимости дополняя ее нулями   |
| число цифр после запятой     | при f                                                | любое положительное целое число; используется в том случае, если необходимо явно записывать определённое количество знаков дробной части параметра, при необходимости дополняя ее нулями |
| расчётная точность параметра | при f                                                | любое положительное целое число меньше 15(точность математических расчётов); используется в том случае, если необходимо округление дробной части параметра                               |
| тип параметра                | при f и i                                            | символ “f” или “i”; используется для описания типа формируемого параметра: целый-“i” или вещественный “f”                                                                                |
| коэффициент умножения        | при f и i                                            | любое целое число; используется в том случае, если необходимо умножение входного параметра перед записью его символьного представления                                                   |

Необходимо отметить, что все перечисленные параметры не являются обязательными в записи макроса. Также при формировании макроса можно использовать только необходимую часть параметров, сочетая их любым способом. При записи макроса в табличную настройку постпроцессора необходимо учитывать параметры по умолчанию, приведённые ниже.

Параметры макроса по умолчанию

Все макросы, внесённые в табличной настройке постпроцессора, можно описать следующим образом: <имя параметра>%.28f1, где <имя параметра> берётся из соответствующей строки таблицы. Такая запись означает, что входной числовой параметр будет переводиться в символьный вид по следующим правилам:

- а) знак числа пишется только если оно меньше 0;
- б) записывается только реальная целая часть числа без добавления 0;



- в) точка и дробная часть числа пишутся только в том случае, если они действительно присутствуют (при этом берётся максимальная точность);
- г) само входное число остаётся неизменным, так как умножается на 1.

Такая форма записи числовых параметров управляющей программы поддерживаются всеми современными стойками. Приведём фрагмент управляющей программы при такой настройке:

```
N5T10
N400G00X10Y15.758
N405G01Z-26.1
N410G01X10.129Y18.02
```

## Примеры описания макросов и их влияние на запись управляющей программы

Для примера рассмотрим следующую задачу описания контура обработки.

Контур необходимо обойти инструментом из начальной точки (-50, -40) по часовой стрелке.

**Пример 1.** Управляющая программа, полученная по умолчанию:

```
N20G00X-50Y-40
N25G01X-50Y60
N30G01X15Y60
N35G02X30Y45I15J45
N45G01X30Y-40
N50G01X-50Y-40
```

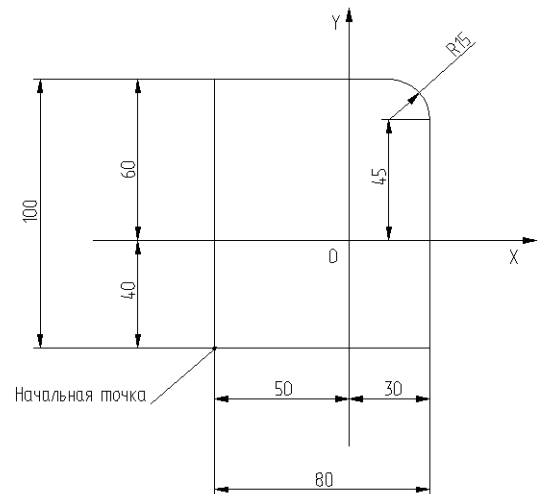
**Пример 2.** Управляющая программа, полученная со следующими настройками макросов:

- а) в строке “Обозначение кадра” – N%3i1;
- б) в строке “Обозначение оси X” – X%+4:2f10;
- в) в строке “Обозначение оси Y” – Y%+4:2f10;
- г) в строке “Обозначение оси I” – I%+4:2f10;
- д) в строке “Обозначение оси J” – J%+4:2f10 и имеет следующий вид:

```
N020G00X-500.00Y-400.00
N025G01X-500.00Y+600.00
N030G01X+150.00Y+600.00
N035G02X+300.00Y+450.00I+150.00J+450.00
N045G01X+300.00Y-400.00
N050G01X-500.00Y-400.00
```

**Пример 3.** Управляющая программа, полученная со следующими настройками макросов:

- а) в строке “Обозначение кадра” – N%3i1;
- б) в строке “Обозначение оси X” – X%+i100;





в) в строке “Обозначение оси Y” –  $Y\%+i100$ ;

г) в строке “Обозначение оси I” –  $I\%+i100$ ;

д) в строке “Обозначение оси J” –  $J\%+i100$  и имеет следующий вид:

N020G00X-5000Y-4000

N025G01X-5000Y+6000

N030G01X+1500Y+6000

N035G02X+3000Y+4500I+1500J+4500

N045G01X+3000Y-4000

N050G01X-5000Y-4000



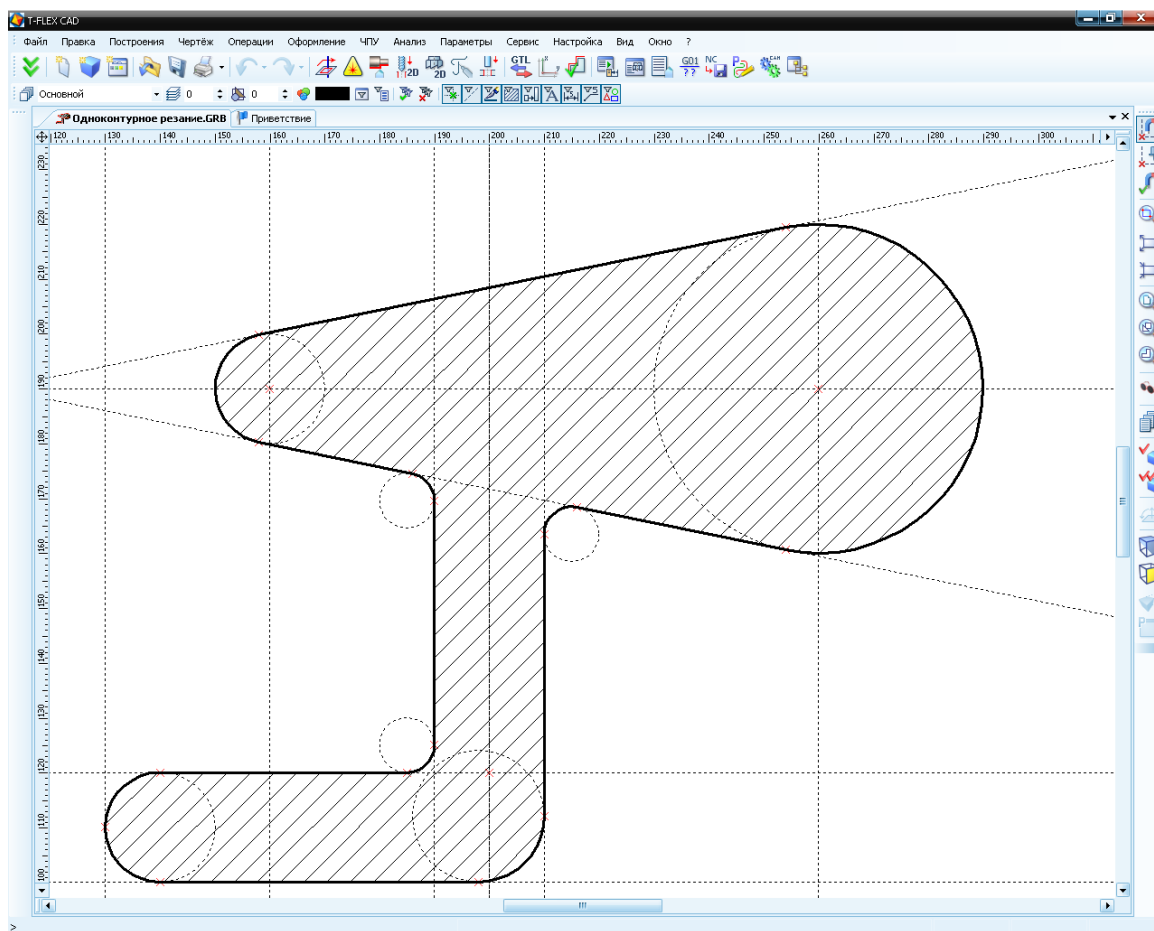
## ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

### *Электроэрозионная и лазерная обработки*





Необходимо заметить, что данные виды обработки рассматриваются вместе, так как имеют одинаковые типы операций, а именно:

- одноконтурное резание;
- угловое резание;
- двухконтурное резание;
- выборка материала по спирали.


Соответственно, траектории электроэрозионной и лазерной обработки имеют идентичные алгоритмы построения. Рассмотрим одноконтурное резание на примере электроэрозионной обработки для детали, показанной на рисунке.





После построения штриховки по данному контуру, следует войти в меню команд модуля электроэрозионной обработки, нажав кнопку  когда главная панель находится в состоянии «ЧПУ 2D», или выбрав пункт текстового меню «ЧПУ|2D, 2.5D и 4D обработка|Электроэрозионная обработка». Далее, для создания траектории одноконтурного электроэрозионного резания, необходимо нажать кнопку  на панели инструментов. Поскольку электроэрозионный модуль предполагает возможность задания геометрии детали, как при помощи штриховки, так и при помощи элемента «Путь», на панели инструментов будут присутствовать соответствующие кнопки. В данном случае необходимо нажать кнопку . После этого система автоматически переходит в режим ожидания указания контура обрабатываемой детали (штриховки), одновременно с этим появляется диалоговое окно параметров траектории. Возможно сначала указать штриховку, а затем указать параметры траектории, а также возможно сначала задать параметры траектории, а лишь затем указать обрабатываемый контур (штриховку), нажав  внутри контура штриховки.

Значения параметров траектории обработки описаны в первой части данного пособия.

После задания всех необходимых параметров обработки достаточно нажать кнопку , чтобы система автоматически рассчитала траекторию обработки, которая появится в виде линии красного цвета на чертеже.

**Электроэрозия**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория:

Инструмент:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Припуск:

Параметры электроэрозии

Диэлектрич. параметр:

Параметр перенетки:

Параметр генератора:

Величина смещения:

Параметры детали

Угол наклона:

Толщина:

Коррекция на радиус

☒ Включить

☐ Лев. ☒ Номер:

☒ Прав. ☐ Величина:  R

Аппроксимация

Точность:

☒ Круговая интерполяция

**Одноконтурное резание**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория:

Инструмент:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Припуск:

Параметры электроэрозии

Диэлектрич. параметр:

Параметр перенетки:

Параметр генератора:

Величина смещения:

Параметры детали

Угол наклона:

Толщина:

Коррекция на радиус

☒ Включить

Аппроксимация

Точность:

☐ Круговая интерполяция

Доп. параметры

☒ Нетангенциальность

☒ Против контура

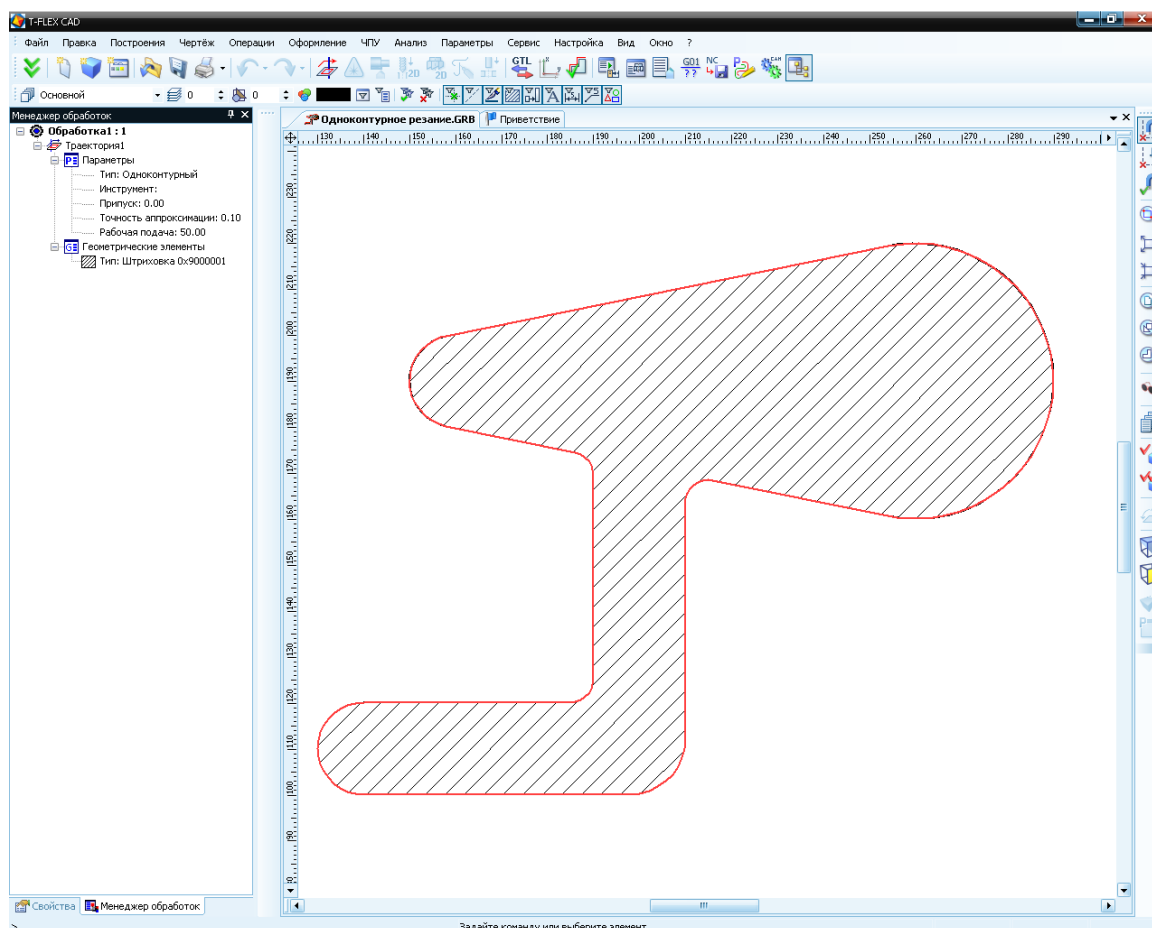
☒ Без вырождения

☒ Преобразовать


☐ Коррекция контура

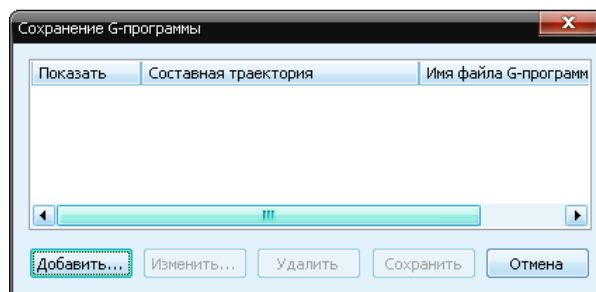
☒ Скруглить радиусом:







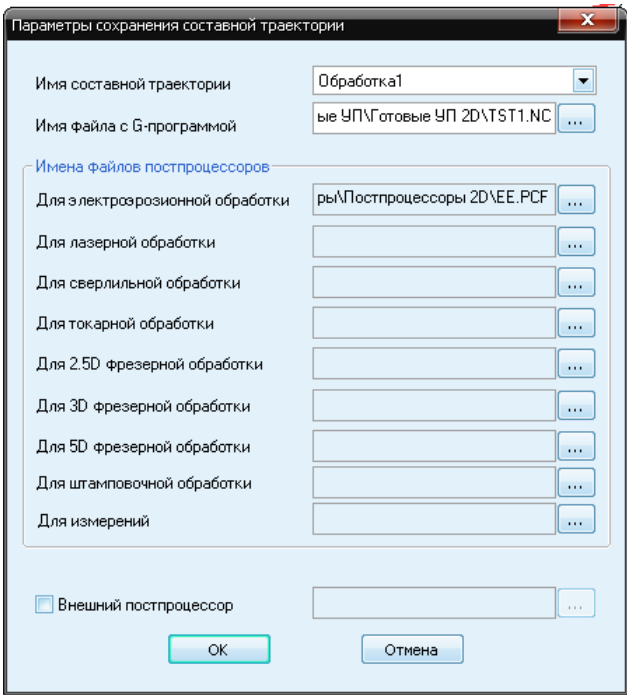
По рассчитанной траектории пользователь может сохранить управляющую программу. Для При помощи «Редактора постпроцессоров» создаётся новый постпроцессор, если он отсутствует в библиотеке постпроцессоров, поставляемой с системой.

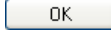

После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы. Для этого необходимо выбрать команду текстового меню **“ЧПУ|Сохранение G-программы”**, либо нажать кнопку .

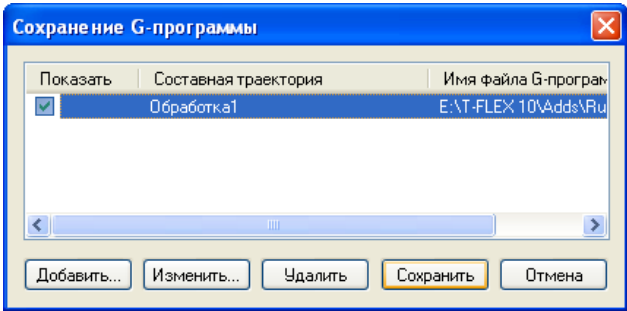






В появившемся окне диалога необходимо нажать , для того, чтобы вызвать диалоговое окно параметров сохранения составной траектории. В этом окне последовательно задаются: путь к файлу постпроцессора, имя файла управляющей программы и директория для его сохранения. Все изменения путей к файлам производятся при помощи кнопок  в соответствующих строках.

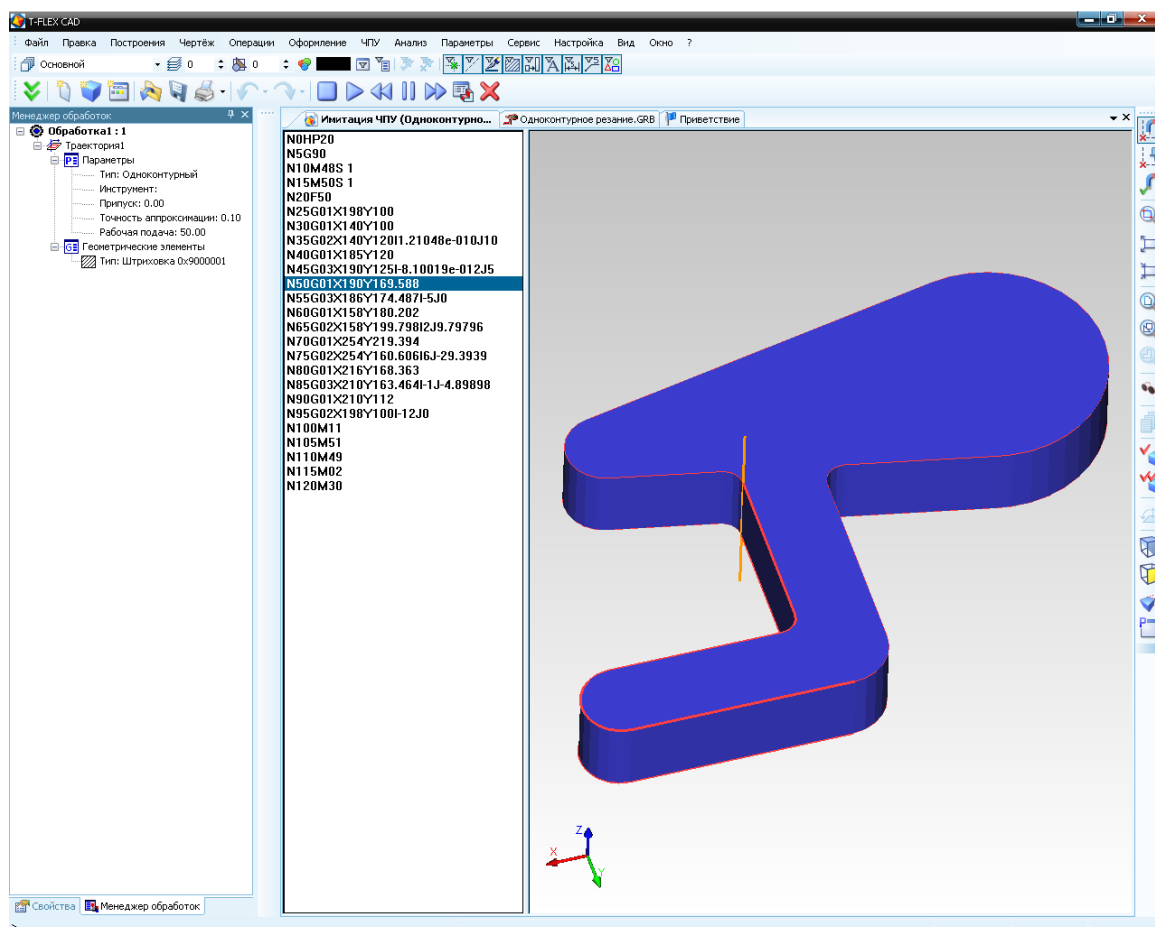


По завершении задания путей пользователю следует нажать кнопку  для того, чтобы сохранить параметры сохранения УП. Нажатие этой кнопки вернёт пользователя в предыдущее диалоговое окно, в котором появится строка с кратким указанием основных параметров УП. Чтобы сохранить УП с учётом указанного постпроцессора пользователю следует нажать кнопку . При этом, рекомендуется включить опцию «Показать». В этом случае сохранённая УП будет автоматически открыта в текстовом редакторе Windows «Блокнот».



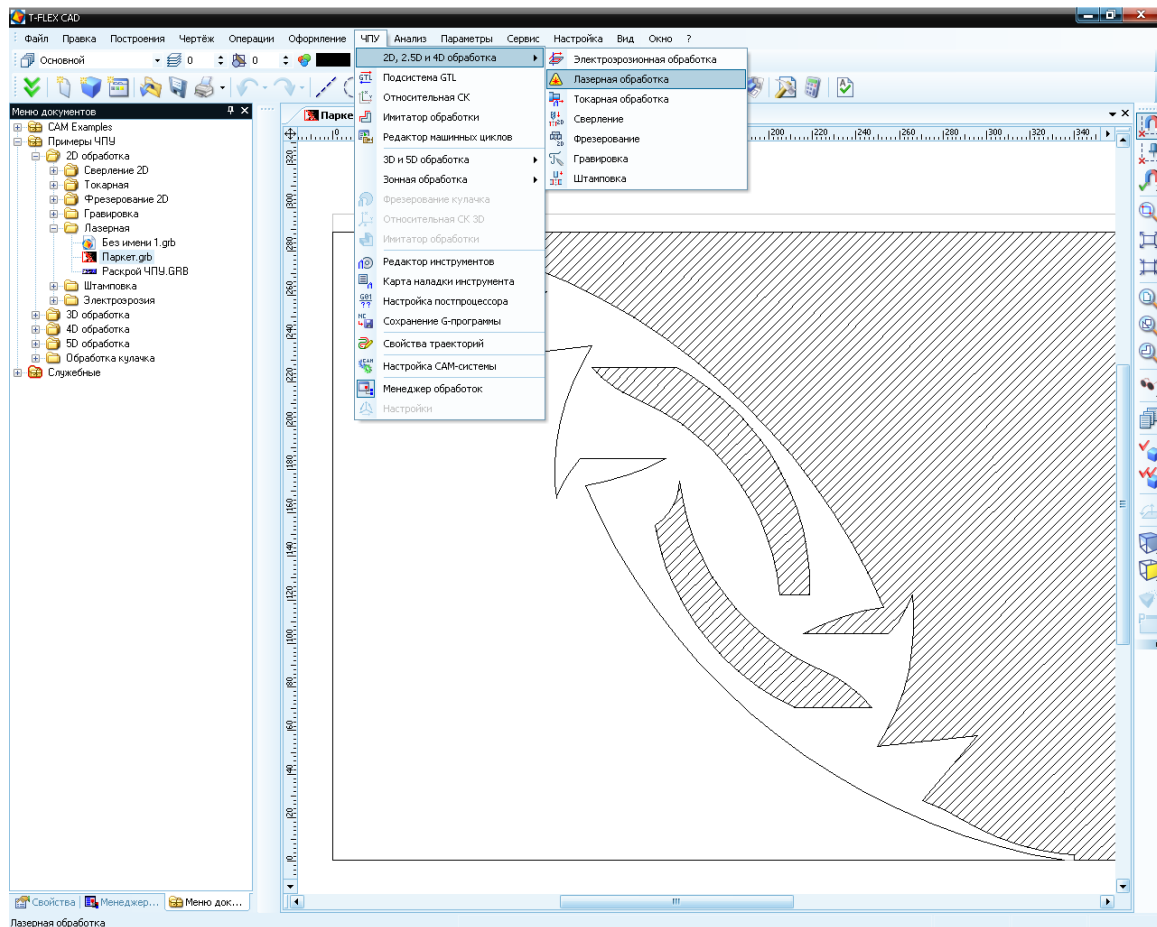
Также, после всех проделанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы, для чего необходимо вызвать **“ЧПУ|Имитация обработки”**, либо нажать кнопку  на главной панели. Для запуска имитации обработки следует нажать кнопку  на панели «Управление имитацией», которая появится автоматически.







Для рассмотрения примера углового резания выберем более сложную деталь. С целью демонстрации схожести обработки, расчёт траектории для углового резания, а также процесс генерации управляющей программы, осуществим на примере лазерной обработки паркета. Отличие от электроэрозионной обработки заключается в том, что при лазерной обработке управление осуществляется лучом лазера, а также изменяется ряд параметров, которые необходимо задавать перед расчётом траектории детали. Более подробно перечень таких параметров приведён в первой части пособия.









После построения штриховок и путей по заданному контуру, следует войти в меню команд модуля лазерной обработки, нажав кнопку  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D», или выбрав пункт текстового меню «ЧПУ|2D, 2.5D и 4D обработка|Лазерная обработка». Далее, для создания траектории углового лазерного резания, необходимо нажать кнопку  на панели инструментов.

Поскольку лазерный модуль предполагает возможность задания геометрии детали, как при помощи штриховки, так и при помощи элемента «Путь», на панели инструментов будут присутствовать соответствующие кнопки. В данном случае используем как штриховки, так и путь, поскольку контур паркета имеет несколько обрабатываемых контуров.




В случае создания траекторий на основе штриховок необходимо нажать кнопку . После этого система автоматически переходит в режим ожидания указания контура обрабатываемой детали (штриховки), одновременно с этим появляется диалоговое окно параметров траектории.

Возможно сначала указать штриховку, а затем указать параметры траектории, а также возможно сначала задать параметры траектории, а лишь затем указать обрабатываемый контур (штриховку), нажав  внутри контура штриховки. Для каждого из контуров следует создавать новую траекторию обработки, повторяя все вышеописанные действия. Создание одной траектории для обработки нескольких отдельно указанных контуров невозможно.

В случае создания траектории на основе пути необходимо нажать кнопку . После чего система автоматически переходит в режим ожидания указания контура обрабатываемой детали (пути), одновременно с этим появляется диалоговое окно параметров траектории. Для того чтобы указать путь, необходимо нажать  на любом из участков пути.

Значения параметров траектории обработки описаны в первой части данного пособия.

После задания всех необходимых параметров достаточно нажать кнопку , чтобы система автоматически рассчитала траекторию обработки, которая появится в виде линии красного цвета на чертеже.

**Лазерная обработка**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория: Траектория5

Инструмент: L1

Ускоренная подача: 10000

Рабочая подача: 500

Припуск: 0.15

Параметры лазерной обр.

Параметр генератора: 1

Параметры детали

Угол наклона: 0

Толщина: 6

Коррекция на радиус

☒ Включить

☒ Лев. ☒ Номер: 1

☐ Прав. ☐ Величина: 0 R

Аппроксимация

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция

**Одноконтурное резание**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория: Траектория3

Инструмент: L1

Ускоренная подача: 10000

Рабочая подача: 500

Припуск: 0.15

Параметры лазерной обр.

Параметр генератора: 1

Параметры детали

Угол наклона: 0

Толщина: 6

Коррекция на радиус

☒ Включить

☐ Лев. ☒ Номер: 1

☐ Прав. ☐ Величина: 0 R

Аппроксимация

Точность: 0.1

☒ Круговая интерполяция

Доп. параметры

☒ Нетангенциальность

☒ Против контура

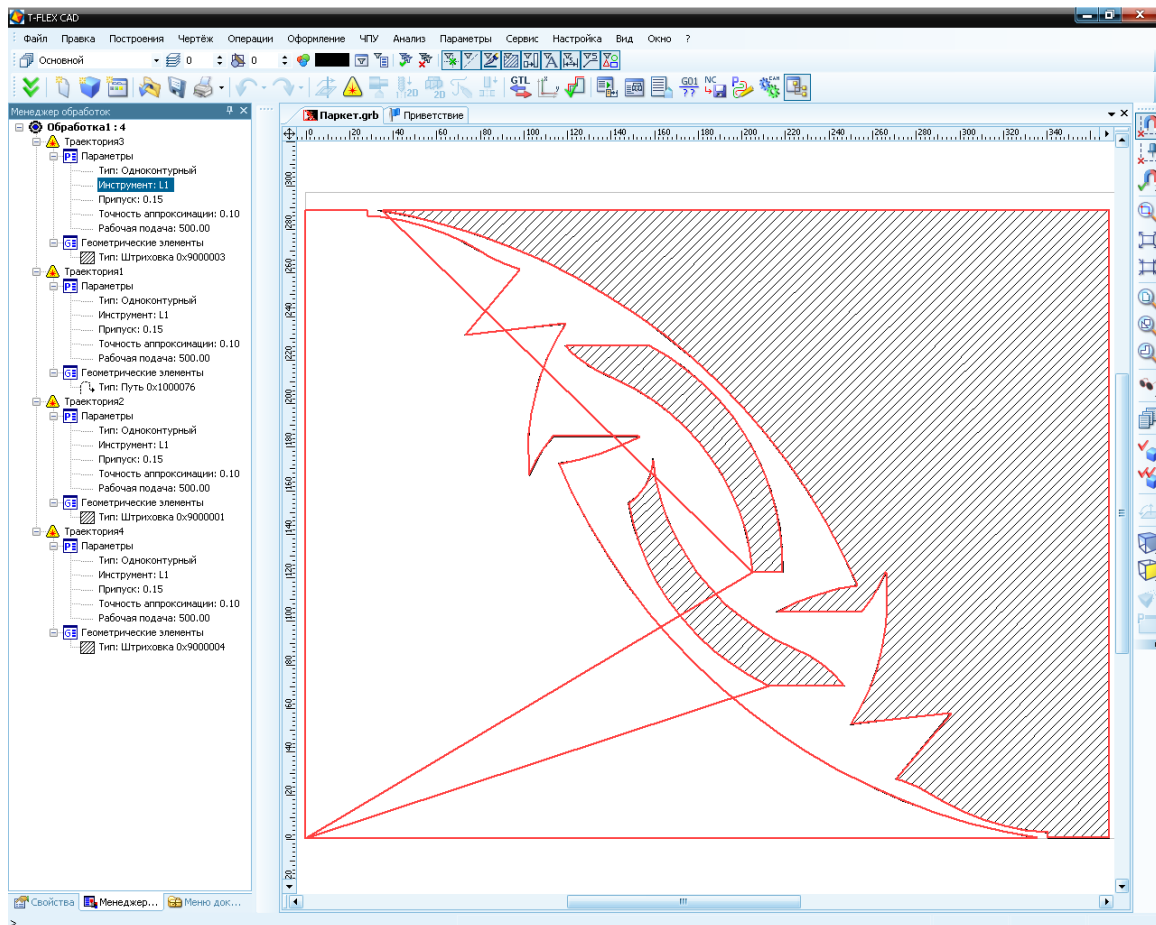
☒ Без вырождения

☒ Преобразовать


☐ Коррекция контура

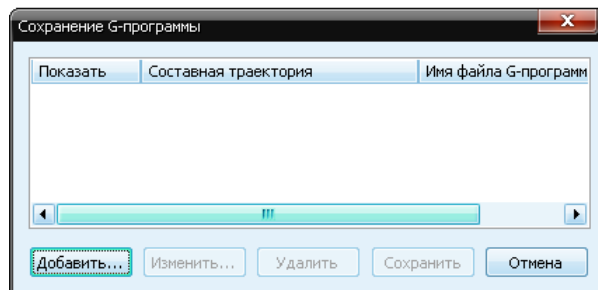
☒ Скруглить радиусом: 0







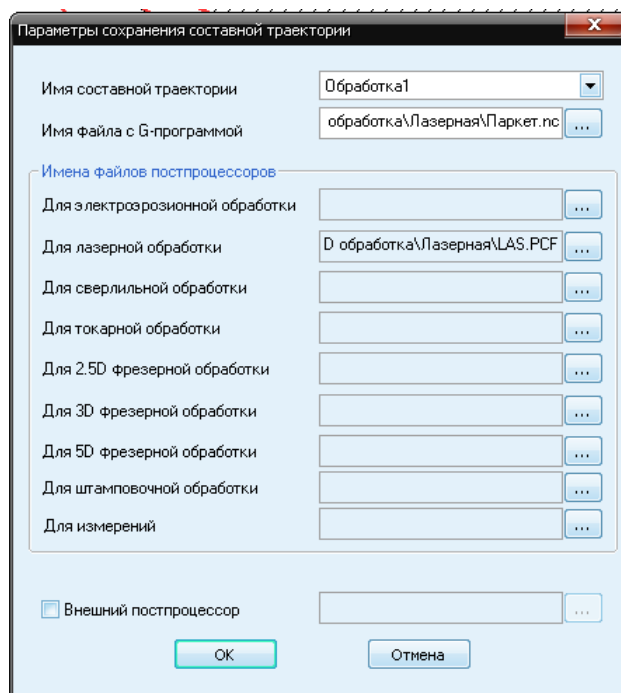
По рассчитанной траектории пользователь может сохранить управляющую программу. Для При помощи «Редактора постпроцессоров» создаётся новый постпроцессор, если он отсутствует в библиотеке постпроцессоров, поставляемой с системой.



После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы. Для этого необходимо выбрать команду текстового меню **“ЧПУ|Сохранение G-программы”**, либо нажать кнопку .



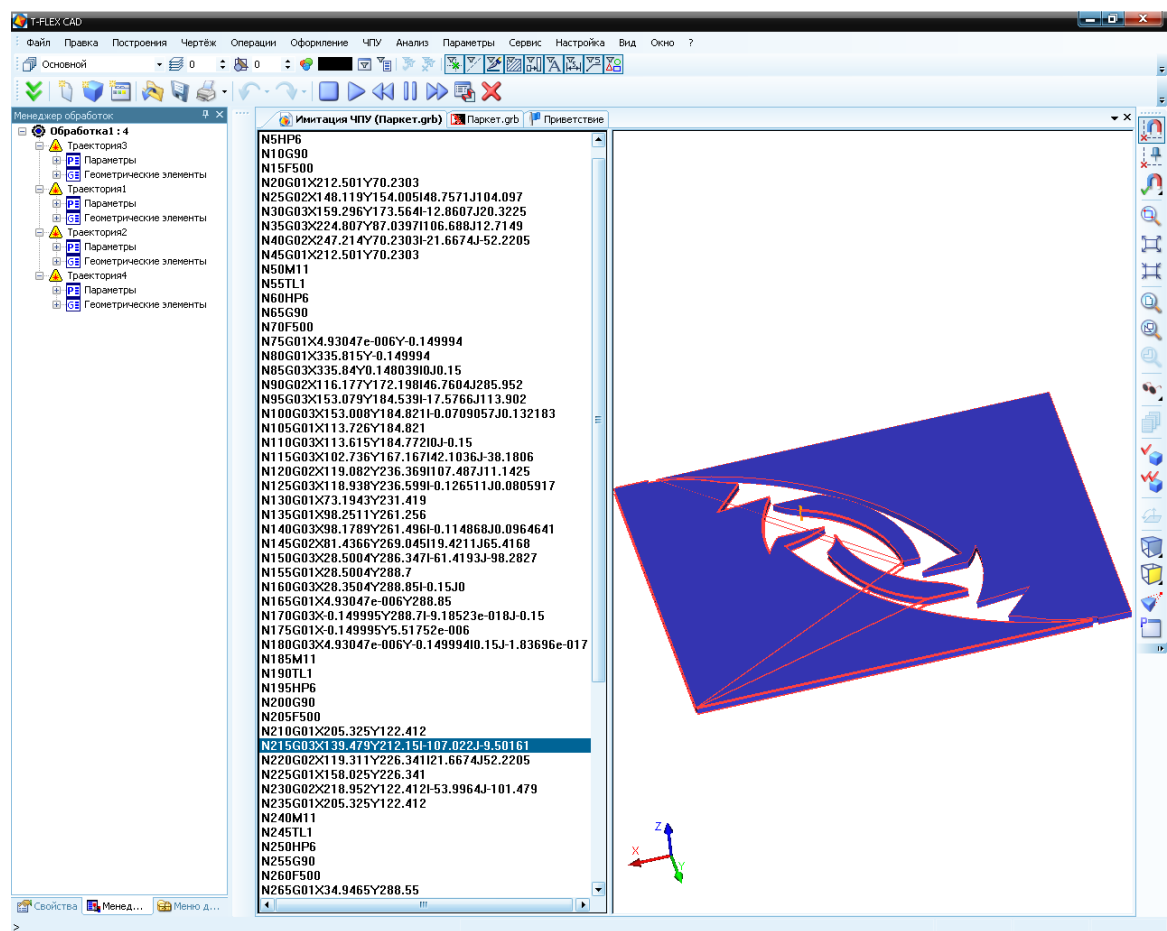


В появившемся окне диалога необходимо нажать , для того, чтобы вызвать диалоговое окно параметров сохранения составной траектории. В этом окне последовательно задаются: путь к файлу постпроцессора, имя файла управляющей программы и директория для его сохранения. Все изменения путей к файлам производятся при помощи кнопок  в соответствующих строках.



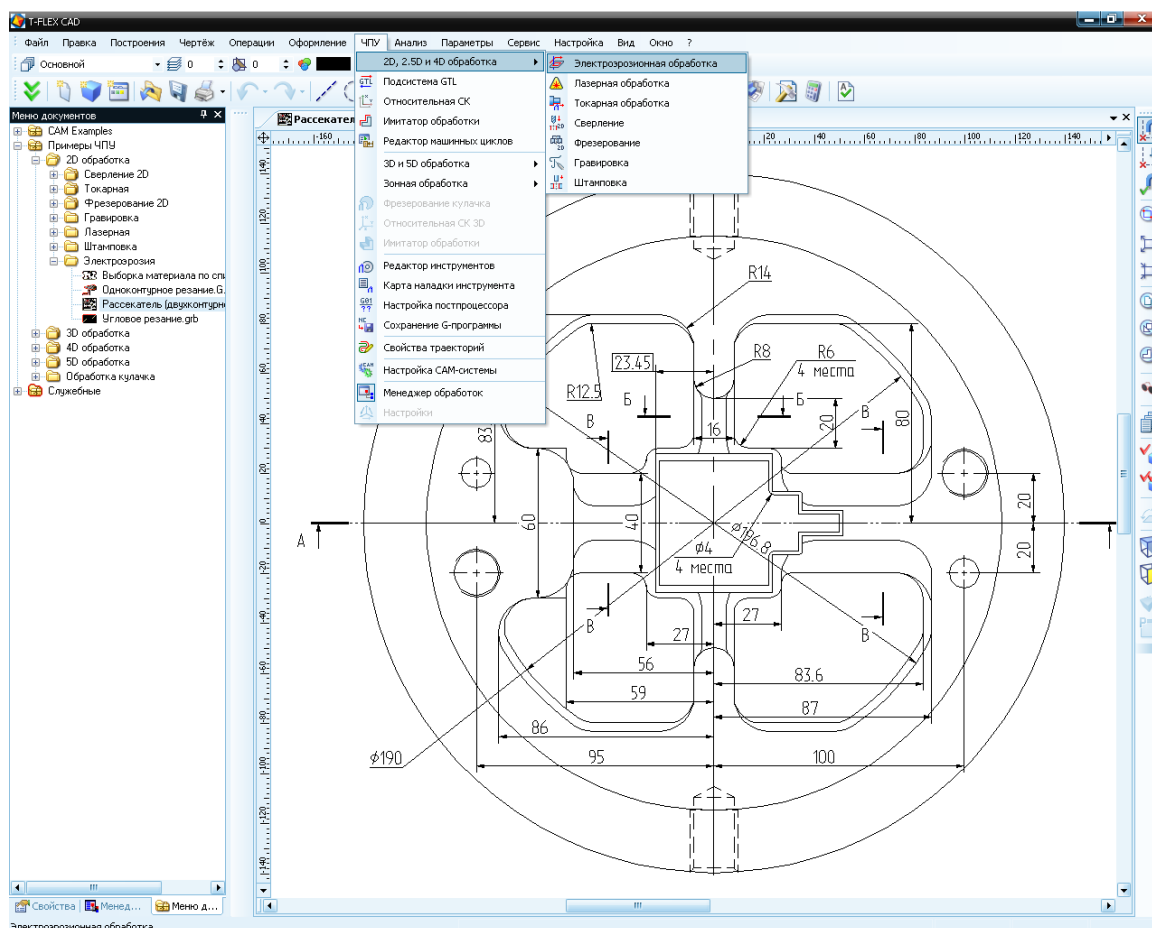
Также, после всех проделанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы, для чего необходимо вызвать **“ЧПУ|Имитация обработки”**, либо нажать кнопку  на панели. Для запуска имитации обработки следует нажать кнопку  на главной панели в режиме «Имитация ЧПУ», которая появится автоматически.










Для рассмотрения примера двухконтурного резания вернёмся к электроэрозионной обработке и рассчитаем траекторию, а затем сгенерируем управляющую программу для обработки матрицы, которая представлена на рисунке. Как правило, детали, получаемые после двухконтурного резания, имеют достаточно сложную форму, так как само по себе двухконтурное резание есть ни что иное, как вид 4D операции, распространённой в лазерной и электроэрозионной обработках.






После построения двух необходимых штриховок по верхнему и нижнему контурам вырезаемого пуансона следует войти в меню команд модуля электроэрозионной обработки, нажав кнопку  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D», или выбрав пункт текстового меню «ЧПУ|2D, 2.5D и 4D обработка|Электроэрозионная обработка». Далее, для создания траектории двухконтурного электроэрозионного резания, необходимо нажать кнопку  на панели инструментов.



Поскольку электроэрозионный модуль предполагает возможность задания геометрии детали, как при помощи штриховки, так и при помощи элемента «Путь», на панели инструментов будут присутствовать соответствующие кнопки. В данном случае необходимо нажать кнопку . После этого система автоматически переходит в режим ожидания указания первого контура обрабатываемой детали (штриховки). Одновременно с этим появляется диалоговое окно параметров траектории. Возможно сначала указать штриховку, а затем указать параметры траектории, а также возможно сначала задать параметры траектории, а лишь затем указать обрабатываемый контур (штриховки), последовательно нажав  внутри контура каждой из штриховок. Как только пользователь указывает первый контур детали, система автоматически переходит в режим выбора второй штриховки (кнопка  автоматически нажата).

Значения параметров траектории обработки описаны в первой части данного пособия.

После задания всех необходимых параметров обработки достаточно нажать кнопку , чтобы система автоматически рассчитала траекторию обработки, которая появится в виде линии красного цвета на чертеже.

**Электроэрозия**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория:

Инструмент:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Припуск:

Параметры электроэрозии

Диэлектрич. параметр:

Параметр перемотки:

Параметр генератора:

Величина смещения:

Параметры детали

Угол наклона:

Толщина:

Коррекция на радиус

☒ Включить

☐ Лев. ☒ Номер:

☒ Прав. ☐ Величина:  R

Аппроксимация

Точность:

☒ Круговая интерполяция

**Двухконтурное резание**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория:

Инструмент:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Припуск:

Параметры электроэрозии

Диэлектрич. параметр:

Параметр перемотки:

Параметр генератора:

Величина смещения:

Параметры детали

Угол наклона:

Толщина:

Коррекция на радиус

Аппроксимация

Точность:

☒ Круговая интерполяция

Доп. параметры

☒ Нетангенциальность

☒ Против контура

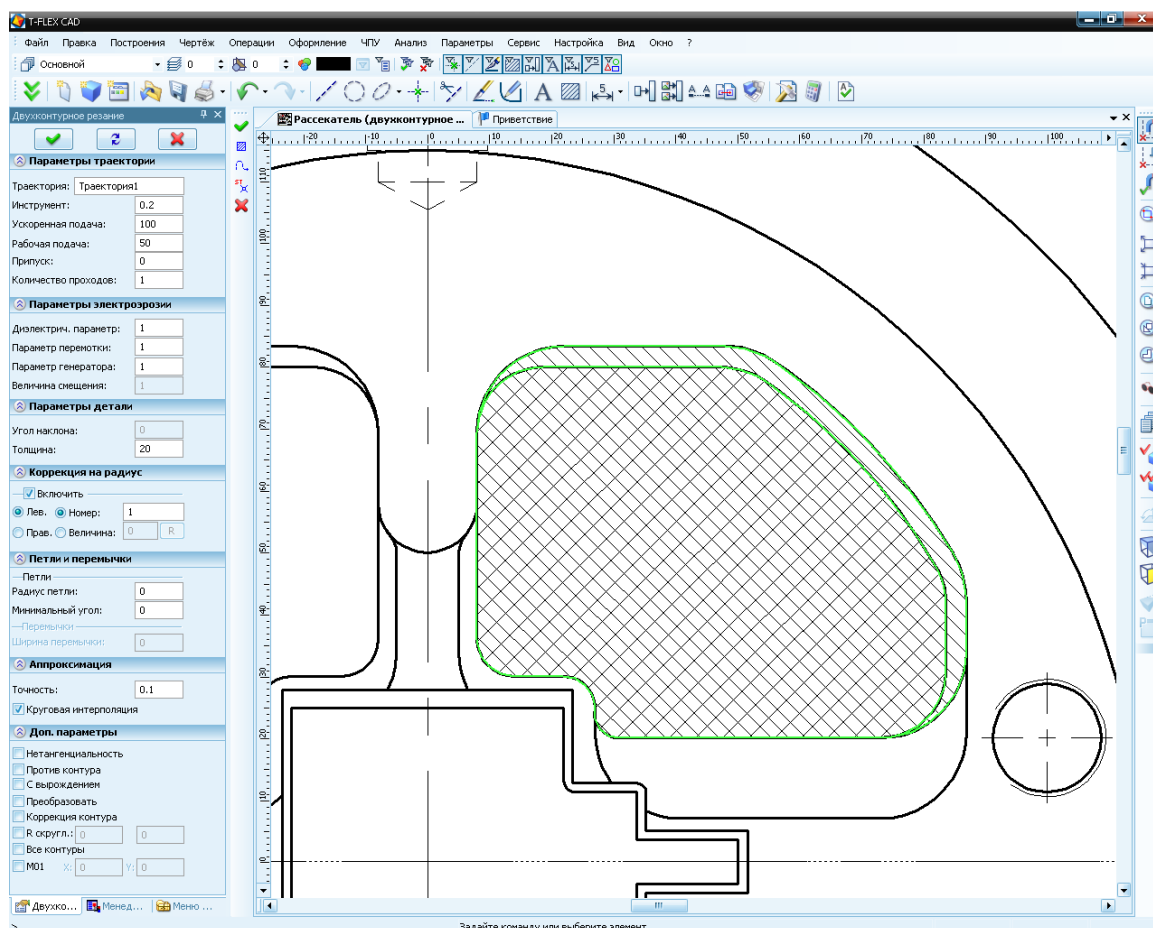
☒ Без вырождения

☒ Преобразовать


☐ Коррекция контура

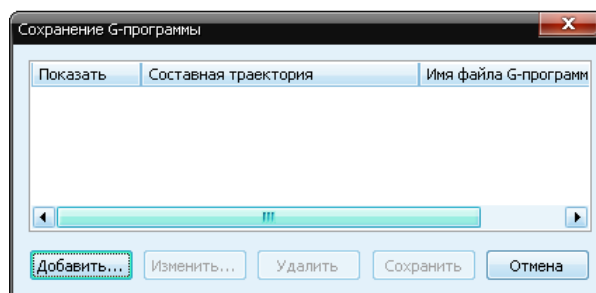
☐ Скруглить радиусом:






По рассчитанной траектории пользователь может сохранить управляющую программу. Для При помощи «Редактора постпроцессоров» создаётся новый постпроцессор, если он отсутствует в библиотеке постпроцессоров, поставляемой с системой.

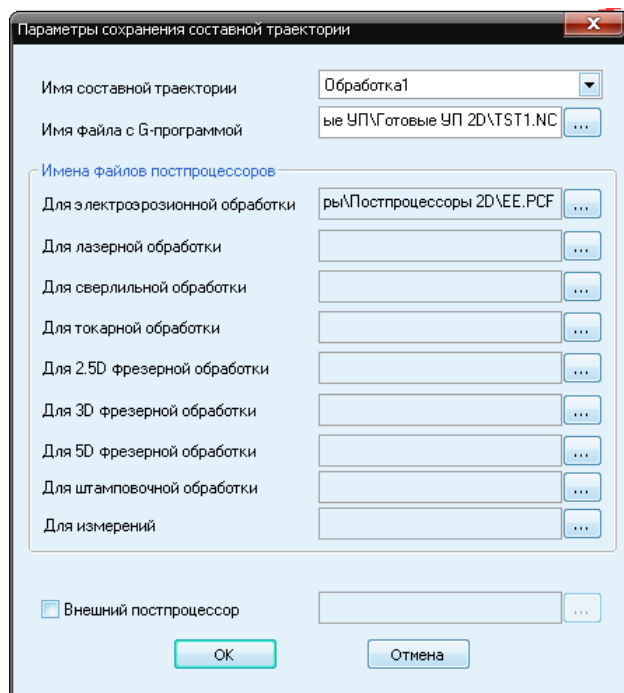
После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы. Для этого необходимо выбрать команду текстового меню **“ЧПУ|Сохранение G-программы”**, либо нажать кнопку .





В появившемся окне диалога необходимо нажать , для того, чтобы вызвать диалоговое окно параметров сохранения составной траектории. В этом окне последовательно задаются: путь к файлу

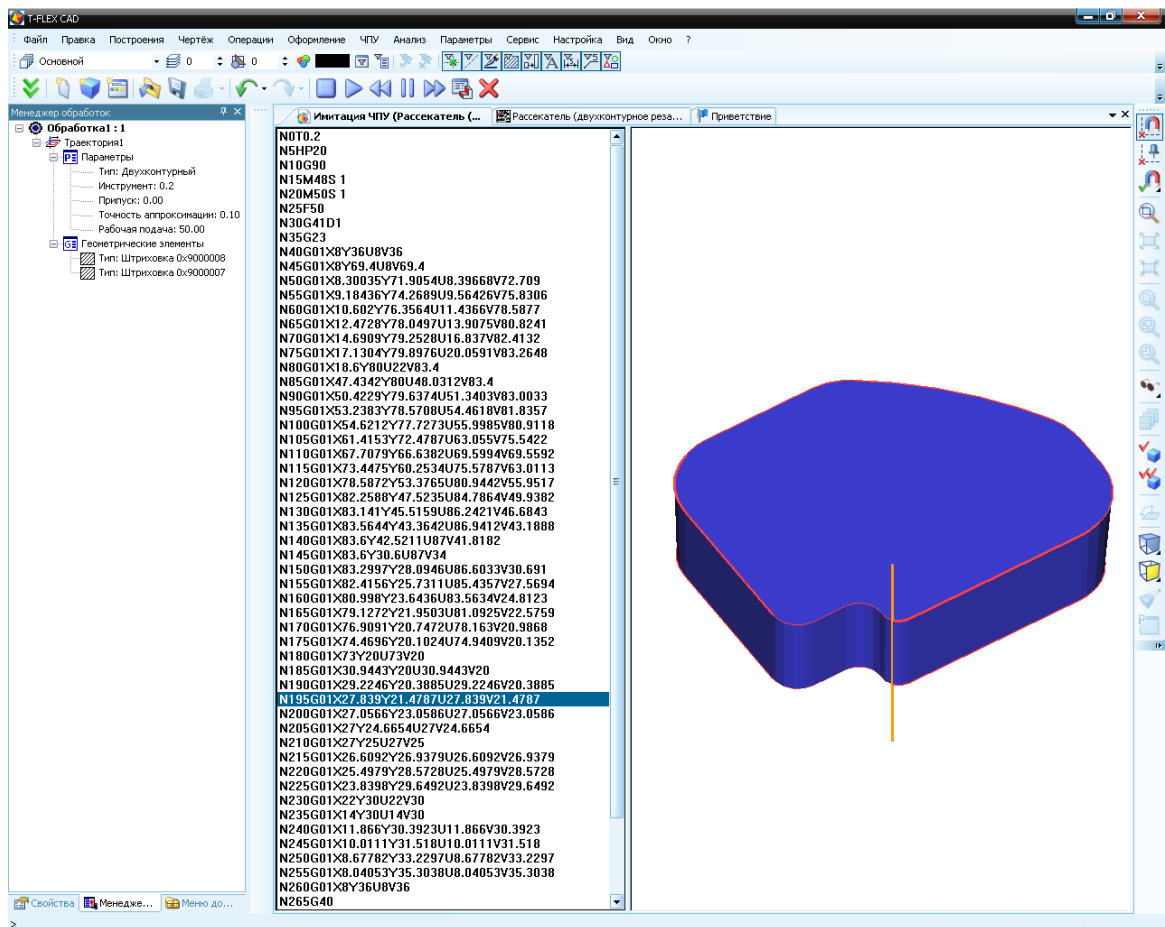


постпроцессора, имя файла управляющей программы и директория для его сохранения. Все изменения путей к файлам производятся при помощи кнопок [...] в соответствующих строках.




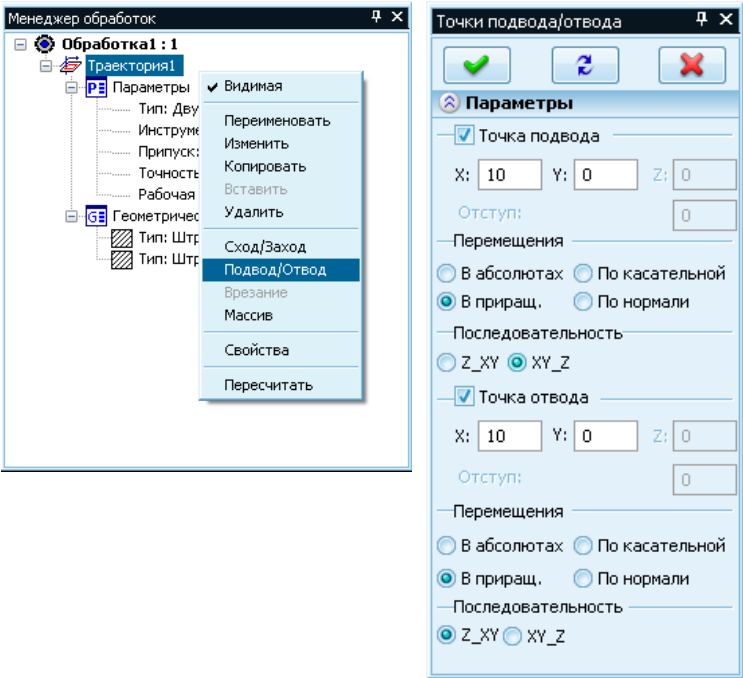
Также, после всех проделанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы, для чего необходимо вызвать **“ЧПУ|Имитация обработки”**, либо нажать кнопку  на главной панели. Для запуска имитации обработки следует нажать кнопку  на главной панели в режиме «Имитация ЧПУ», которая появится автоматически.





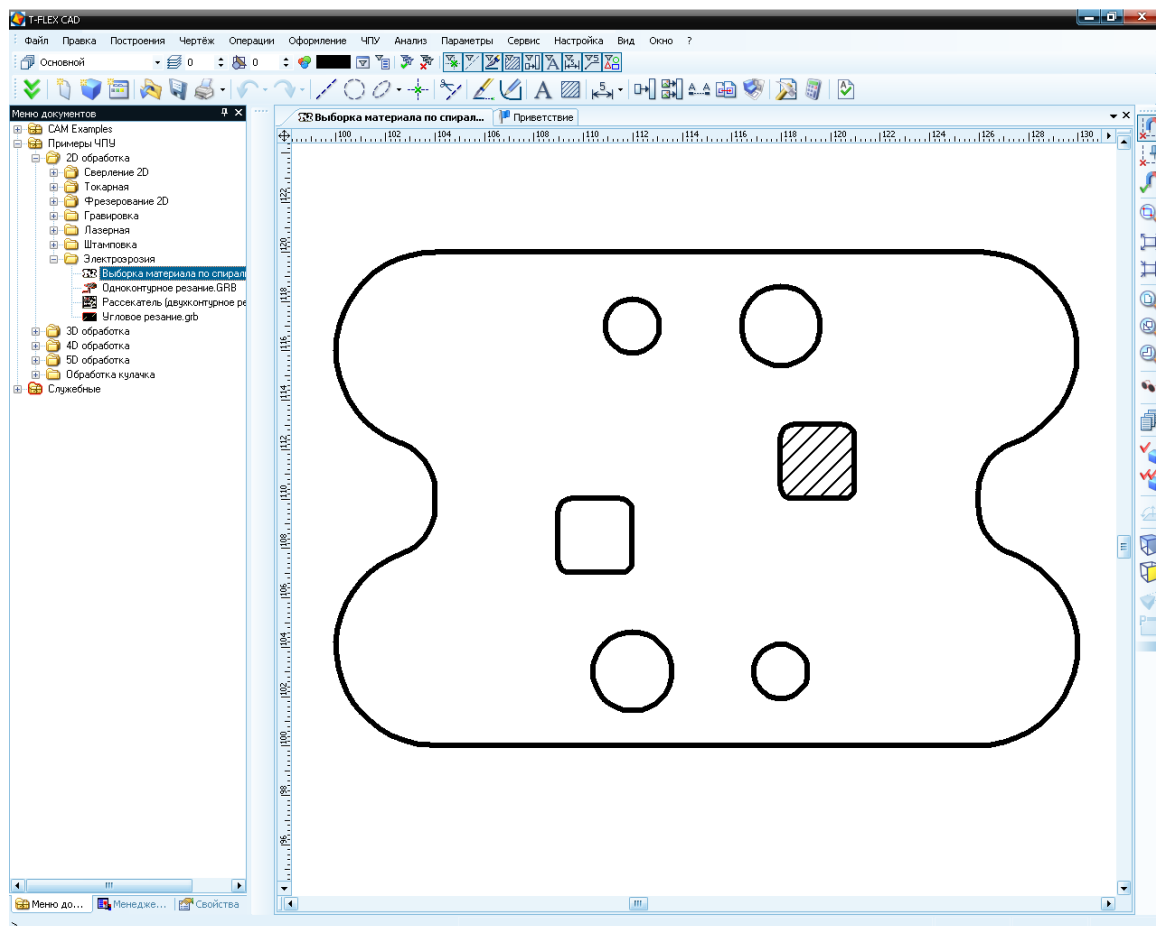



Пользователь может указать точки подвода и отвода инструмента, войдя в «Менеджер обработок» , и задавая конкретные цифровые значения в специальном окне для точки подвода и для точки отвода.






Наконец, последний пример, который будет рассмотрен в данном разделе второй части пособия, касается выборки материала по спирали (электроэрозионная обработка).






После построения штриховки по контуру, материал из которого необходимо удалить, следует войти в меню команд модуля электроэрозионной обработки, нажав кнопку  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D», или выбрав пункт текстового меню «ЧПУ|2D, 2.5D и 4D обработка|Электроэрозионная обработка».



Далее, для создания траектории выборки материала по спирали, необходимо нажать кнопку  на панели инструментов. В данном случае электроэрозионный модуль предполагает возможность задания геометрии детали только при помощи штриховки, поэтому кнопка  будет автоматически нажата. При этом система автоматически переходит в режим ожидания указания контура обрабатываемой детали (штриховки), одновременно появляется диалоговое окно параметров траектории. Возможно сначала указать штриховку, а затем указать параметры траектории, а также возможно сначала задать параметры траектории, а лишь затем указать обрабатываемый контур (штриховку), нажав  внутри контура штриховки.

Значения параметров траектории обработки описаны в первой части данного пособия.

После задания всех необходимых параметров обработки достаточно нажать кнопку , чтобы система автоматически рассчитала траекторию обработки, которая появится в виде линии красного цвета на чертеже.

**Электроэрозия**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория:

Инструмент:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Припуск:

Параметры электроэрозии

Диэлектрич. параметр:

Параметр перемотки:

Параметр генератора:

Величина смещения:

Параметры детали

Угол наклона:

Толщина:

Коррекция на радиус

☒ Включить

☐ Лев. ☒ Номер:

☒ Прав. ☐ Величина:  R

Аппроксимация

Точность:

☒ Круговая интерполяция

**Выборка металла по спирали**

✓ ↺ ✕

Параметры траектории

Траектория:

Инструмент:

Ускоренная подача:

Рабочая подача:

Припуск:

Параметры электроэрозии

Диэлектрич. параметр:

Параметр перемотки:

Параметр генератора:

Величина смещения:

Параметры детали

Угол наклона:

Толщина:

Аппроксимация

Точность:

☐ Круговая интерполяция

Доп. параметры

☐ Нетангенциальность

☐ Против контура

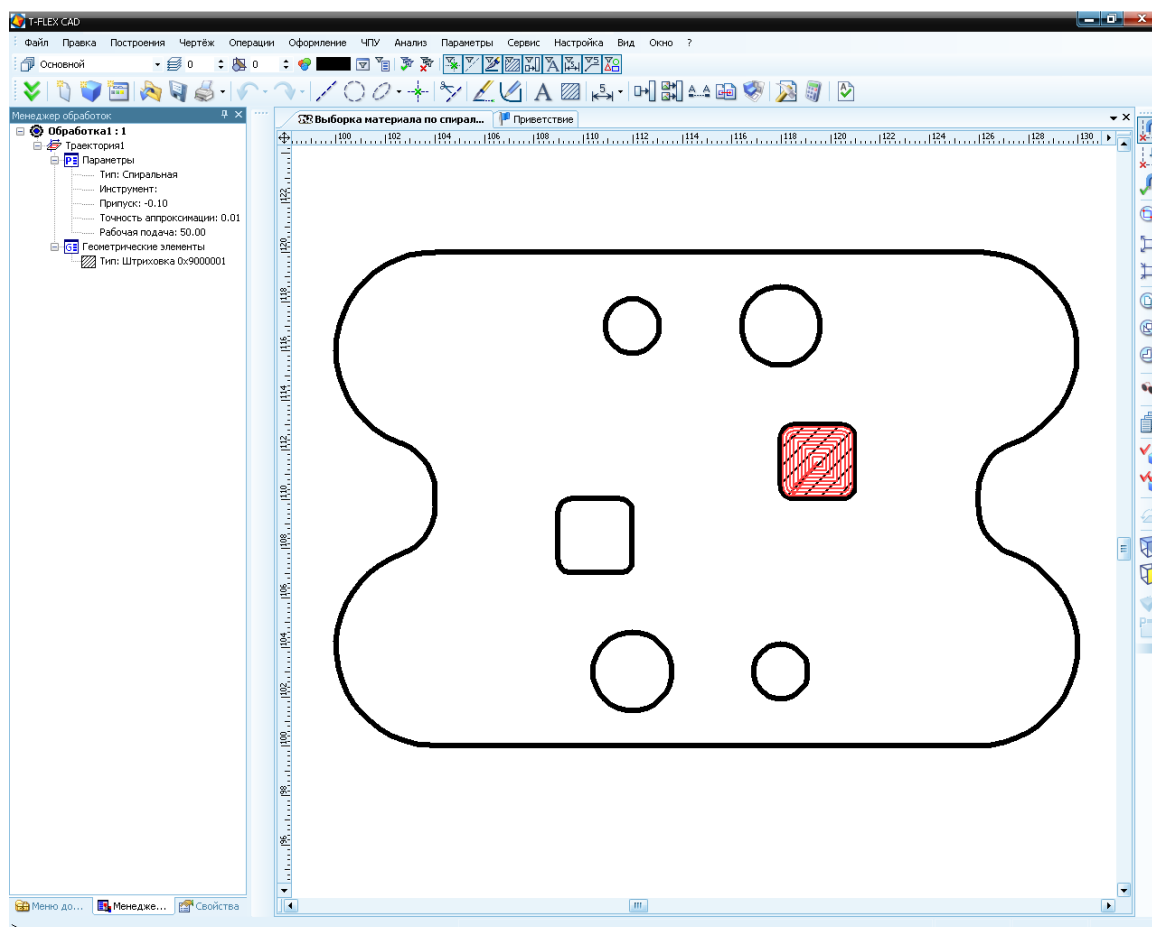
☐ Без вырождения

☐ Преобразовать


☐ Коррекция контура

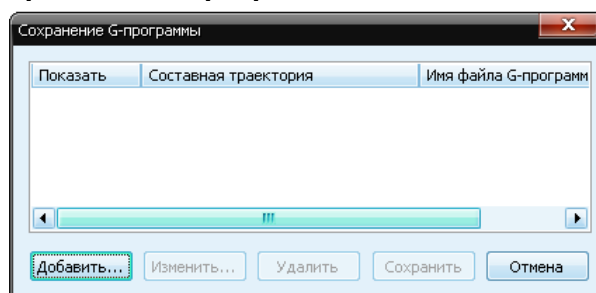
☐ Скруглить радиусом:







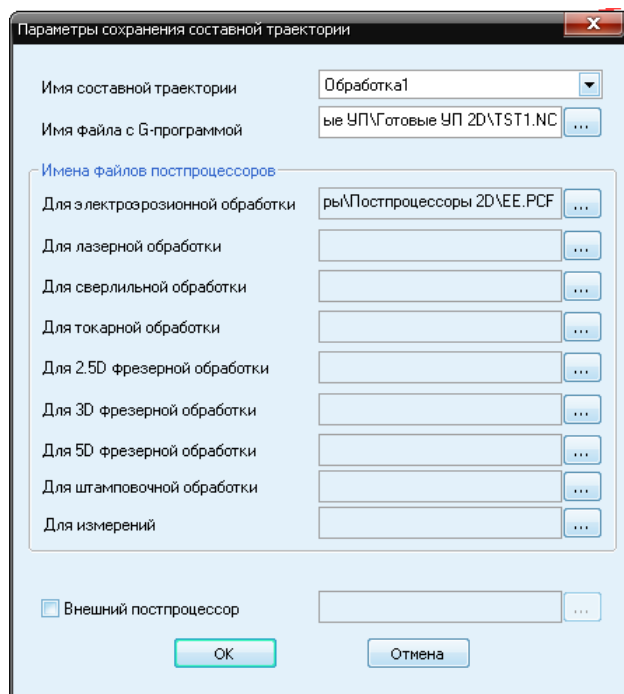
По рассчитанной траектории пользователь может сохранить управляющую программу. Для При помощи «Редактора постпроцессоров» создаётся новый постпроцессор, если он отсутствует в библиотеке постпроцессоров, поставляемой с системой.



После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы. Для этого необходимо выбрать команду текстового меню **“ЧПУ|Сохранение G-программы”**, либо нажать кнопку .



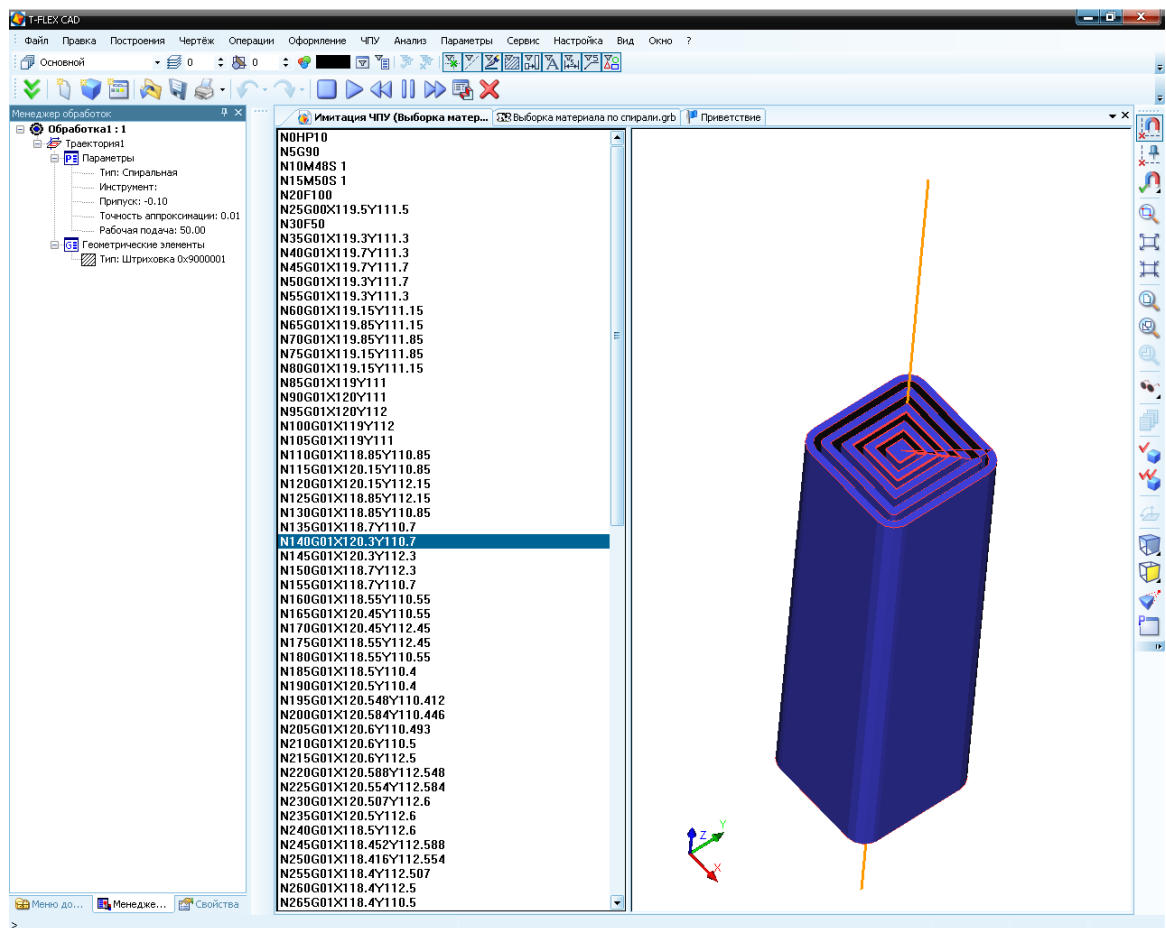


В появившемся окне диалога необходимо нажать , для того, чтобы вызвать диалоговое окно параметров сохранения составной траектории. В этом окне последовательно задаются: путь к файлу постпроцессора, имя файла управляющей программы и директория для его сохранения. Все изменения путей к файлам производятся при помощи кнопок  в соответствующих строках.



Также, после всех проделанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы, для чего необходимо вызвать **“ЧПУ|Имитация обработки”**, либо нажать кнопку  на главной панели. Для запуска имитации обработки следует нажать кнопку  на главной панели в режиме «Имитация ЧПУ», которая появится автоматически. Аналогично вышеописанным примерам обработки, в имитаторе будет отображена только часть детали, указанная при помощи замкнутого пути или штриховки.

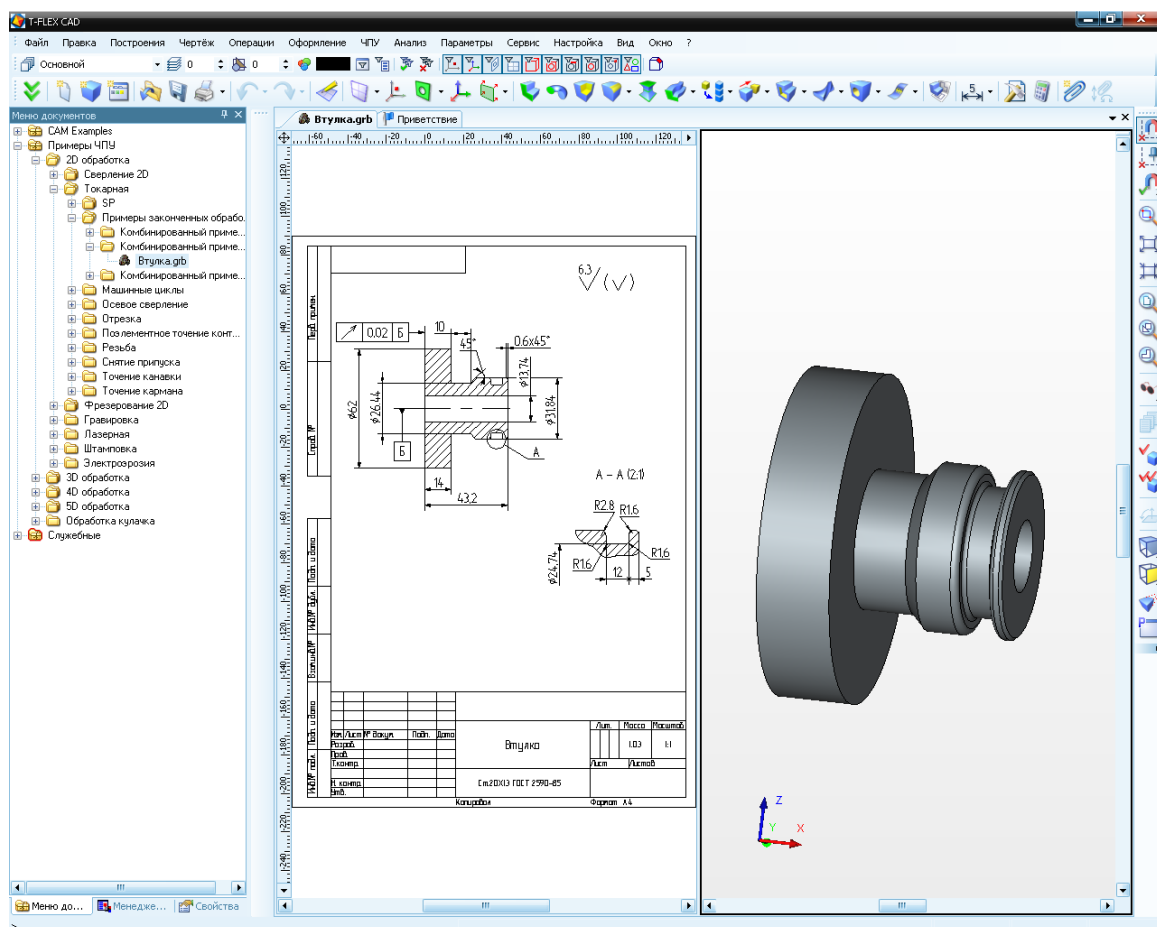




## Токарная обработка



При рассмотрении примера для токарной обработки, выберем деталь втулку (изображена на рисунке ниже). Рассчитаем траектории снятия припуска, чистового точения контура и точения канавок, а затем сгенерируем управляющую программу для обработки детали.






Для начала необходимо построить на чертеже несколько путей. Для обработки строим путь контура детали, который требуется получить в результате обработки. После этого указываем контур прутка, из которого будет выточена данная деталь. Контур заготовки должен начинаться и заканчиваться в первом и последнем пути контура детали соответственно. Для точения канавок будут использованы специализированные операции из группы «Точение канавки». Их использование не требует построения каких-либо дополнительных элементов. На этом, геометрическую или подготовительную часть создания траекторий обработки можно считать завершённой. Перейдём непосредственно к самому созданию траекторий и последующему созданию УП.






Для снятия припуска в токарной обработке выбирается группа , затем пункт «Снятие припуска проходным резцом» . После выбранного вида обработки пользователю необходимо последовательно указать два пути. Сначала указывается путь контура детали, который необходимо получить, а затем указывается путь контура исходной заготовки, с которой будет удаляться припуск. Причём, система автоматически переходит в режим ожидания указания путей для обработки. Одновременно, откроется окно с параметрами траектории, которые пользователь может задать до указания, во время указания или после указания путей.

Необходимо отметить, что пользователь также может задать предварительные параметры обработки в специальном окне, которое появляется

при вызове опции . Например, в этом окне, пользователь может задать файл, содержащий информацию об инструменте, имя инструмента и ещё ряд параметров.

После указания обрабатываемого контура и контура заготовки, пользователь в появившемся окне задаёт все остальные необходимые параметры обработки, которые были описаны в первой части пособия.

Все создаваемые траектории будут автоматически добавлены в дерево траекторий Менеджера обработок.

Снятие припуска проход. рез.   

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория3

Файл с инструментом  
аный пример 2\Втулка.too ...

Инстр-т: prohod

Ускоренная подача: 700

Рабочая подача по X: 50

Рабочая подача по Z: 50

Коэффициент для X/Z: 1

Припуск: 0.5

☒ Включить охлаждение

Вращение шпинделя  
☒ по часовой ☐ против часовой

Частота: 2000

**Параметры прохода**

Неходод: 2

Перебег: 1

Угол перебега: 45

☐ Сквозной проход: 0

☒ Исключить карманы

Параметры отступа  
☐ Авто ☒ По велич. 0.01

**Направление точения**

☐ Вдоль оси X ☐ Направо

☒ Вдоль оси Z ☐ Вниз

**Параметры съема**

Тип съема

☐ По кол-ву проходов: 4

☒ По величине съема: 1.5

**Получистовой проход**

**Коррекция на радиус**

**Аппроксимация**

**Направление точения**

**Параметры съема**

**Получистовой проход**

☒ Включить

Ускоренная подача: 100

Рабочая подача: 30

Частота вращения шпин.: 200

Припуск: 0.5

Отход от детали: 0

☐ Технологический останов

☒ Изменить направление

**Коррекция на радиус**

**Аппроксимация**

Точность: 0.01

☒ Круговая интерполяция

**Параметры траектории**

Траектория: Траектория5

Файл с инструментом  
C:\Program Files\T-FLEX\T-FL ...

Инстр-т: prohod

Ускоренная подача: 700

Рабочая подача по X: 70

Рабочая подача по Z: 70

Коэффициент для X/Z: 1

Припуск: 0

☒ Включить охлаждение

Вращение шпинделя  
☒ по часовой ☐ против часовой

Частота: 2000

**Параметры контура**


☐ По элементам

**Коррекция на радиус**

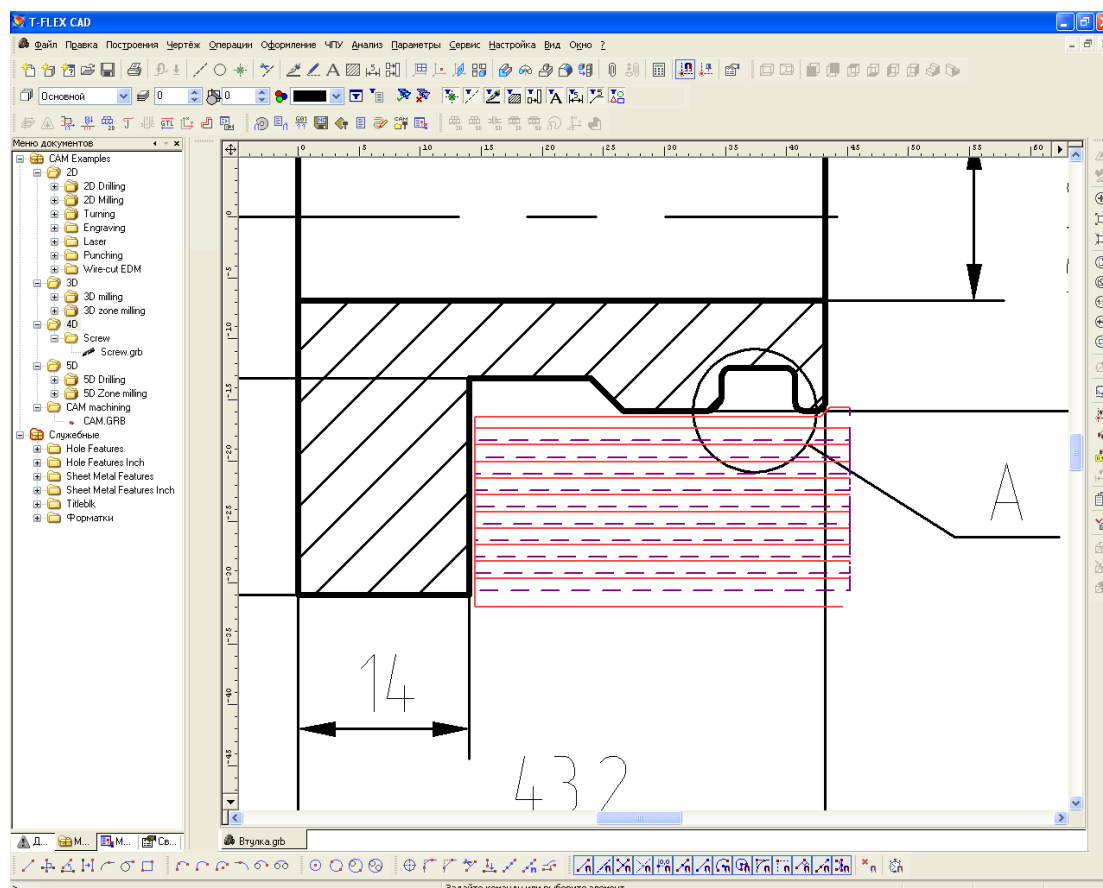
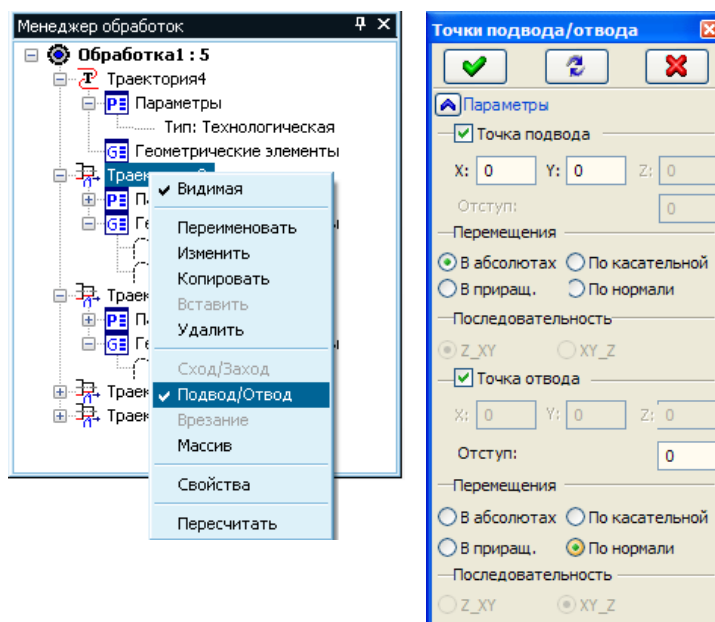
**Аппроксимация**

**Доп. параметры**




По завершении создания траектории обработки, пользователь может задать точки подвода и отвода в соответствующем диалоговом окне. Для вызова данного диалога необходимо нажать пиктограмму  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D», в окне Менеджера обработок вызвать контекстное меню данной траектории и в нём выбрать пункт [Подвод/Отвод].

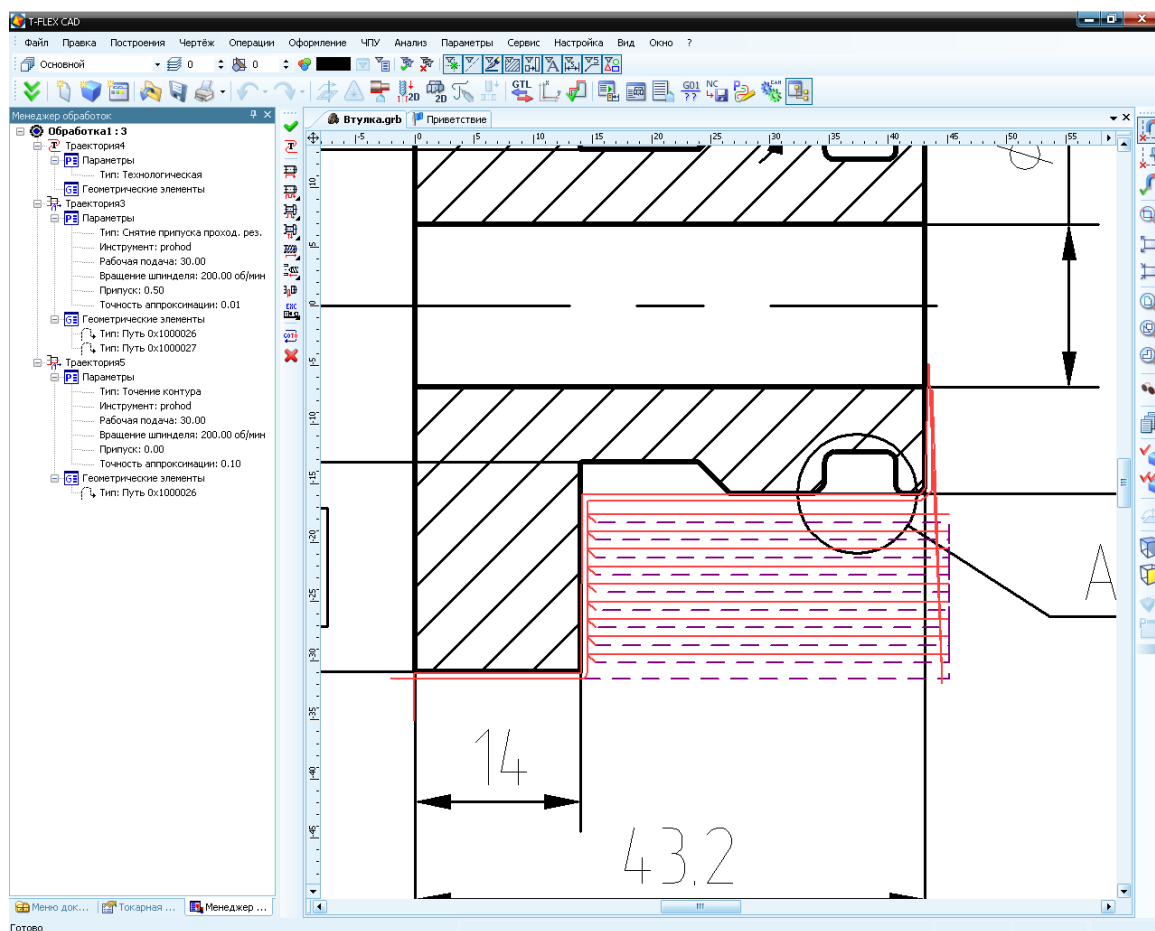
В результате всех проделанных действий в указанной последовательности пользователь получит на экране монитора изображение рассчитанной траектории в виде линий.







Затем, необходимо создать траекторию чистовой обработки контура детали. Для этого, необходимо выбрать пункт меню токарной обработки «Точение контура» . Далее, необходимо указать путь по контуру детали, который требуется получить в результате чистовой обработки. Для этого подойдёт путь контура, использовавшийся ранее для черновой обработки. После указания пути необходимо задать параметры обработки в соответствующем диалоговом окне.

В результате всех проделанных действий в указанной последовательности пользователь получит на экране монитора изображение рассчитанной траектории в виде линий.

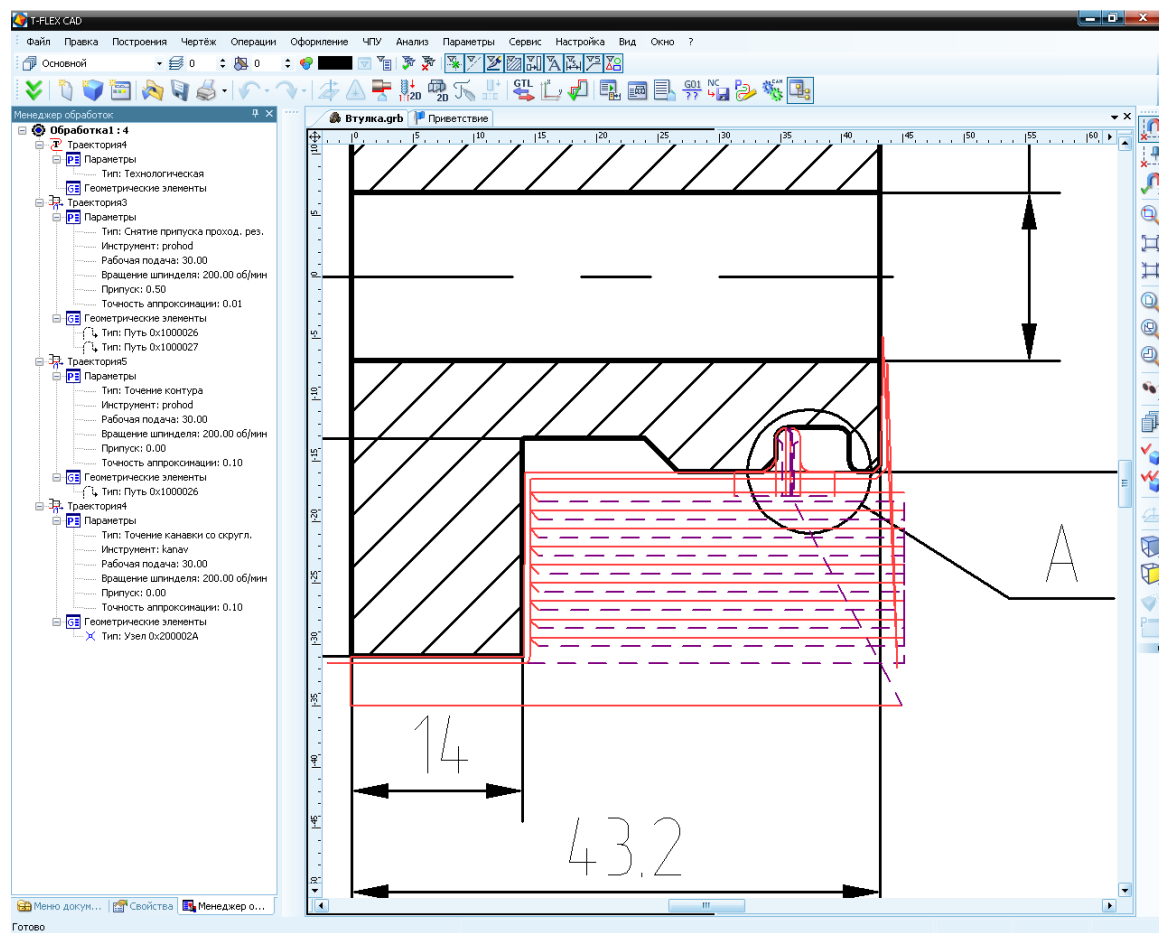


По завершении создания траектории обработки, пользователь может указать координаты точек подвода и отвода инструмента в специальном диалоговом окне (процесс описан выше).



Для точения канавки со скруглениями выбираем группу «Точение канавки» , а затем – операцию «Точение канавки со скруглениями» . После выбора вида обработки пользователю необходимо указать базовый узел. Правила выбора узла описаны в первой части пособия. После выделения узла пользователь в появившемся окне задаёт все остальные необходимые параметры обработки, которые также были описаны в первой части пособия.



В результате всех проделанных действий в указанной последовательности пользователь получит на экране монитора изображение рассчитанной траектории.





Аналогично предыдущей операции, для точения канавки с фасками выбираем группу «Точение канавки» , затем – операцию «Точение канавки с фасками» . После выбора вида обработки пользователю необходимо указать узел. Правила выбора узла описаны в первой части пособия, а также в подсказках диалогового окна.

После выделения узла, пользователь в появившемся диалоговом окне задаёт все остальные необходимые параметры обработки, которые также были описаны в первой части пособия.

В результате выполнения всех действий в указанной последовательности пользователь получит на экране монитора изображение рассчитанной траектории обработки.

Точение канавки с фасками

✓ ↺ ✗

Параметры траектории

Траектория:

— Файл с инструментом

...

Инстр-т:

Ускоренная подача:

Рабочая подача по X:

Рабочая подача по Z:

Коэффициент для X/Z:

Припуск:

☒ Включить охлаждение

— Вращение шпинделя

☒ по часовой ☐ против часовой

Частота:

Параметры канавки

Аппроксимация

Точность:

☒ Круговая интерполяция

Параметры канавки

Величина недохода:

Величина перебега:

☐ Вторая коррекция:

Ширина:

Глубина:

Угол:

Недоход слева:

Недоход справа:

☐ Отключить чистовой проход

☐ Отключить черновой проход

— Тип канавки

☐ Внешняя ☒ Внутренняя

— Параметры точения

☒ По диаметру ☐ По торцу

R1

R2

R3

R4

A1

A2

L1

L2

0

0

0

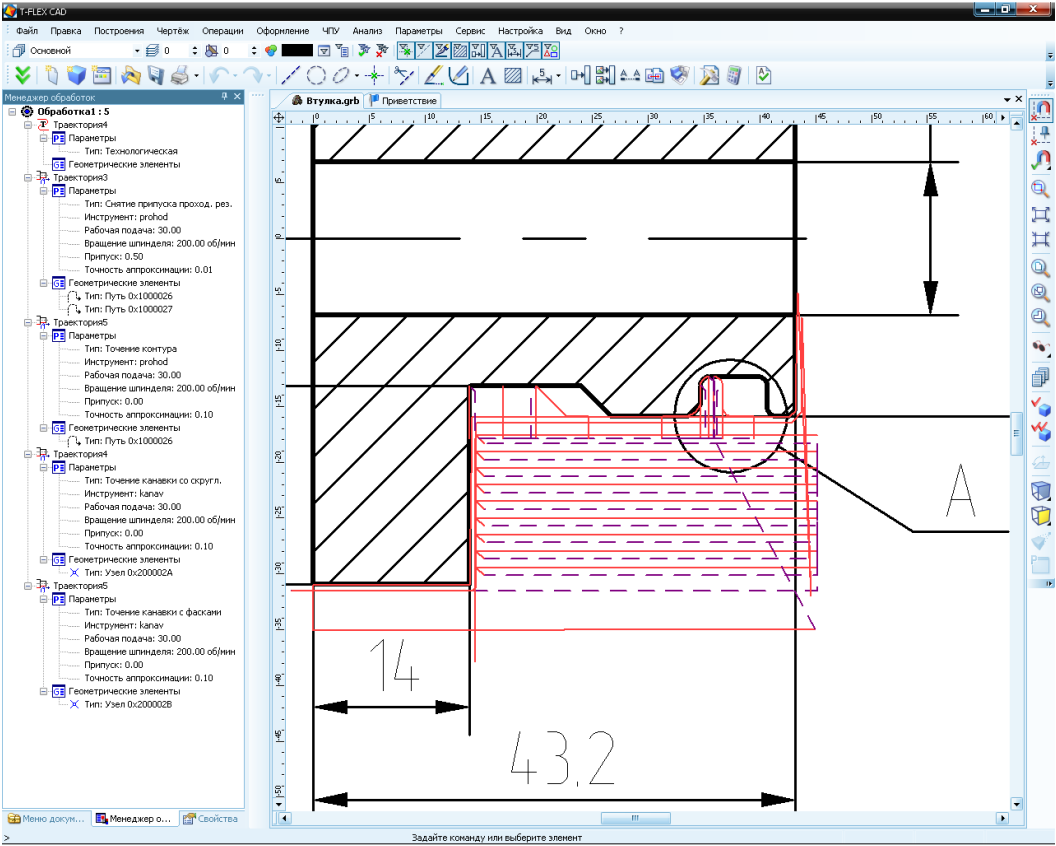
0

0

45

0

2.7





Далее по рассчитанной составной траектории пользователь может сохранить управляющую программу. Для этого в «Редакторе постпроцессоров» создаётся новый постпроцессор, если таковой необходим. При этом доступны дополнительные настройки УП для токарной обработки, которые можно использовать при создании постпроцессора.

Иначе, пользователь выбирает из библиотеки тот постпроцессор, в соответствии с которым должна быть сохранена управляющая программа.

**Настройка постпроцессора**

Вид обработки: Токарная    Файл: \_\_\_\_\_

Пояснения к команде  
 Перемещение в запрограммированную точку с заданной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно

Расшифровка команды    По умолчанию    Новая

| Позиционирование                 |     |
|----------------------------------|-----|
| Позиционирование                 | G00 |
| Линейная интерполяция            | G01 |
| Круговая интерполяция по час     | G02 |
| Круговая интерполяция против час | G03 |
| Пауза в (мс)                     | G04 |

Дополнительные параметры

Начало программы: \_\_\_\_\_ Начальный номер: 0

Конец программы: \_\_\_\_\_ Шаг нумерации: 5

Комментарии к постпроцессору  
 //Разработан 17.11.2006 14:23

☒ Показать дополнительные параметры

Сохранить как    Сохранить    Открыть    Выход

**Система координат**

☐ Абсолютная система координат в первом кадре

☐ Относительная система координат в первом кадре

☐ Рабочая система координат в первом кадре

**Коррекция на радиус**

☐ Включение коррекции на радиус G41/G42 в первом кадре

☐ Выключение коррекции на радиус G40 в последнем кадре

**Коррекция на вылет**

☐ Включение коррекции на вылет G43/G44 в первом кадре

☐ Выключение коррекции на вылет G49 в последнем кадре

**Охлаждение**

☐ Включить охлаждение в первом кадре

☐ Рабочая плоскость в первом кадре

☐ Частота вращения шпинделя S в первом кадре

☐ Направление вращения шпинделя M03/M04 в перв. кадре

Дополнительные параметры  
 \_\_\_\_\_

Формат вывода числовых данных  
 #.###


Формат выгружаемой строки  
 G00 XYZ    << >>

После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы с помощью команды **“ЧПУ|Сохранение G-программы”**.

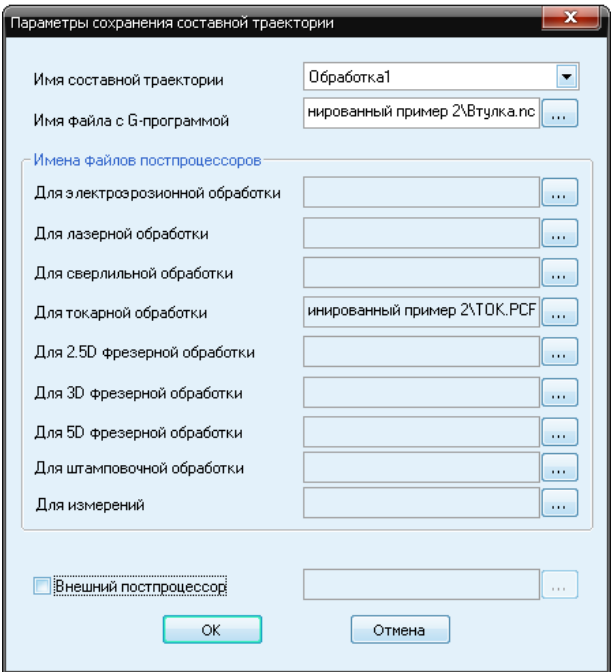
**Сохранение G-программы**

Показать    Составная траектория    Имя файла G-программ

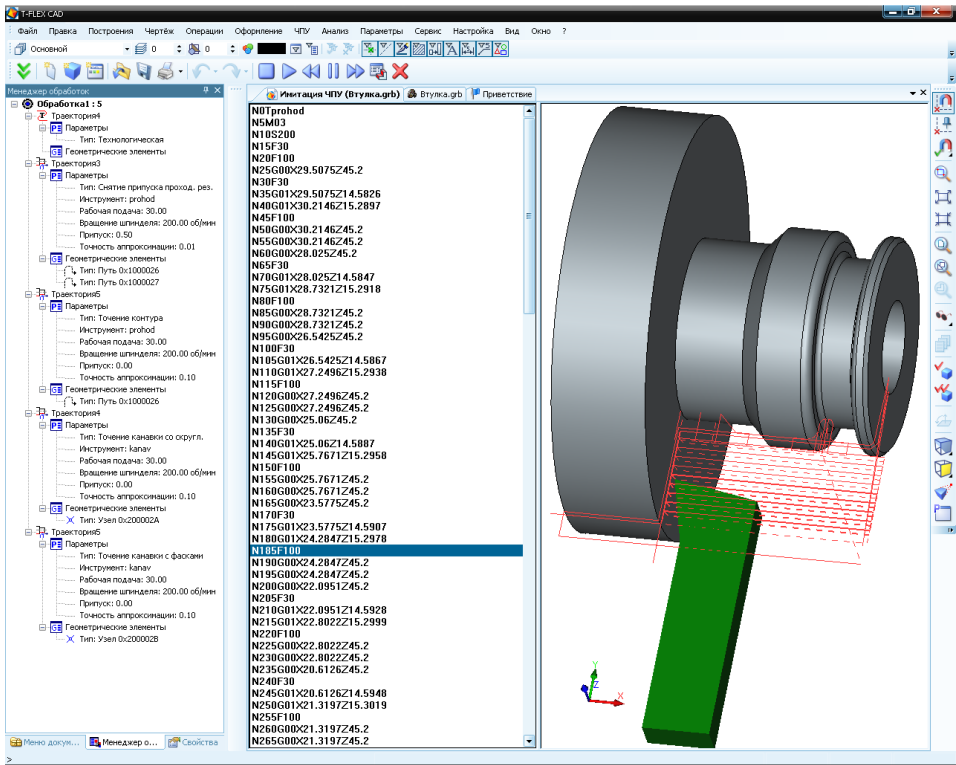
Добавить...    Изменить...    Удалить    Сохранить    Отмена

В появившемся на экране окне необходимо нажать . Появится окно диалога параметров сохранения составной траектории. В этом окне последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения.






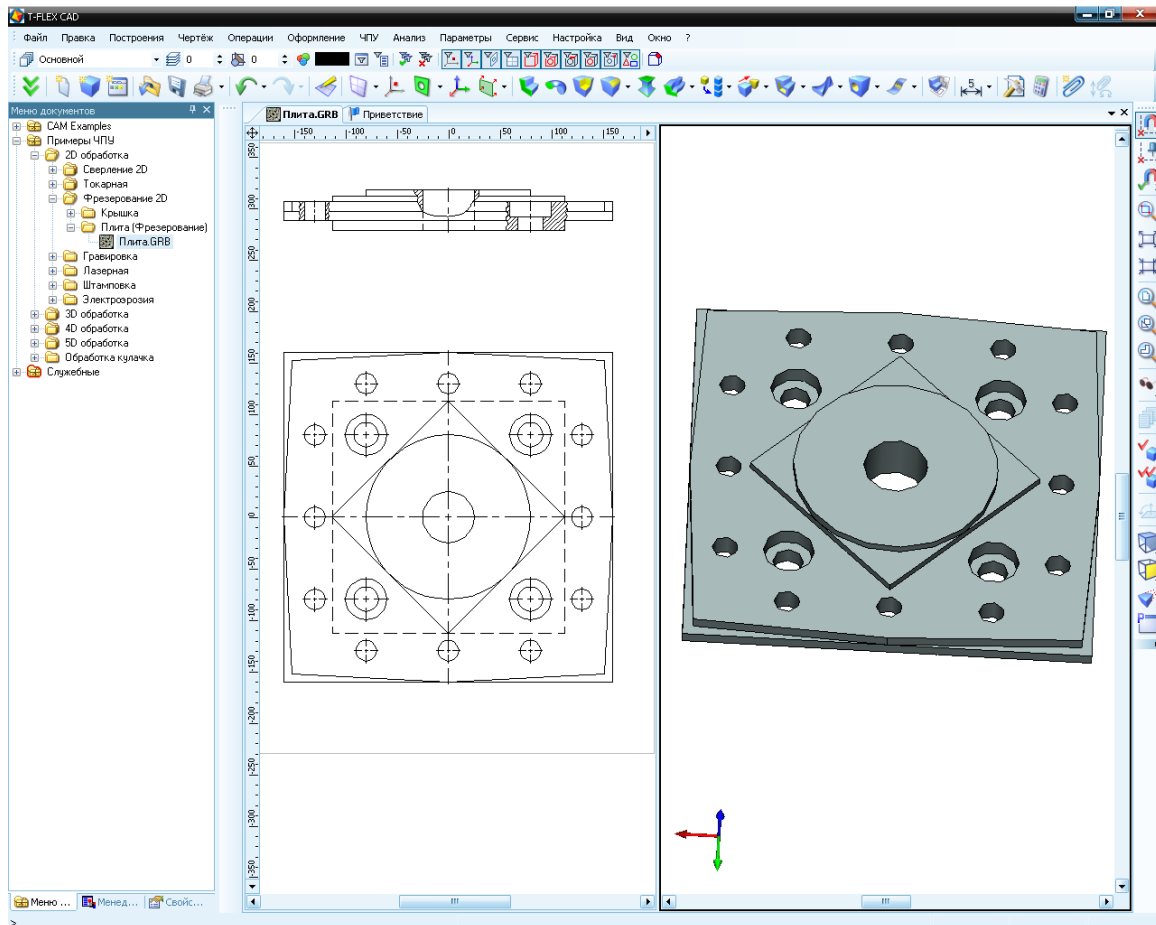
После выполнения всех действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы в команде **“ЧПУ|Имитация обработки”**. В появившемся окне будет происходить отработка созданной пользователем управляющей программы.






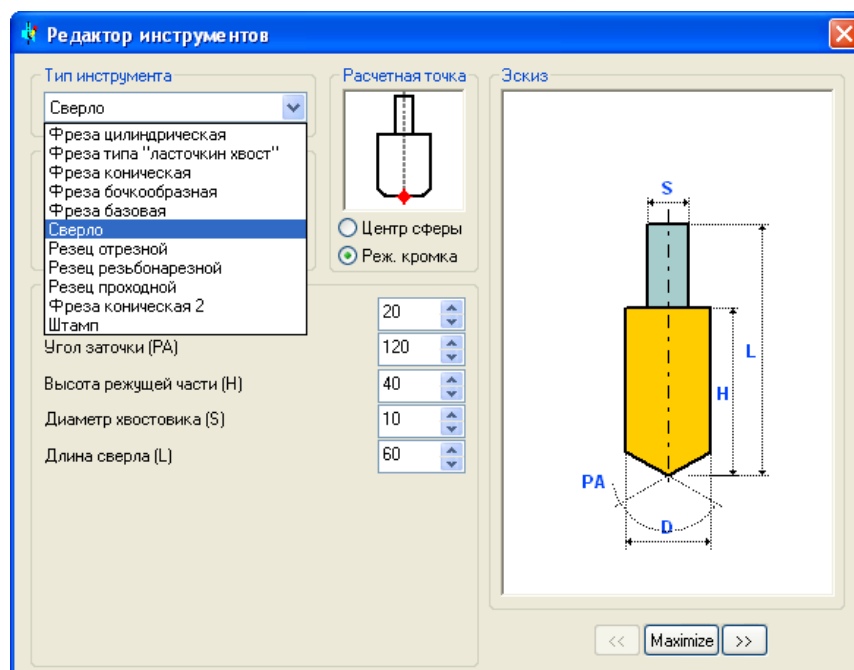
## Сверлильная и 2.5D фрезерная обработка

Для расчёта траектории сверления выберем деталь плита с наличием в данной детали отверстий различных диаметров. Для выбранной детали необходимо построить пути, по которым должно перемещаться сверло в процессе обработки. Иными словами, пользователь задаёт порядок сверления отверстий при помощи путей. Затем, необходимо спроектировать режущий инструмент. А после приступить к созданию траекторий обработки, их имитации и сохранению УП. Для создания траекторий сверлильной обработки используется команда «Сверление»  или нужная команда машинных циклов.

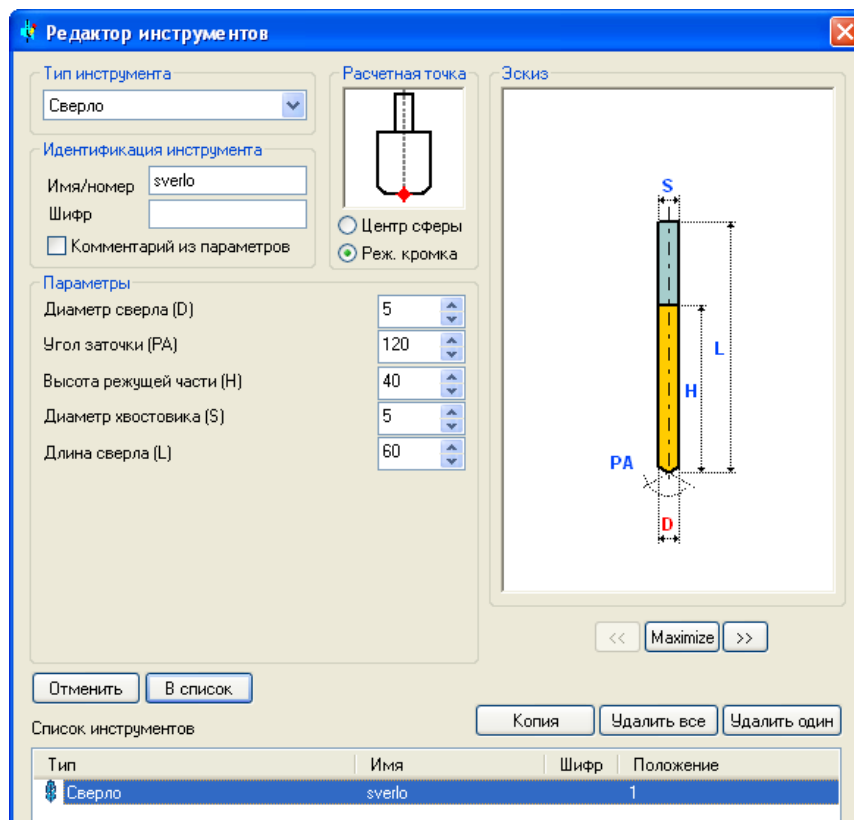


Перейдём к процедуре создания режущего инструмента. Отверстие диаметром 50 лучше сначала просверлить сверлом – половиной диаметра, а затем развернуть до требуемого размера. Исходя из этих соображений, создадим файл с инструментом. Для этого следует войти в редактор инструмента, посредством нажатия кнопки  на главной панели. Появится окно редактора. Чтобы создать одно сверло, необходимо выбрать пункт «Сверло» из выпадающего списка диалогового окна редактора инструмента.

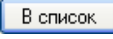





Для начала создадим центровочное сверло диаметром 5.









Стоит отметить, что не рекомендуется использовать пробелы в имени инструмента, т.к. это может затруднить чтение программы стойкой ЧПУ и имитатором обработки T-FLEX NC Tracer. Следует изменить параметры инструмента по умолчанию и нажать кнопку , для завершения создания. В список инструмента будет добавлен созданный инструмент. В списке указано его имя и набор параметров. Выполняя аналогичные действия, создадим остальной инструмент, необходимый для данной обработки. При создании последующего инструмента стоит учесть, что система, в графе «Расчётная точка», будет устанавливать расчётную точку по режущей кромке или центру сферы точно так же, как и для инструмента, созданного перед ним. Не следует оставлять этот аспект без внимания.

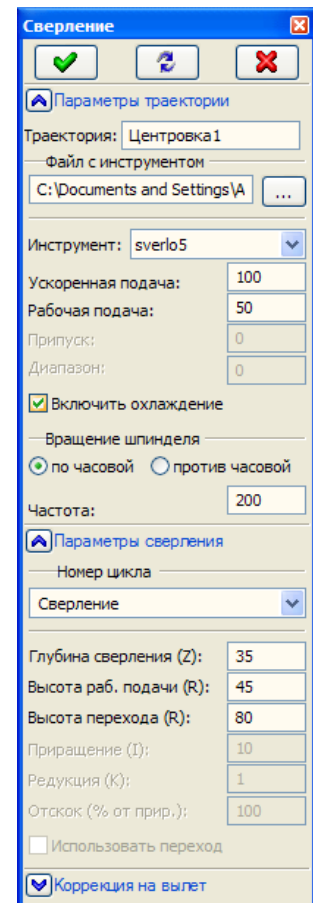
Чтобы завершить создание файла с инструментом, следует нажать кнопку  и указать имя сохраняемого файла.

Следующим шагом будет построение путей, необходимых для выполнения всего сверления на данной детали. Необходимо построить путь для центровки (один путь через все отверстия), путь для сверления диаметра 20 мм, путь для сверления отверстий 24 мм с рассверливанием до 40 мм (используется один и тот же путь) и один путь для сверления центрального отверстия, диаметром 50 мм. Возможность использования одного пути для нескольких траекторий позволяет избежать загромождения чертежа и «путаницы» путей при их указании. Построим пути для сверления, учитывая особенности их построения. Путь для центровки должен проходить через центры всех отверстий, т.к. все они центрируются сверлом одного диаметра. Остальные пути также строятся по центру тех отверстий, которые сверлятся сверлом одного диаметра. При построении путей следует учитывать, что первый участок пути (между первым и вторым узлом) обрабатывается как дополнительное перемещение и сверление в первом узле пути не производится.

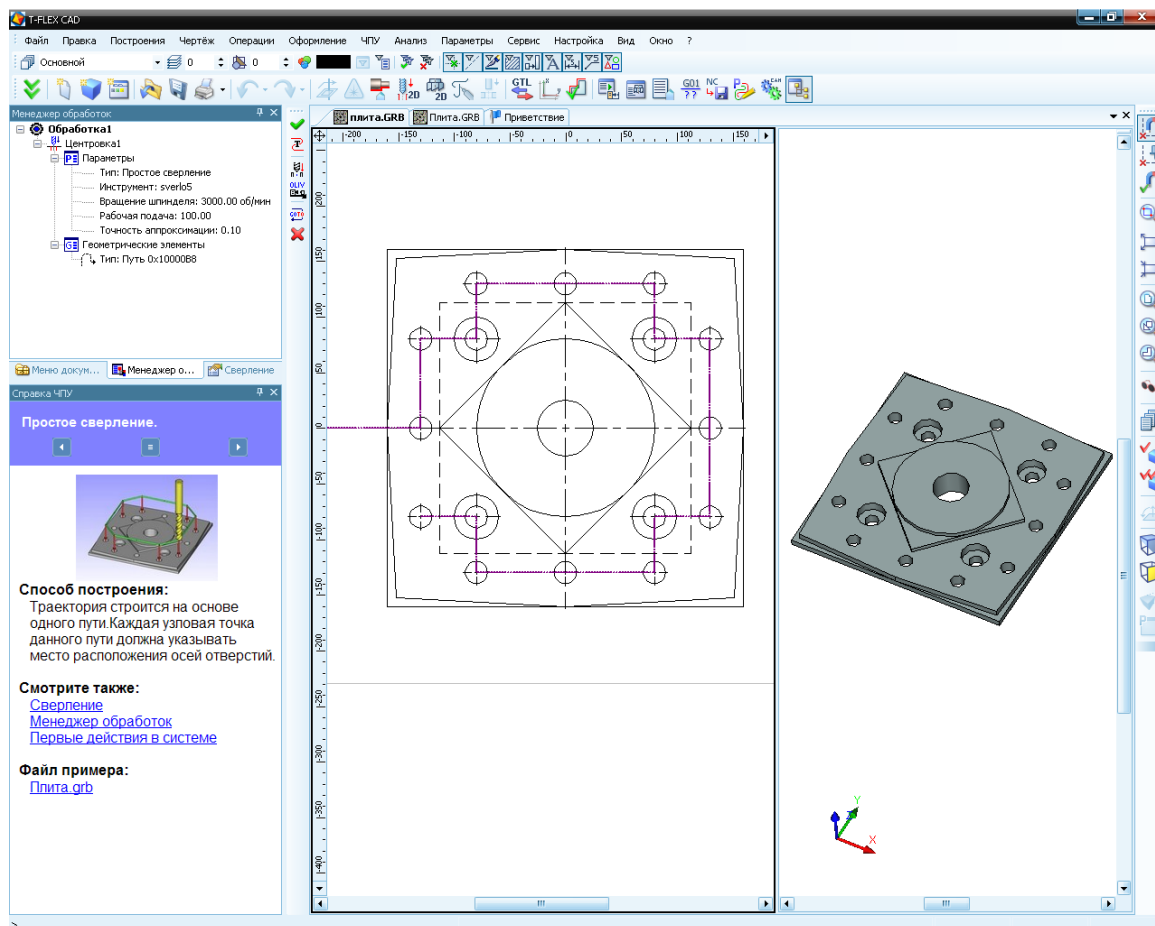
После завершения построения путей следует перейти к созданию непосредственно самих траекторий. Войдём в меню сверления путём нажатия кнопки  на главной панели. В появившемся меню выберем стандартную операцию сверления  и укажем путь для центровки отверстий. После указания пути появится окно с параметрами стандартной операции сверления. При центровке будем использовать «Сверление». Зададим некоторые параметры обработки. В графе «Файл с инструментом» следует нажать кнопку  и указать путь к созданному ранее в редакторе файлу с инструментом.

Далее произойдёт чтение файла, и в списке «Инструмент» появятся имена инструментов из файла, подходящих для данного типа обработки. Следует выбрать из списка инструмент, используемый в данной обработке (в нашем случае это sverlo5).

После задания всех параметров завершим создание траектории центровки, путём нажатия кнопки . На экране появится графическая реализация траектории обработки, а сама траектория будет автоматически добавлена в дерево траекторий Менеджера обработок. Меню сверления перейдёт в начальный режим, ожидая задания какой-либо новой операции.







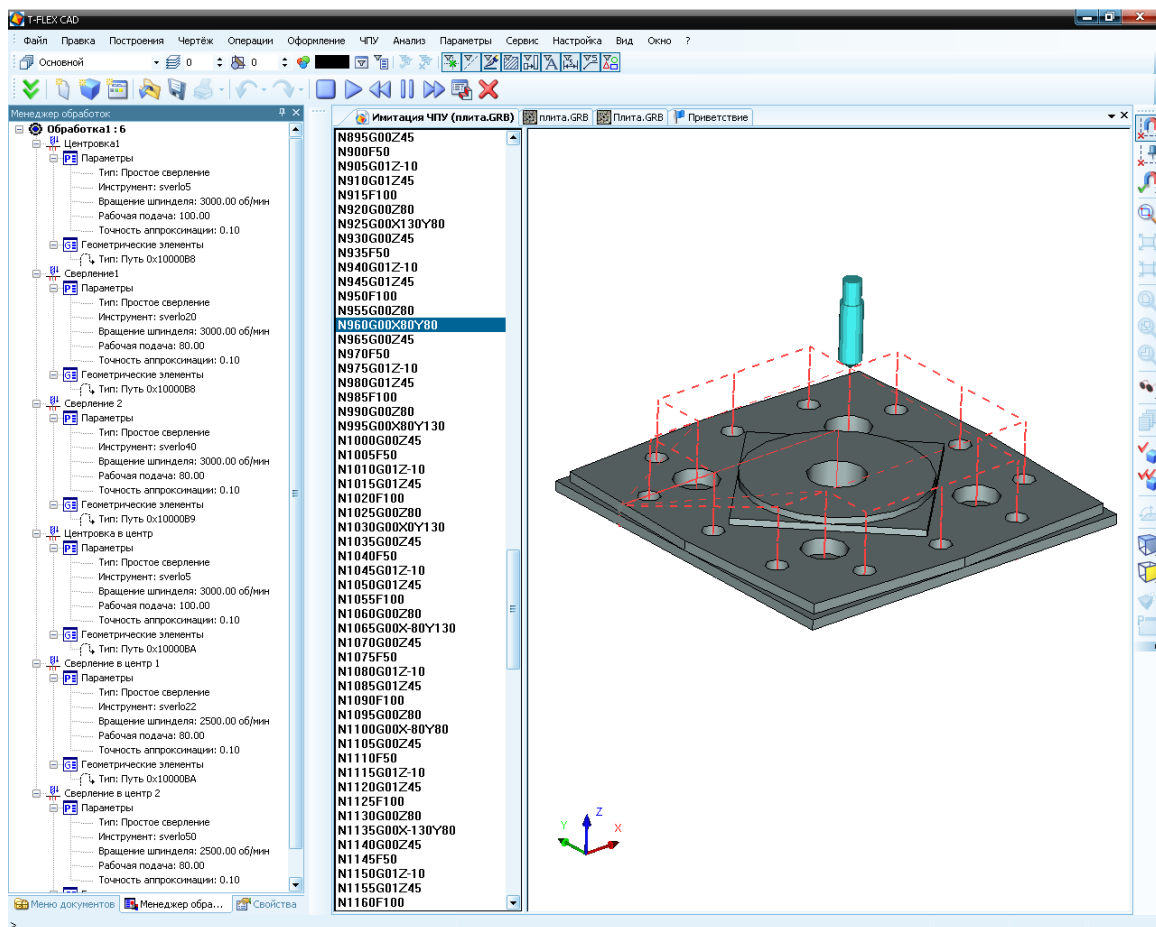
Создадим аналогичным образом остальные траектории. В виду того, что при обработке данной детали нигде не возникает потребность в сверлении на глубину более 35 мм (имеется в виду глубина сверления в приращениях к плоскости, с которой начинается врезание инструмента в материал), использование опции «Глубокое сверление» нецелесообразно.

После завершения создания траекторий обработки, результаты проделанной работы можно будет просмотреть при помощи встроенного имитатора обработки без съема материала. Поскольку в файле имеется построенная 3D модель детали, она будет автоматически загружена в 3D сцену имитатора. Чтобы сохранить УП для данной обработки, следует войти в меню создания управляющих программ


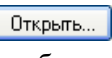


и выполнить действия, аналогичные описанным выше, в примере для лазерной обработки.

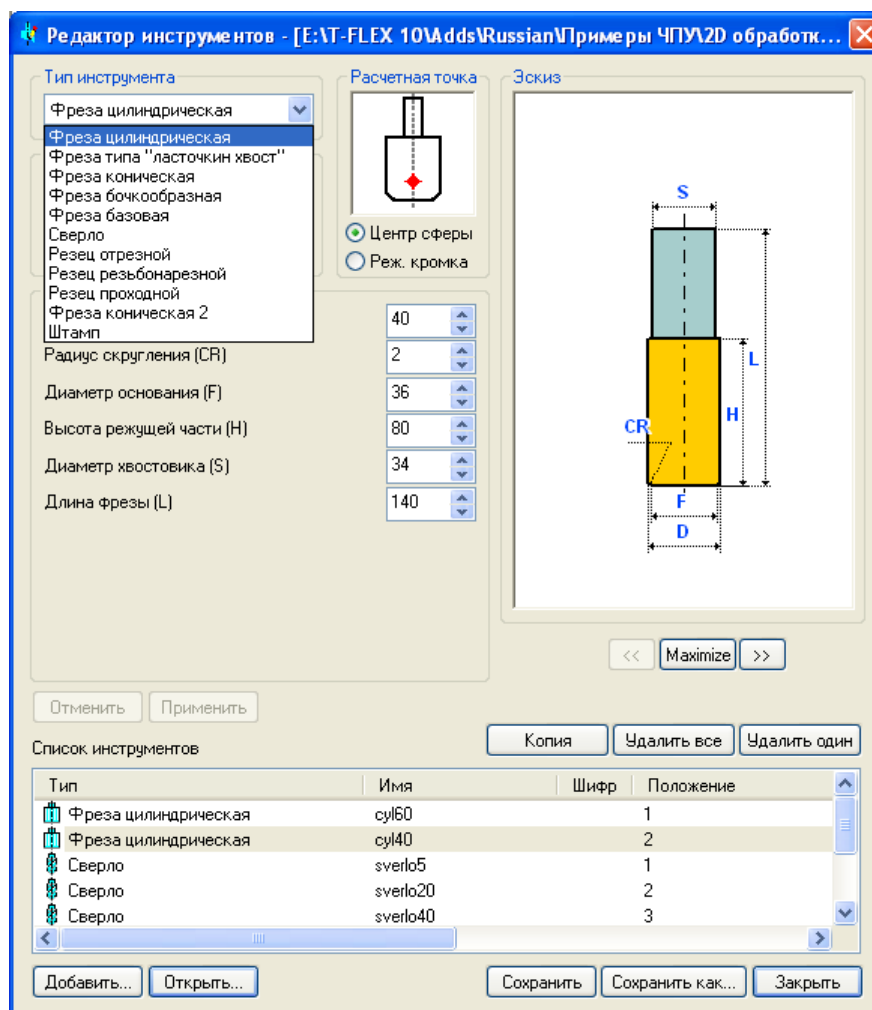




Для ознакомления с 2.5D фрезерованием продолжим создание траекторий обработки для примера «Плита». Как видно из чертежа и вспомогательной 3D модели (создание её возможно только при наличии T-FLEX CAD 3D), для данной детали следует сформировать общий контур, создать все «площадки» (произвести фрезерование плоскостей), фрезеровать контур окружности, ромба и скосы на общем контуре.

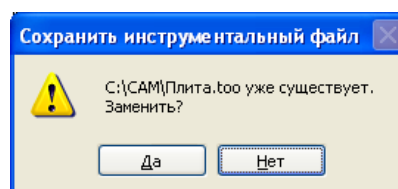
Приступим к созданию инструмента. Исходя из плана обработки, который мы составили выше, определим необходимый инструмент. Для фрезерования плоскостей понадобится цилиндрическая фреза диаметром 40 мм и цилиндрическая фреза диаметром 60 мм, для обработки контуров квадрата и окружности. Воспользуемся редактором инструмента . В окне редактора нажмём кнопку  и укажем ранее созданный для операции сверления файл. После загрузки указанного файла выберем из списка инструмент «Цилиндрическая фреза». В открывшемся меню создания инструмента установим параметры фрезы диаметром 40.





Создадим фрезу диаметром 60 мм. Созданные инструменты будут автоматически добавлены в загруженный файл (а соответственно и в список инструмента, находящегося в файле).

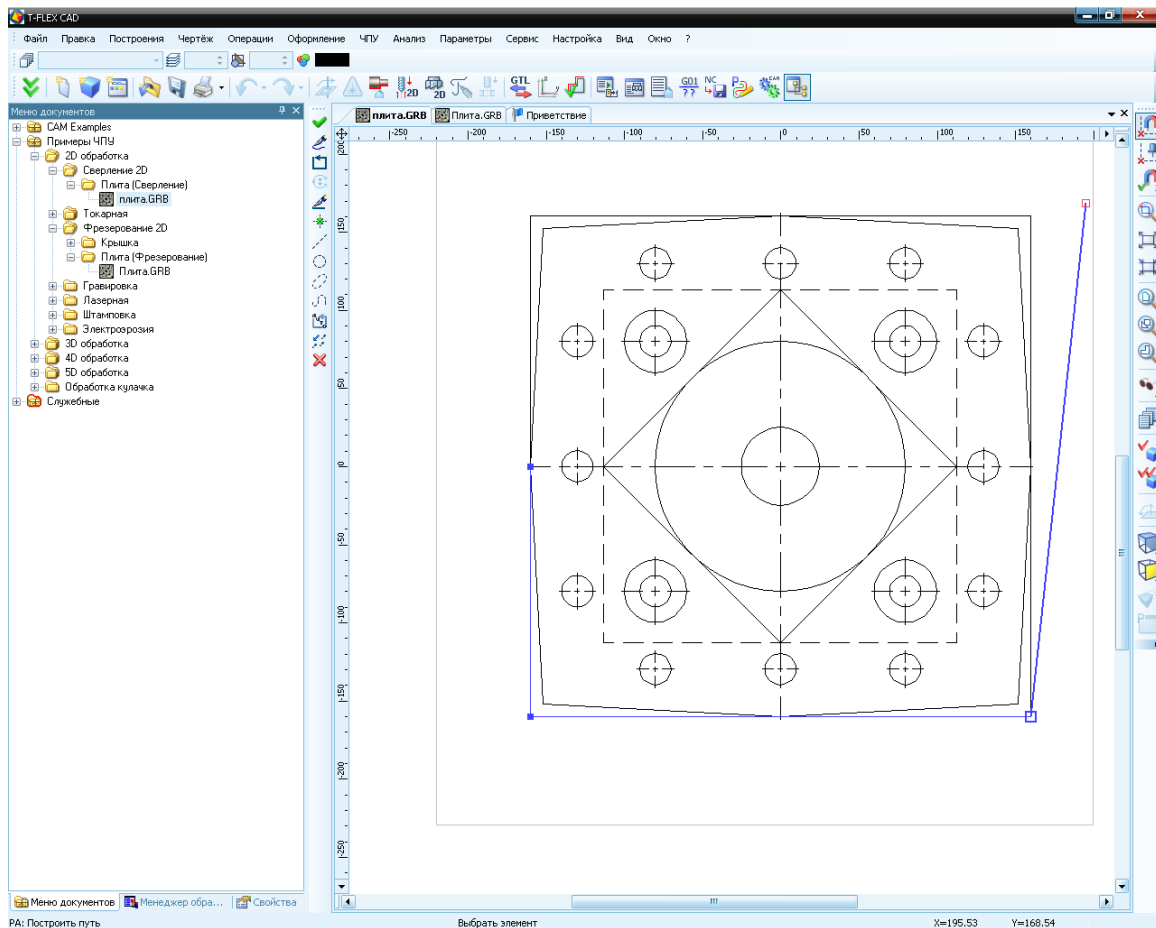
Для того чтобы сохранить файл со сделанными в нём изменениями, следует нажать кнопку **Сохранить**. В открывшемся окне проводника система по умолчанию предложит сохранить инструмент в тот же файл. Если нажать кнопку **Сохранить**, то система выдаст предупреждение подобного вида:



Если нажать кнопку **Да**, то файл с изменениями будет сохранён с тем же именем, при этом, созданное с его использованием сверление не пострадает. Если же нажать кнопку **Нет**, то система опять предложит ввести имя, под которым будет сохранён текущий инструментальный файл.



После сохранения файла с инструментом перейдём к построению геометрических элементов, необходимых для создания траектории. Для того, чтобы сформировать контур большого квадрата, создадим проход фрезой 40 по его контуру. Контур укажем с помощью пути.

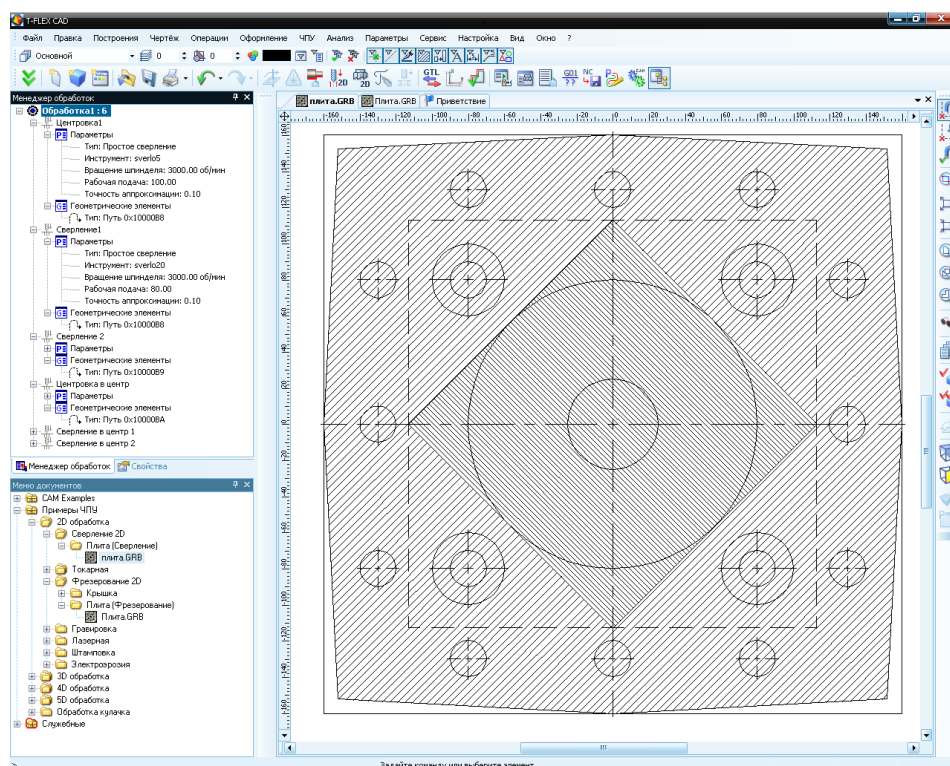
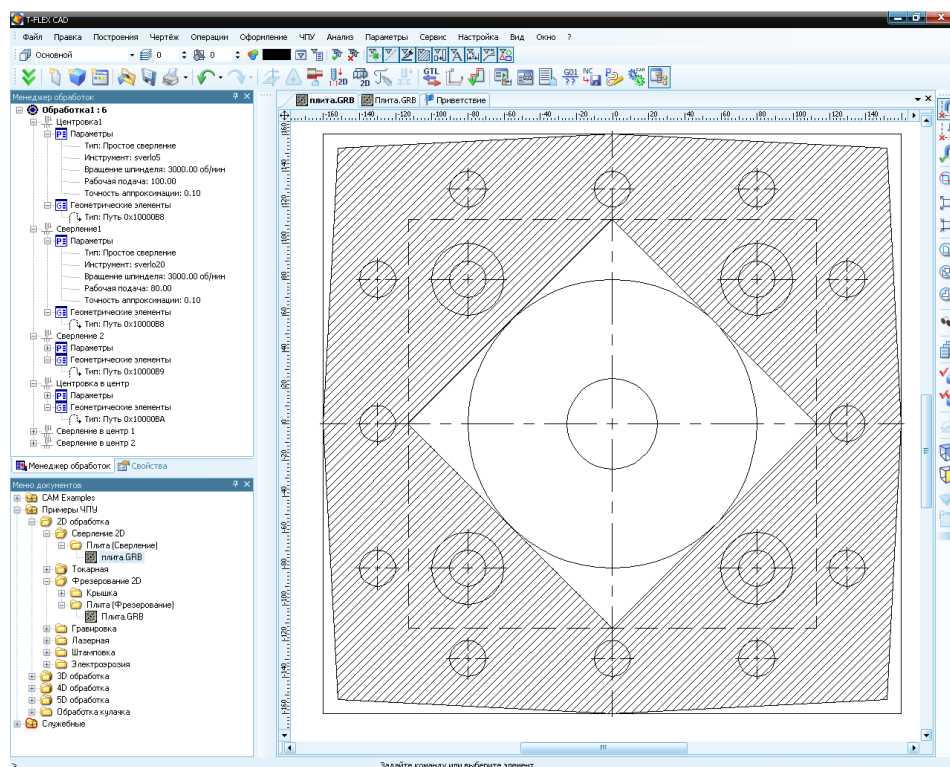


При этом, чтобы не приходилось выполнять дополнительных действий, создавая сход и заход фрезы, воспользуемся построенной при создании чертежа окружностью. Эта окружность - касательная к контуру квадрата. Путь построим, начиная с дуги  $90^\circ$  от точки касания, и закончим в точке - вершине дуги  $-90^\circ$ , обойдя весь контур квадрата.

Таким образом, мы задали заход и сход по окружности геометрически, при помощи элементов построения, не прибегая к использованию опции Заход/Сход Менеджера обработок. Далее необходимо будет сформировать контур со скосами и фрезеровать плоскость с обходом внутреннего квадрата. Чтобы решить одновременно обе эти задачи и избежать загромождения чертежа, используем для создания траекторий штриховку, внешней границей которой будет квадрат со скосами, а внутренней - малый квадрат. Далее следует полагаться на возможности системы, при создании траекторий.

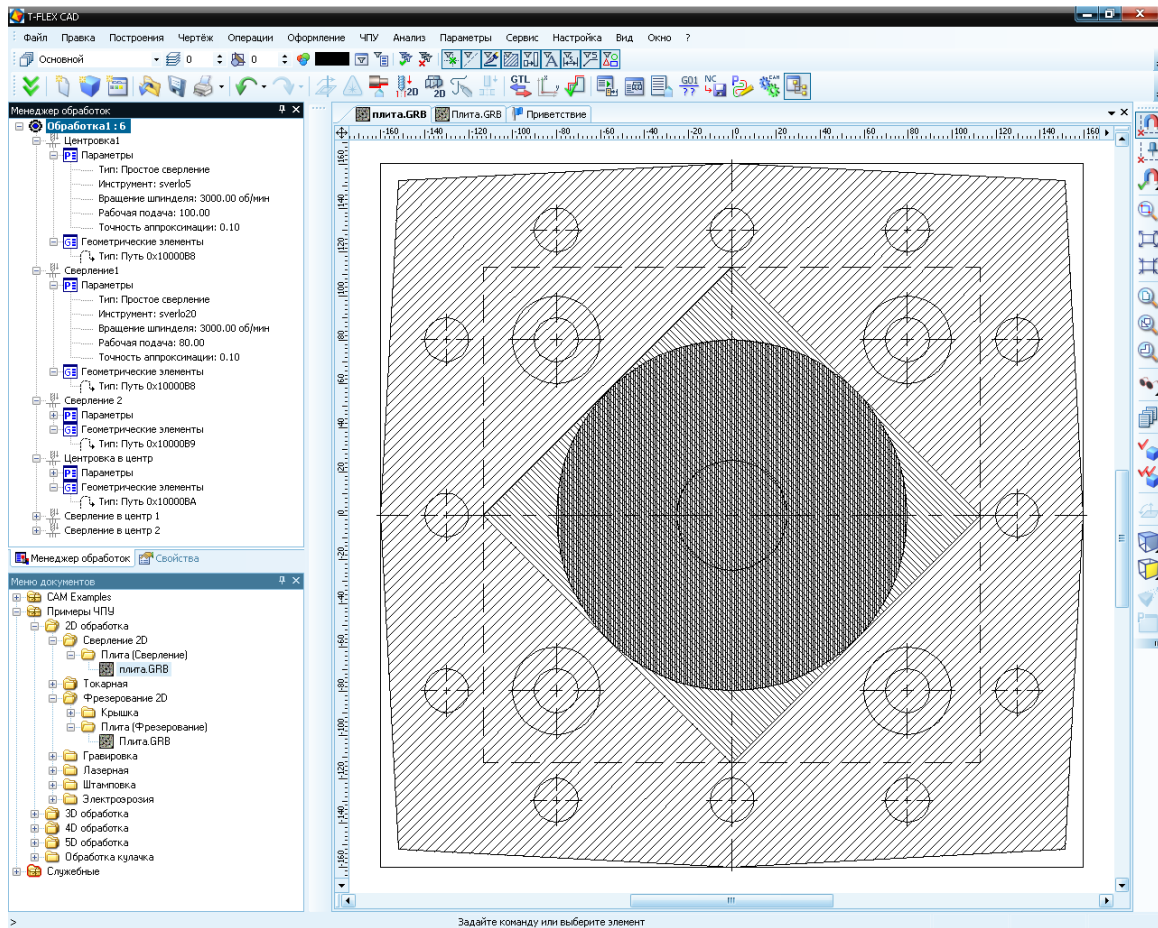
Для обработки малого квадрата и контура окружности, построим на них по штриховке.












Формировать плоскость малого квадрата не следует, так как при фрезеровании контура окружности фрезой диаметром 30, она сформируется сама по себе. Создадим контура. Сначала квадрата, а затем и круга.




На этом процесс создания необходимых построений можно считать окончанным. Перейдём от подготовки к созданию траекторий. Войдём в меню фрезерной обработки, посредством нажатия кнопки  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D». Для начала создадим фрезерование контуров. Выберем операцию фрезерной обработки контура, нажав на кнопку  в меню фрезерования. Система предложит выбрать элемент, с которым пользователь желает работать при создании траектории: путь  или штриховка . Нажав кнопку , укажем путь, построенный по контуру большого квадрата.






После указания пути появится окно с параметрами фрезерования. Прежде всего, следует указать путь к созданному ранее файлу с инструментом. После этого выбрать из списка необходимый для данной обработки инструмент из файла.



Можно установить тип прохода в одноимённой графе. Очень важно задать высоту плоскости обработки. В нашем примере деталь базируется не на самом столе, а на специальной подставке, вершина которой принята за ноль станка. Но если задать высоту равной нулю, то инструмент пройдёт на этой высоте своей крайней режущей точкой. Та как у инструмента есть радиус скругления, часть материала может остаться недорезанной. Поэтому необходимо, чтобы инструмент шёл ниже. Этим и объясняется отрицательная величина высоты плоскости обработки.

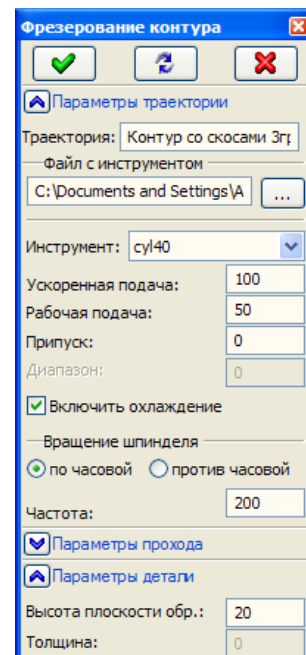
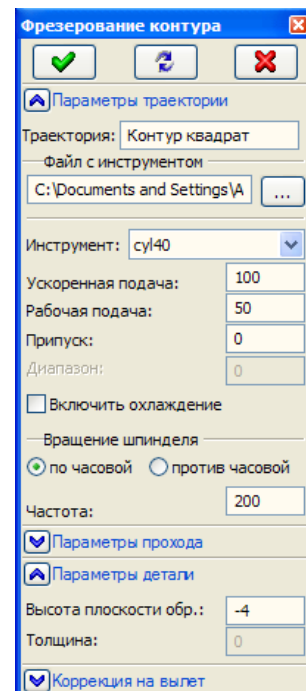
Для правильного расчёта траектории с учётом геометрии инструмента необходимо установить коррекцию на радиус. Установим коррекцию на радиус по величине радиуса инструмента. Установим различные технологические параметры: ускоренная подача, рабочая подача, направление вращения шпинделя и т.д.

Завершив создание траектории нажатием кнопки . На экране появится графическая реализация траектории обработки, а сама траектория будет автоматически добавлена в список траекторий. Меню фрезерования контура перейдёт в начальный режим, ожидая задания пути или штриховки в качестве контура для обработки.



Далее следует создать фрезерование квадрата со скосами. Для этого нажмём кнопку  и укажем ранее созданную штриховку . В появившемся после этого окне с параметрами обработки контура следует указать параметры, аналогично вышеописанным. Особое внимание следует уделить высоте плоскости обработки. Как видно из чертежа, скосы находятся на высоте, отличной от нуля. Важно избежать случайной установки опции «Все контура». В этом случае в обработке будет участвовать и контур малого квадрата, который является внутренней границей штриховки.

Задав все необходимые параметры, завершив создание траектории обработки нажатием кнопки . На экране появится графическая реализация траектории обработки, а сама траектория будет автоматически добавлена в дерево траекторий Менеджера обработок. Меню фрезерования контура перейдёт в стандартный режим, ожидая задания типа обработки.

Чтобы покинуть меню фрезерования, следует нажать кнопку  или щёлкнуть  в поле чертежа.

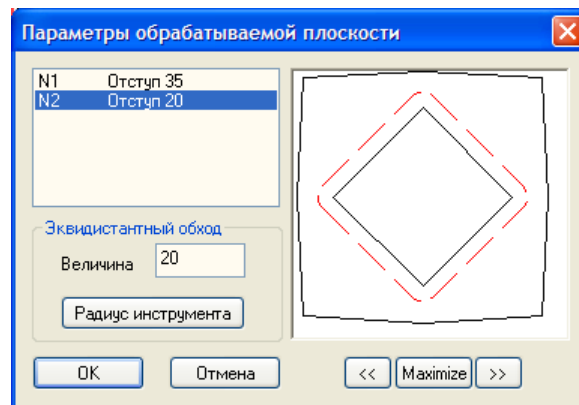
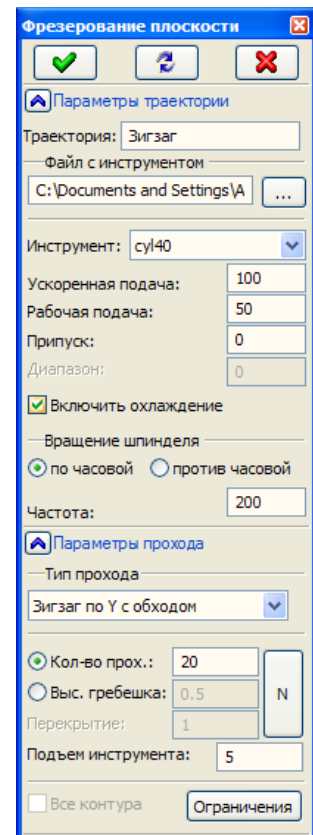





Следующим шагом в построении составной траектории следует создание траектории фрезерования плоскости. Для этого войдём в меню создания операции фрезерования плоскости с помощью кнопки . В открывшемся меню создания операции доступна команда «Укажите штриховку» . Нажмём кнопку и укажем ту же штриховку, которая использовалась в предыдущей обработке. Появится окно с параметрами создания траектории. После указания инструмента следует приступить к заданию типа прохода.

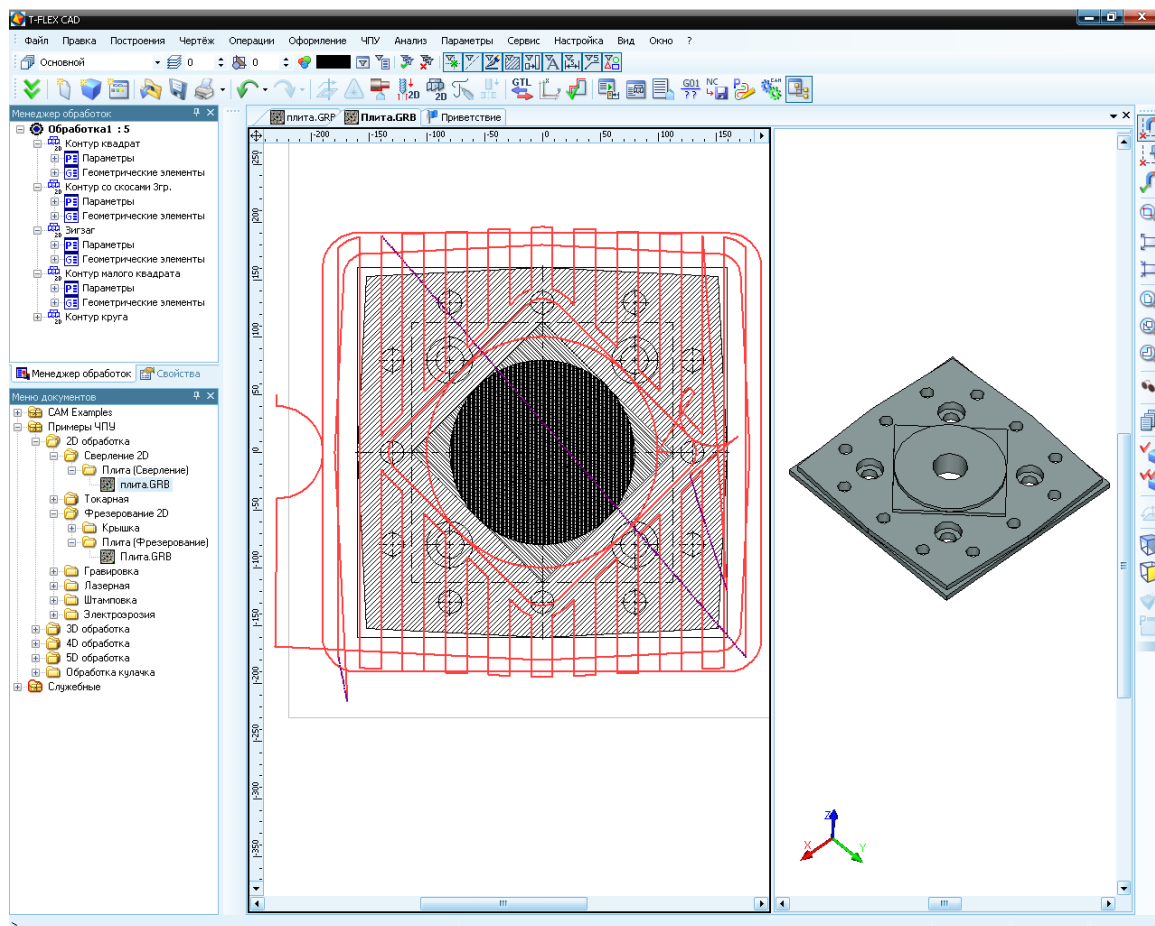
Во избежание вертикального врезания инструмента в металл при переходах, следует установить любой тип прохода с обходом. В таком случае система рассчитает правильную траекторию движения инструмента. Установим высоту плоскости обработки, исходя из чертежа. Выберем способ расчёта траектории по проходам. Для этого в графе «Количество проходов» зададим число проходов и нажмём кнопку **[N]**. Система автоматически рассчитает остальные необходимые параметры. На закладке «Параметры отступа» следует оставить указатель в режиме «Автоматически».

А на закладке «Параметры прохода» следует задать ограничения в диалоговом окне ограничений. Вызовем его с помощью кнопки **[Ограничения]**. Здесь, перемещаясь между распознанными системой ограничениями, следует устанавливать параметры отступа. Установим для обоих ограничений отступ на радиус инструмента. Нажмём **[OK]** для завершения задания параметров отступа.




Зададим определённую частоту вращения шпинделя и величины рабочей и ускоренной подачи. Включим подачу СОЖ, путём установки флажка в пункте «Включить охлаждение». Завершим создание траектории обработки, путём нажатия на кнопку . На экране появится графическая реализация созданных траекторий обработки.



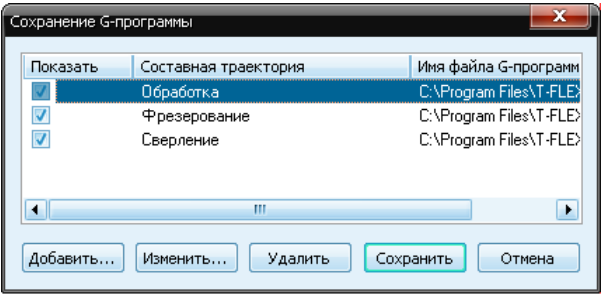


Выполняя аналогичные действия, создадим траектории обработки для контуров квадрата и круга. Мы получили составную траекторию для фрезерной обработки плиты. Но в данном файле есть также и траектории сверления, которое было создано раньше. Соответственно и в дереве траекторий эти траектории расположены перед траекториями фрезерования. Это, в свою очередь, означает, что в созданной далее УП сверление будет производиться раньше, чем фрезерование. Такое положение не является правильным. Выход из этого положения прост. Необходимо выделить траектории фрезерования в дереве траекторий и перенести их поочерёдно с помощью мыши в нужное место дерева. Полученная в результате этих действий составная траектория является полностью корректной.


Чтобы сохранить УП для обработки этой детали вызовем окно параметров сохранения управляющих программ с помощью кнопки . В появившемся окне сохраним обработку – «Обработка 1». Допустим, что данная деталь обрабатывается на разных станках (сверлильном и фрезерном). Тогда нам потребуются две УП. Для того чтобы создать их, не загромождая чертёж траекториями и не выполняя лишней работы, следует воспользоваться встроенной системой ведения проекта. В окне менеджера траекторий вызовем контекстное меню, в котором выберем пункт «Новая обработка». После этого в дерево будет добавлена ещё одна обработка, без траекторий. Теперь скопируем траектории сверления из старой обработки в новую, поочерёдно вызывая контекстное меню каждой из них и оперируя командами «Копировать», «Вставить». Добавим ещё одну обработку. Для удобства назовём их «Свер-

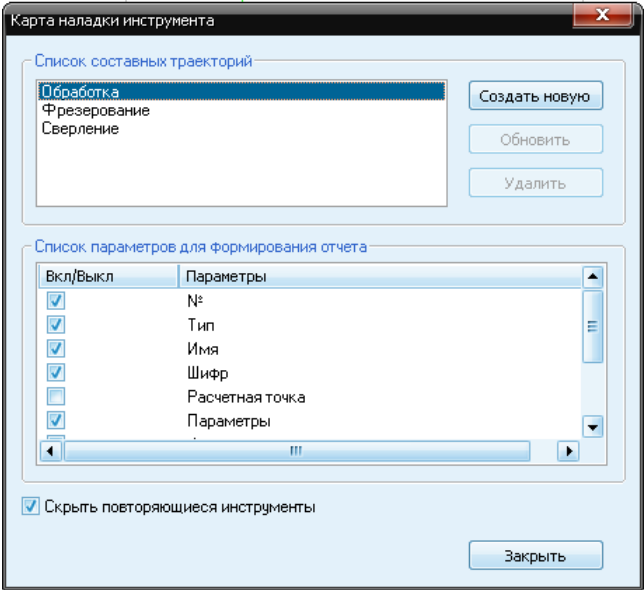


ление» и «Фрезерование». Так будет легче ими оперировать. Аналогично траекториям сверления, скопируем траектории фрезерования в обработку «Фрезерование». Таким образом, мы создали три различных составных траектории для обработки данной детали: совместная (совместное выполнение сверления и фрезерования), фрезерная (выполняется только фрезерование), сверлильная (выполняется только сверление).



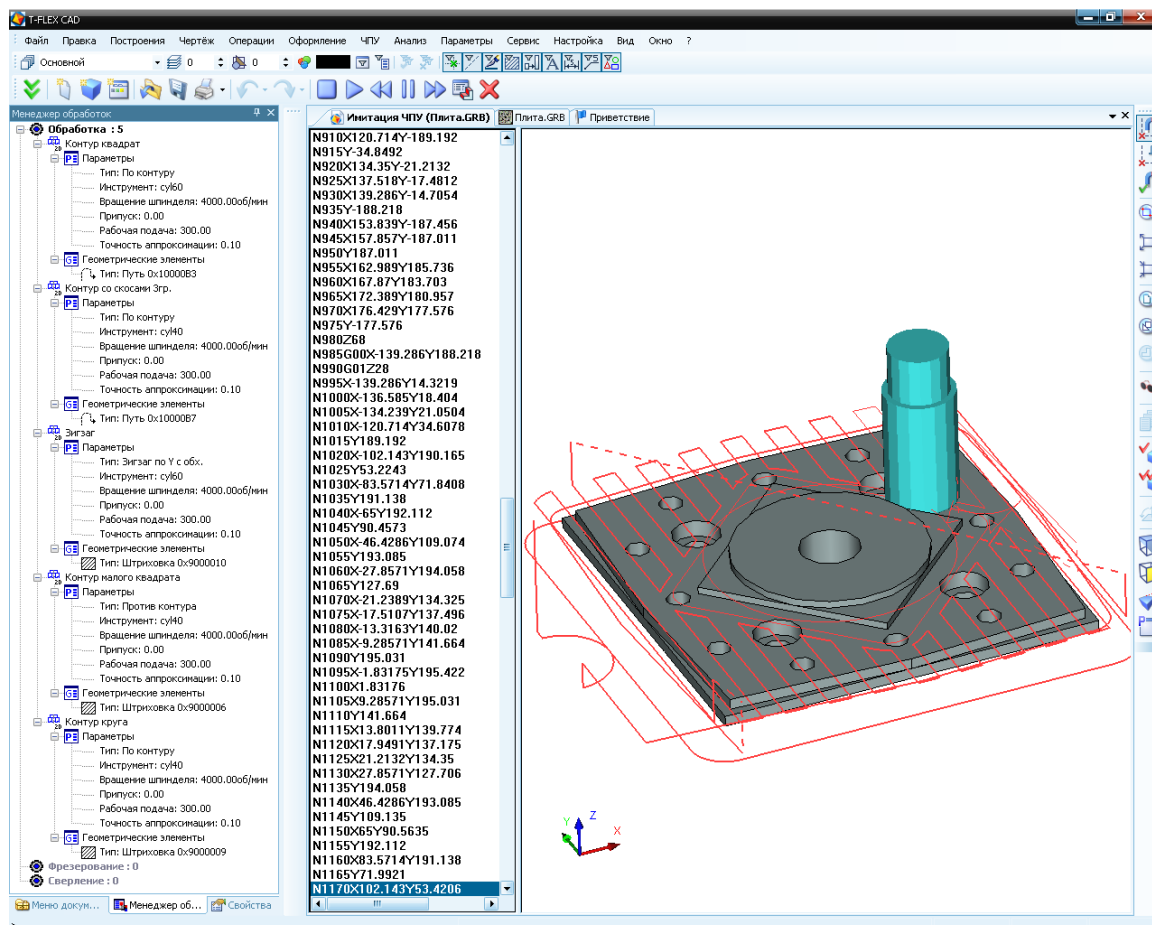
Сохранив эти обработки с различными постпроцессорами, получаем УП для обработки детали на обрабатывающем центре и две УП для обработки на фрезерном и сверлильном станке по отдельности. Для сохранения УП следует войти в меню создания управляющих программ и, нажав кнопку **[Добавить]**, выбрать из списка необходимую траекторию и задать параметры её сохранения. Таким образом, система T-FLEX ЧПУ позволяет разрабатывать траектории обработки деталей на станках различных типов и производить обмен траекториями между обработками. При использовании на производстве обрабатывающих центров система ведения проекта является отличным решением для большинства задач, стоящих перед технологом – программистом.

Воспользуемся возможностью автоматического создания карты наладки инструмента. Для этого необходимо нажать на главной панели кнопку , в появившемся диалоговом окне следует нажать кнопку **[Создать новую]**.





После чего закрыть диалоговое окно. В документе появится дополнительная страница с заполненным бланком технологической карты наладки инструмента, которую можно распечатать.

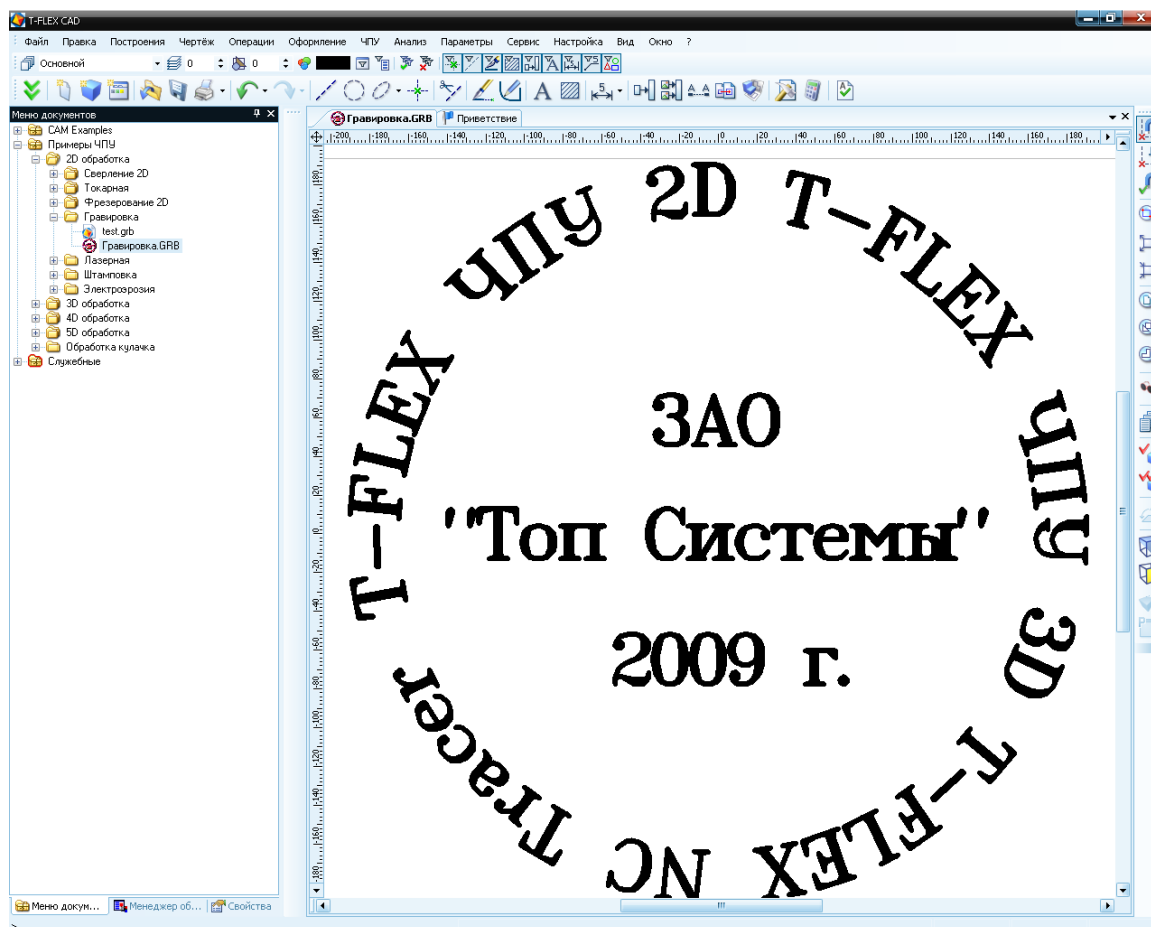


Аналогично предыдущим обработкам, результат выполненных действий можно просмотреть при помощи встроенного имитатора обработки, без съёма материала.





## Гравировка


Расчёт траектории для гравировки осуществим на примере гравировки логотипа.





Перед этим пользователь, подобно предыдущим примерам обработок, может предварительно задать параметры обработки (например, файл с информацией по инструменту и так далее), нажав пиктограмму  в автоменю. Сами значения, предварительно настраиваемых параметров обработки, пользователь вносит в специальные поля появившегося на экране монитора диалогового окна.

Далее необходимо выделить обрабатываемый текст  на чертеже детали и задать в появившемся окне остальные параметры обработки, которые более подробно были описаны в первой части данного пособия.

После задания всех необходимых параметров обработки достаточно нажать кнопку , чтобы система автоматически рассчитала траекторию обработки, которая появится в виде линии другого цвета на чертеже.

**Параметры траектории**

Траектория:   
Файл с инструментом  
 ...

Инстр-т:

Ускоренная подача:   
Рабочая подача:   
Рабочая подача по Z:   
Припуск:

☒ Включить охлаждение  
— Вращение шпинделя —  
☒ по часовой ☐ против часовой  
Частота:

**Параметры прохода**

— Тип прохода —

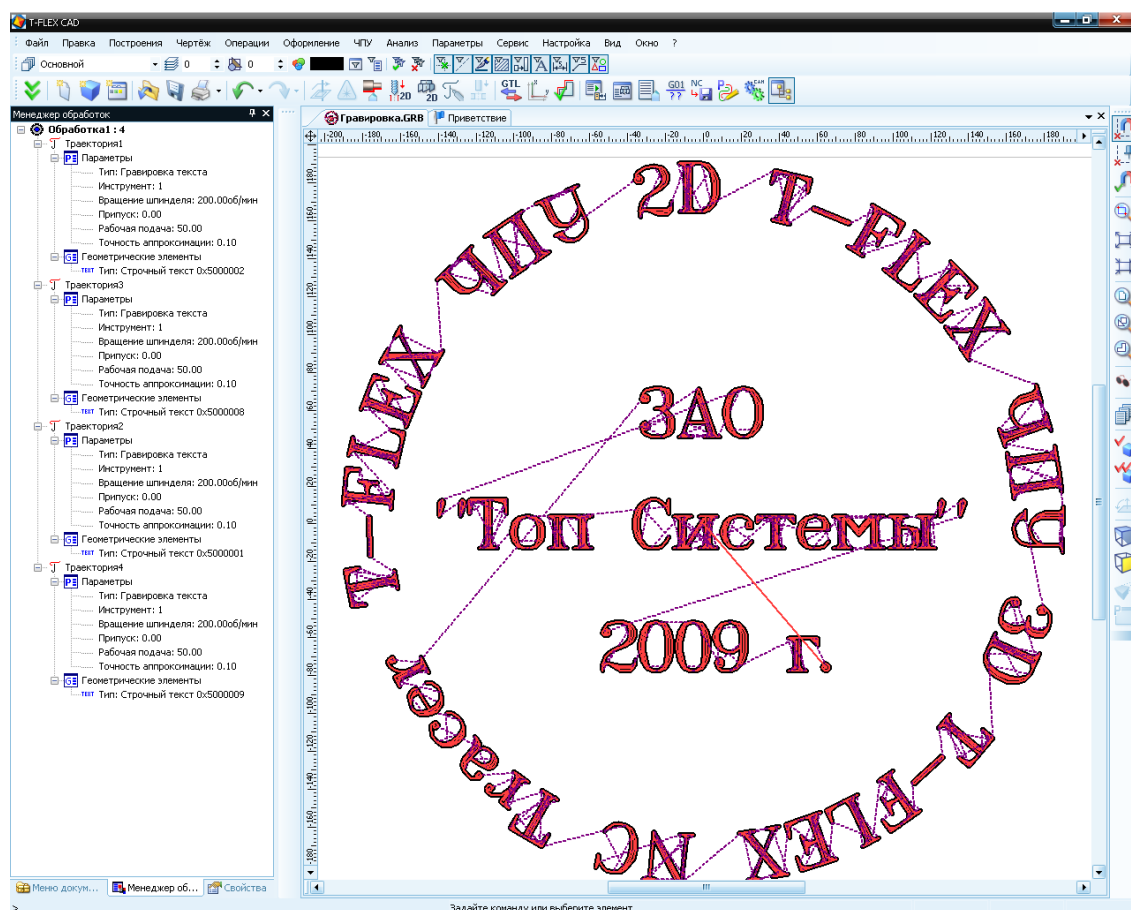
☒ Кол-во прох.:   
☐ Выс. гребешка:  N  
Перекрытие:   
Подъем инструмента:


☐ Все контуры

**Параметры детали**

Высота плоскости обр.:



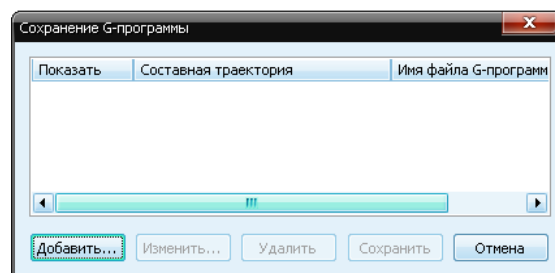


После того, как система создаст траекторию обработки, пользователь может задать движения подвода и отвода в специальном окне, которое появляется на экране при его вызове из контекстного меню траектории менеджера обработок (кнопка ).

Далее по рассчитанной траектории пользователь может сохранить управляющую программу. Для этого сначала в «Настройке постпроцессора» создаётся новый постпроцессор, если таковой необходим пользователю. В противном случае пользователь может выбрать готовый постпроцессор из библиотеки, которая поставляется вместе с системой.

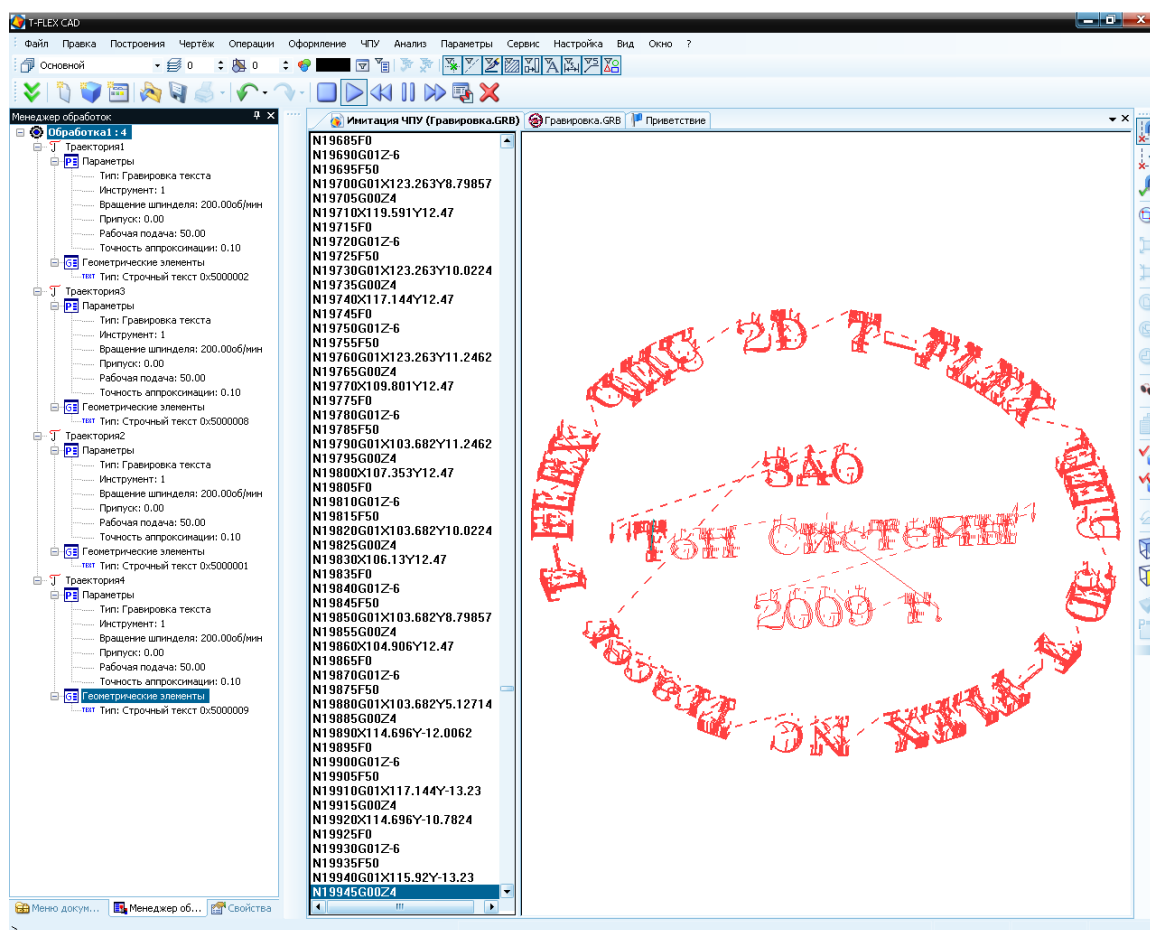
После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы с помощью команды **“ЧПУ|Сохранение G-программы”**. В появившемся на экране окне необходимо нажать кнопку «Добавить».

Далее в этом окне последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения.








После выполнения всех описанных выше действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы при помощи встроенного имитатора обработки (команда **“ЧПУ|Имитация обработки”**).



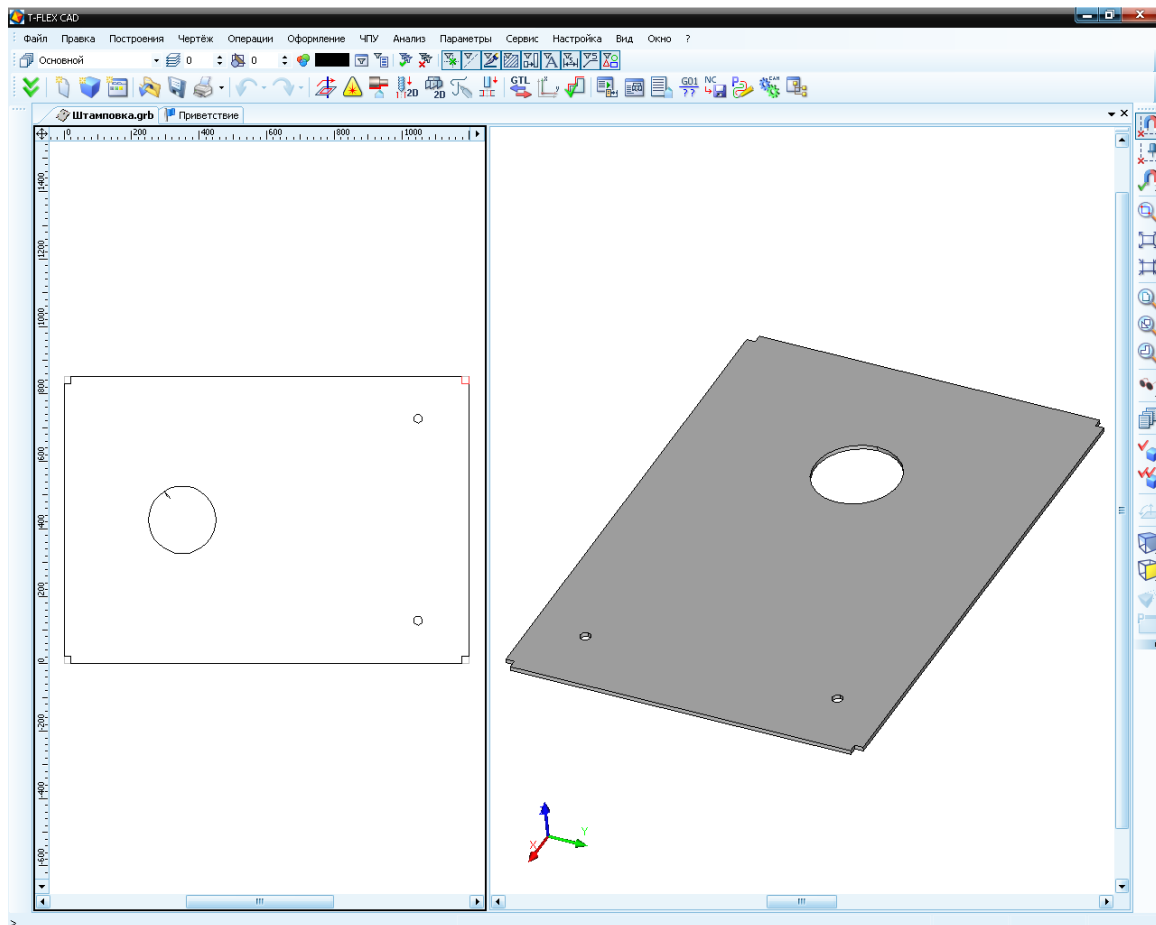
## Штамповка


Создадим набор траекторий для штамповки детали, изображённой на рисунке ниже. Ввиду того, что габариты обрабатываемой детали могут превышать зону обработки листа одним инструментом, без перехвата, следует установить границу перехвата листа и границу смены инструмента. В системе T-FLEX ЧПУ это можно сделать при помощи технологической траектории. Для создания данной траектории следует войти в меню штамповочной обработки, нажав кнопку  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D». В появившемся меню команд следует нажать кнопку . После нажатия данной кнопки на экране появится диалоговое окно параметров технологической траектории. Установим параметры перехвата листа и смены инструмента в соответствующих разделах диалогового окна.

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Ограничение:                                               |     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Зона перехвата (X):    | 300 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Смена инструмента (Y): | 800 |
| <input type="checkbox"/> Сдвиг стола:                      | 0   |

После этого следует нажать кнопку  и завершить создание технологической траектории. Последующие траектории обработки потребуют выполнения ряда дополнительных построений на чертеже.

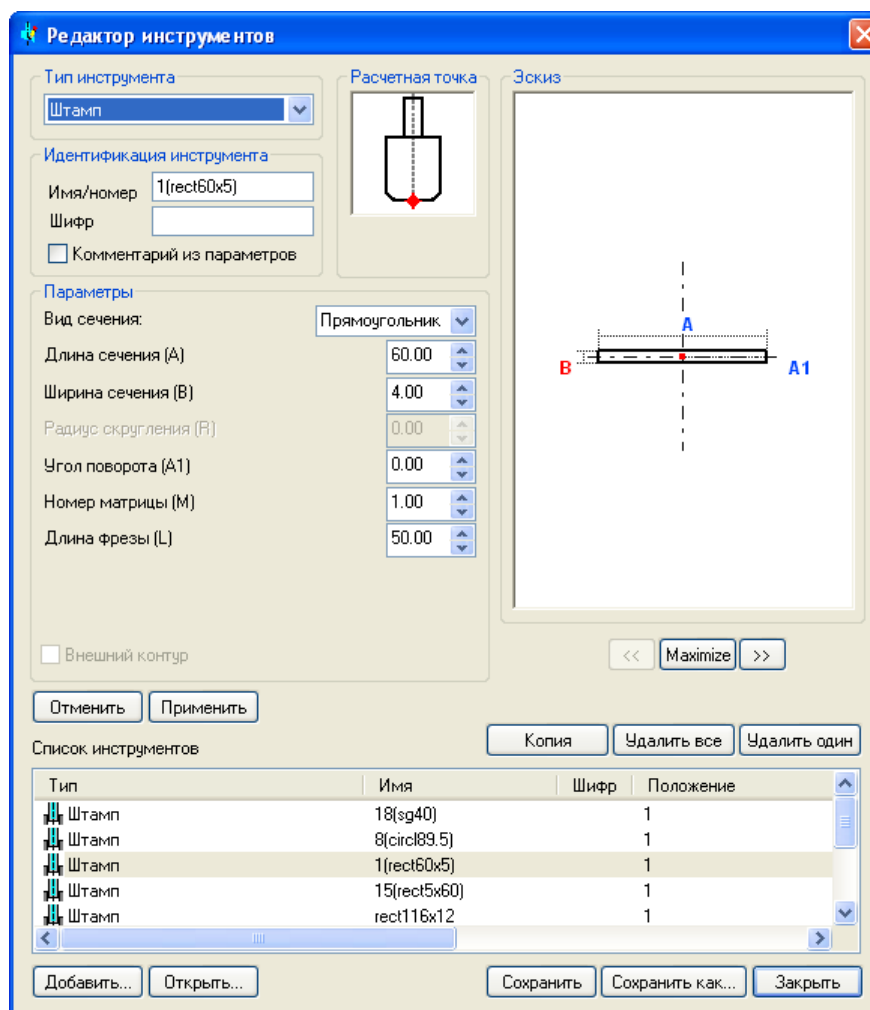







Необходимо построить пути по контуру детали. Пути могут быть односегментными. Затем, следует построить штриховку по контуру большого отверстия в листе. При создании траектории обработки мелких отверстий, получаемых одиночным ударом инструмента, можно использовать узлы в центре окружностей, которые создаются автоматически при их построении. Если такие узлы не были созданы, следует построить их в центрах малых окружностей. После выполнения всех вышеперечисленных построений можно перейти к процессу создания инструмента. Для этого следует открыть диалоговое окно редактора инструментов при помощи кнопки  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D».


После нажатия данной кнопки на экране появится диалоговое окно редактора инструментов, в котором из списка инструмента следует выбрать штамп, установить желаемую геометрию штампа, используемого для формирования контура детали, изменить соответствующие параметры и добавить его в список инструмента. Аналогичную процедуру следует проделать с инструментом, используемым для пробивки отверстий. После чего следует сохранить весь созданный инструмент в файл. Процедура работы с редактором инструмента подробно описана в первой части данного пособия.



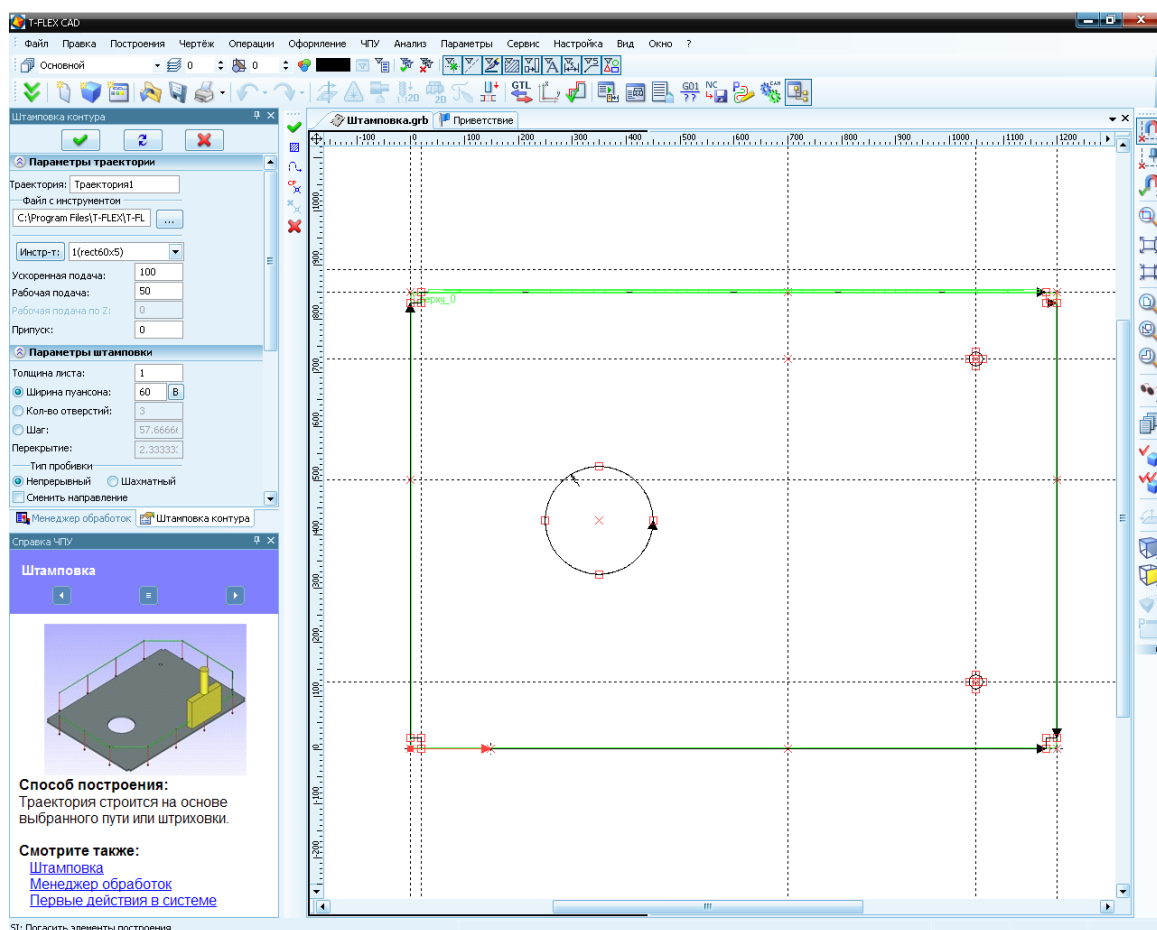



Перейдём к заданию технологических параметров обработки и созданию траекторий. Для этого следует войти в меню штамповочной обработки, нажав кнопку  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D». В появившемся меню команд следует нажать кнопку . После нажатия данной кнопки на экране появится диалоговое окно параметров штамповки, одновременно с этим, система предложит пользователю выбрать элемент построения, определяющий геометрию траектории обработки.



Для создания траектории по пути следует нажать кнопку  и указать путь, построенный по контуру детали. После указания следует задать технологические параметры траектории. В данном случае, когда деталь выштамповывается из листа, следует выбрать непрерывный тип пробивки. Остальные параметры траектории подробно описаны в первой части данного пособия и задаются исходя из габаритов детали и штампа.

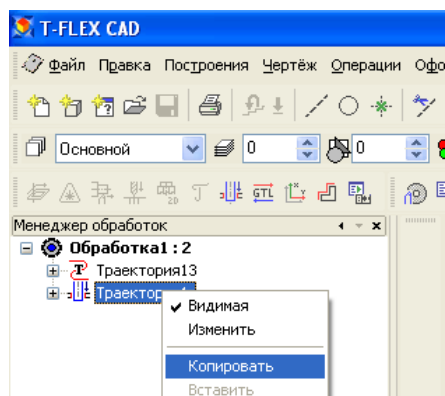
По завершении задания параметров следует нажать кнопку  и завершить создание траектории штамповочной обработки.








Для создания последующих траекторий контурной штамповочной обработки нет необходимости повторно задавать технологические параметры. Оптимальным способом их создания будет копирование только что созданной траектории. Для этого следует выбрать её из дерева траекторий Менеджера обработок и нажать . Появится контекстное меню траектории, в котором будет доступна команда «Копировать». Следует выбрать эту команду из меню и траектория будет скопирована в буфер обмена. Затем аналогичным путём следует вызвать контекстное меню обработки, в которую входит траектория. В контекстном меню обработки будет доступна команда «Вставить траекторию», которую следует выбрать.

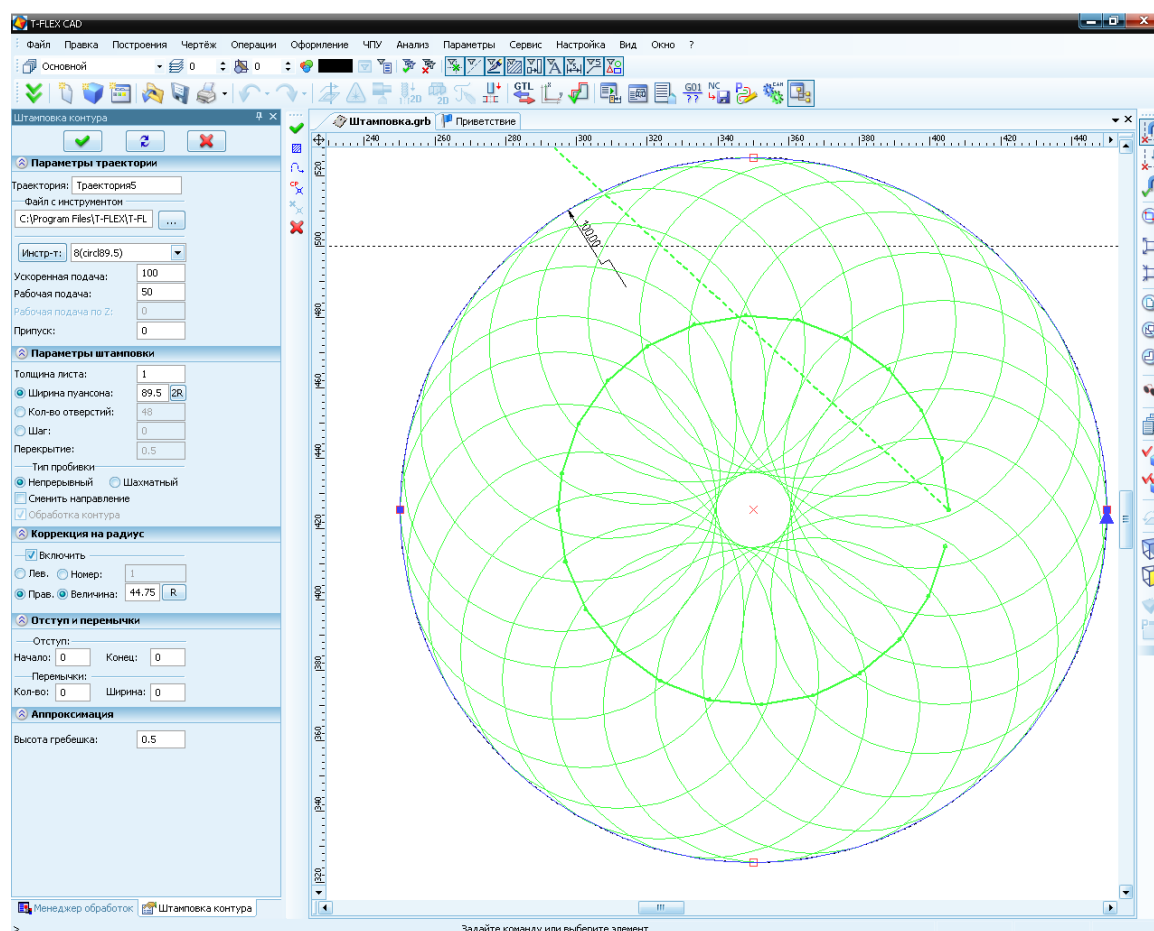
Подобные действия следует повторить ещё два раза (поскольку необходимо четыре траектории для отсечения детали с четырёх сторон). Затем, следует открыть первую из скопированных траекторий и, нажав кнопку , указать второй путь из четырёх, построенных по контуру. После этого следует нажать кнопку  и завершить создание траектории штамповочной обработки. Таким образом, получилась вторая траектория для продолжения штамповки контура детали. Аналогично поступим и с










остальными скопированными траекториями и построенными по контуру путями. В результате получается штамповка полного контура детали.

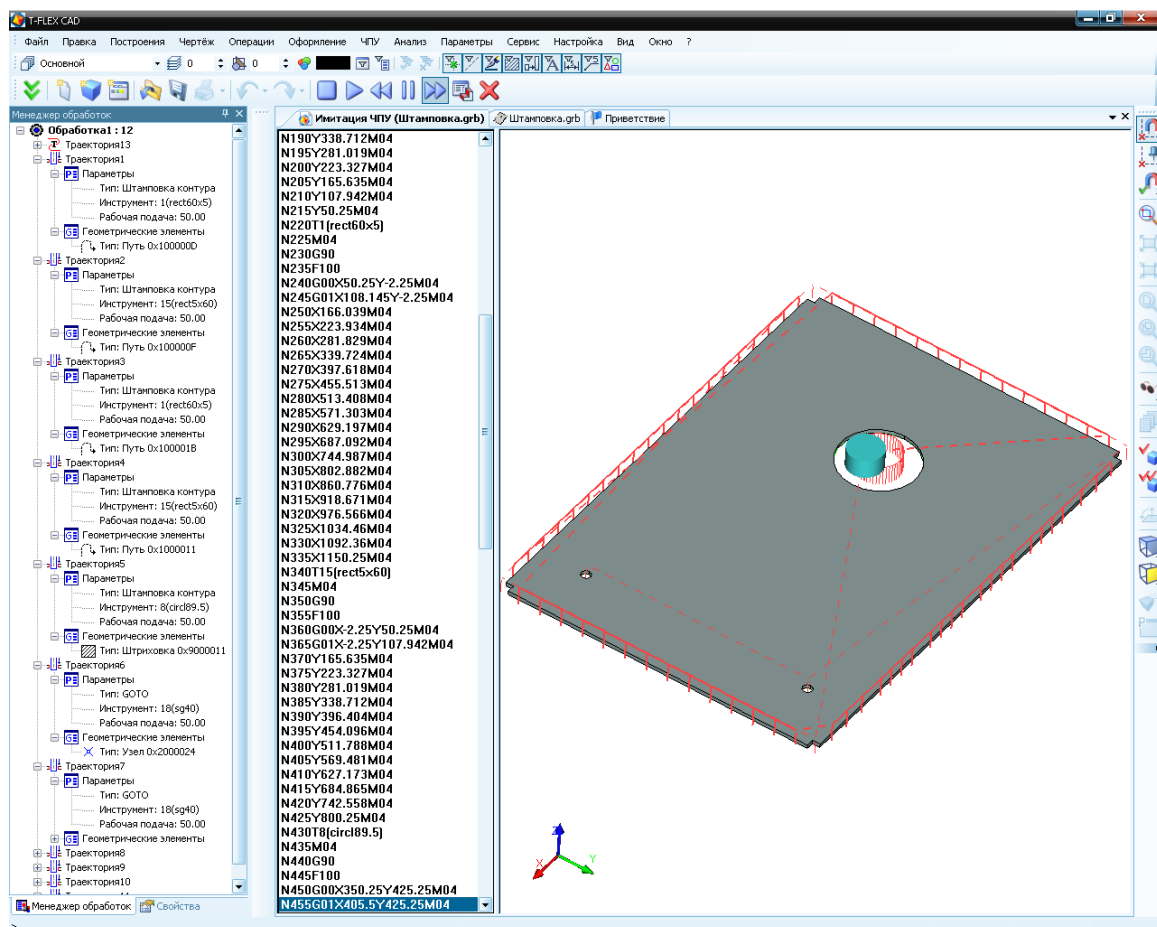
Для пробивки большого отверстия используем штамп круглого сечения, созданный при помощи редактора инструмента. Следует войти в меню штамповочной обработки, нажав кнопку  на главной панели в режиме «ЧПУ 2D». В появившемся меню команд следует нажать кнопку . После нажатия данной кнопки на экране появится диалоговое окно параметров штамповки, одновременно с этим, система предложит пользователю выбрать элемент построения, определяющий геометрию траектории обработки. В случае отверстия (когда контур описан штриховкой) следует нажать кнопку  и указать штриховку, описывающую контур отверстия. В параметрах следует установить непрерывный тип пробивки, установить коррекцию на габариты инструмента и размеры пуансона.



После этого следует нажать кнопку  и завершить создание траектории штамповочной обработки. Основная часть создания траекторий, формирующих контур детали, завершена. Для траекторий пробивки малых отверстий одиночным ударом инструмента следует войти в меню штамповочной обработки () , выбрать операцию GOTO, нажав кнопку . Система автоматически перейдёт в режим



выбора узла для выполнения одиночного удара . Следует указать узел, построенный в центре малого отверстия. После этого следует нажать кнопку  и завершить создание траектории штамповочной обработки. Для создания траектории пробивки второго отверстия следует снова воспользоваться возможностью копирования траекторий и замены геометрических элементов, описанной выше.

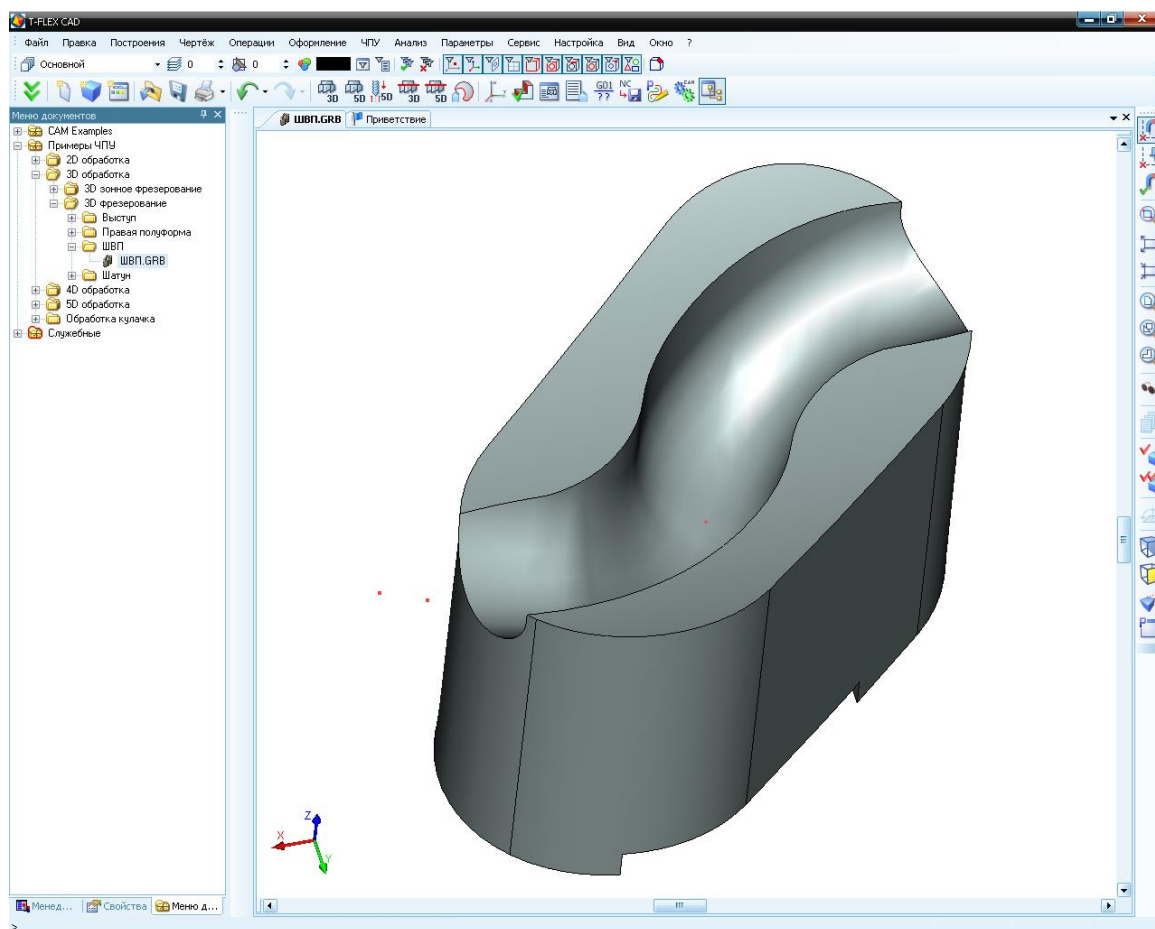


Результат проделанных действий можно просмотреть при помощи встроенного имитатора обработки. Сохранить УП можно при помощи соответствующей команды на главной панели (процесс подробно описан выше).



## 3D фрезерование

В качестве примера создания обработки 3D фрезерования, рассмотрим станочную деталь ШВП. Исходя из 2D чертежа, была построена 3D модель детали. Как правило, к чертежам подобных деталей прилагается таблица опорных точек. Выберем из таблицы те точки, которые находятся на «дне» канавки. В зависимости от способа создания модели, 3D узлы в этих точках можно получить ещё на этапе её построения. Иначе, первым шагом в создании траектории 3D фрезерования станет построение 3D узлов в вышеупомянутых точках.

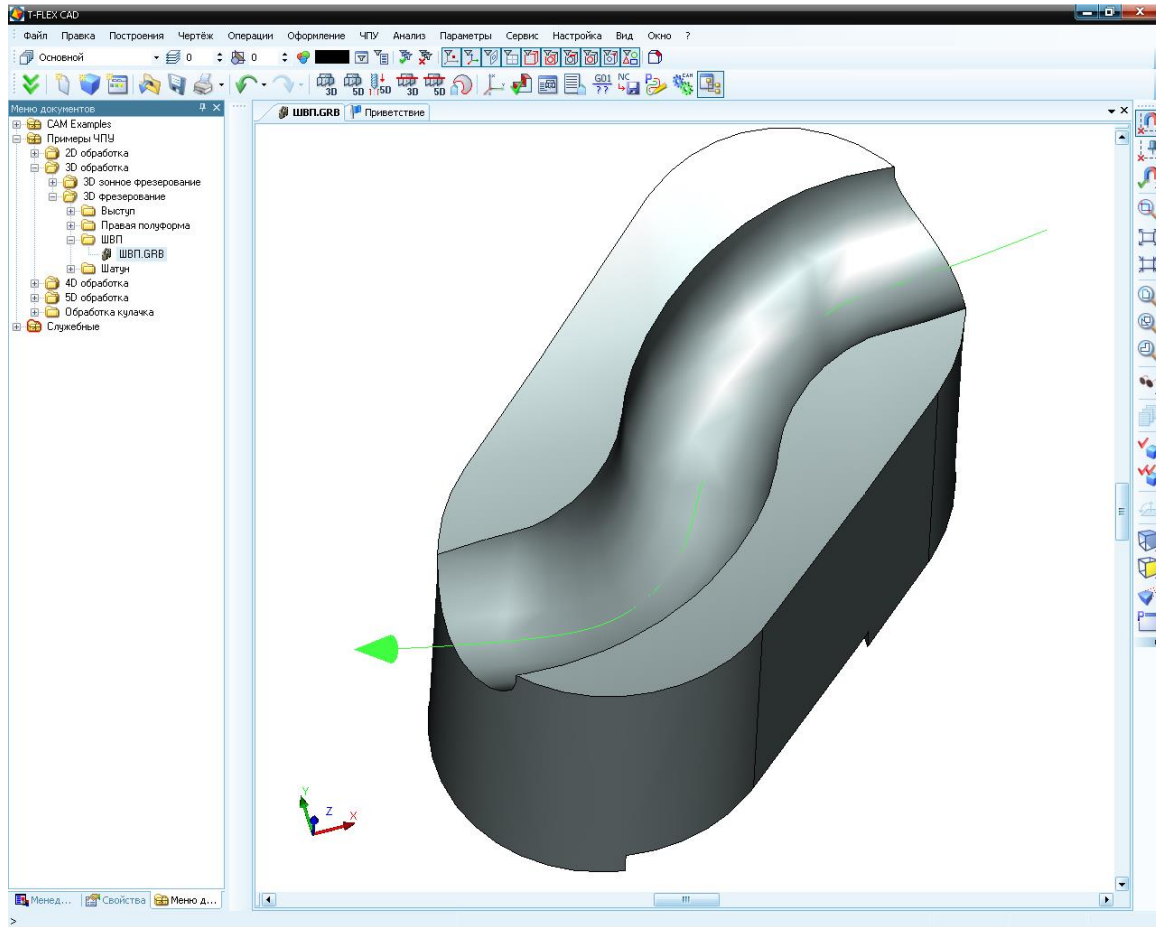




Следующим шагом построим 3D путь на базе уже созданных 3D узлов. Путь должен содержать каждый из узлов и именно в той последовательности, в которой они располагаются на поверхности канавки от её начала, до конца.



Также можно создать траекторию, формирующую общую форму детали. Для этого необходимо создать проекцию детали на плоскость, расположенную под ней. Затем построить эквидистанту к общему контуру, отстоящую от него на радиус инструмента. Далее, по эквидистанте строим 2D путь, а на его базе – 3D путь. Используя данный путь, мы фактически получим траекторию 2D фрезерования контура, которую можно получить и посредством возможностей 2D модуля. Поэтому не следует при-



нимать данный способ использования возможностей 3D фрезерования, как единственный и необходимый.

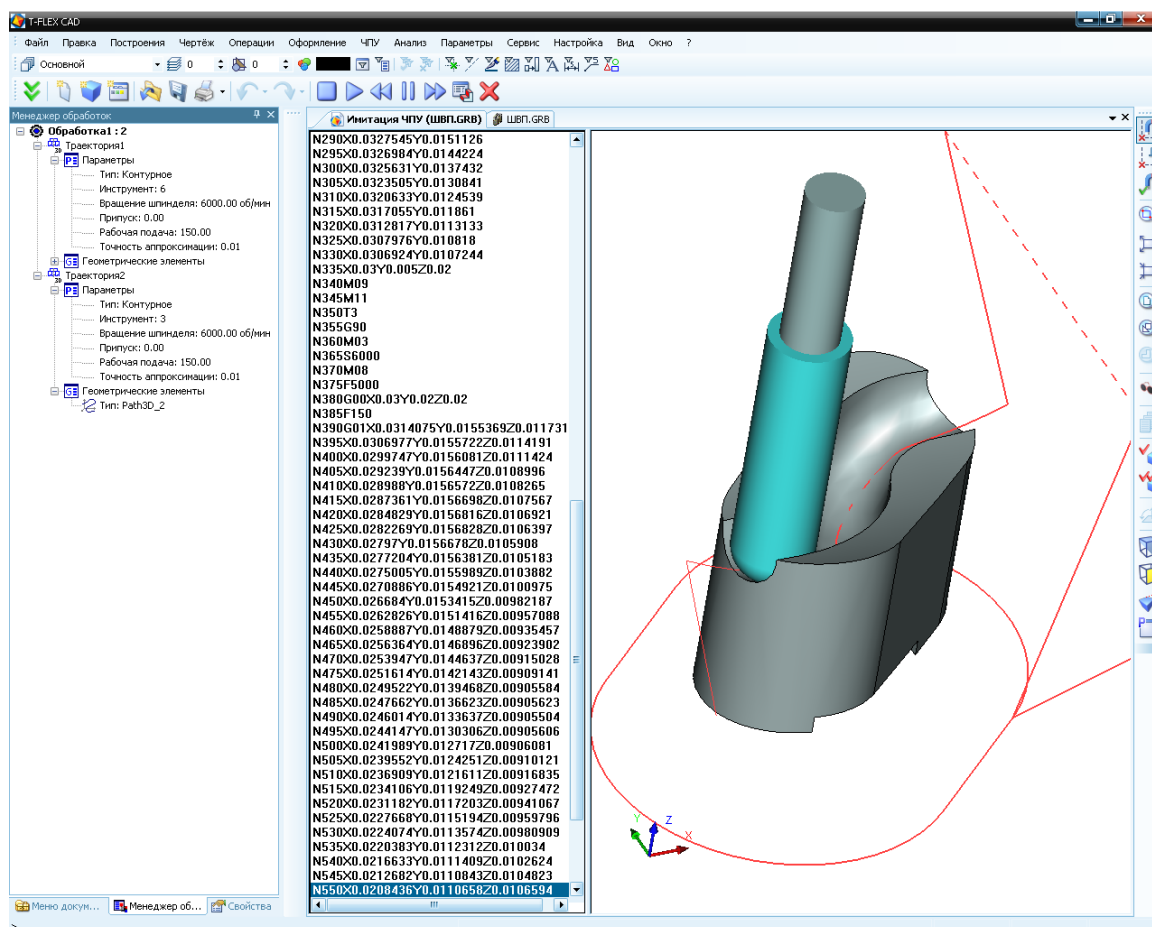


Далее вызовем меню 3D фрезерования, нажав кнопку . В нём выберем операцию «Фрезерование 3D контура» . После этого откроется диалоговое окно с параметрами 3D фрезерования контура, а также система будет ожидать указания пользователем 3D пути для обработки. Укажем 3D путь, построенный по дну канавки. Зададим подачу и другие технологические параметры. И, что немаловажно, укажем путь к файлу с инструментом (способ создания фрез при помощи редактора инструмента описан выше, в примере 2D фрезерования) и, соответственно, имя инструмента из этого файла.

Для завершения создания траектории обработки следует нажать кнопку . Графическая реализация траектории обработки появится на экране. Также траектория будет добавлена в дерево менеджера обработок, окно которого можно вызывать, нажав кнопку .

Вызвав контекстное меню какой-либо из траекторий в окне Менеджера обработок, можно задать вспомогательные движения инструмента: подводы и отводы, а с помощью их комбинаций можно создать переход инструмента между операциями по желаемой траектории.



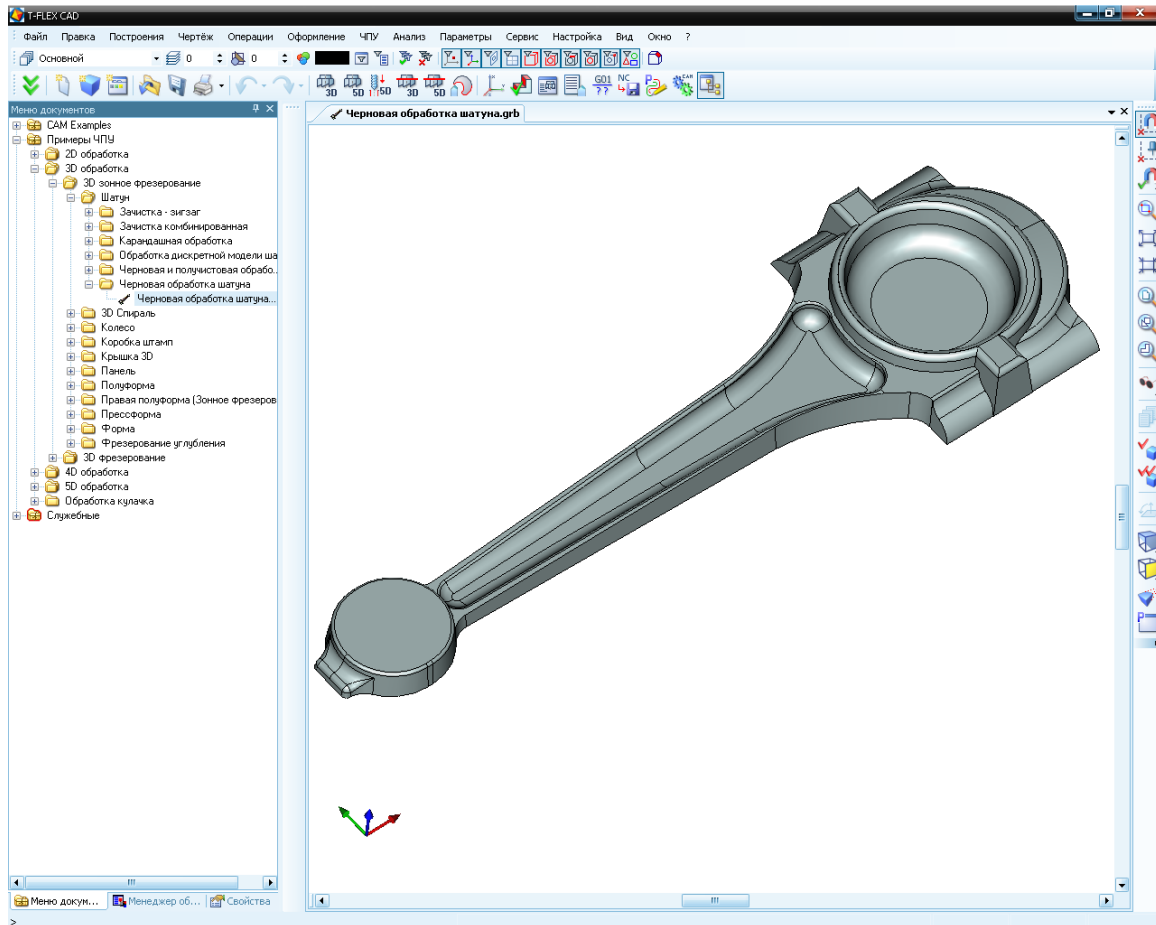


Созданные траектории обработки можно просмотреть при помощи встроенного имитатора, без съёма материала.



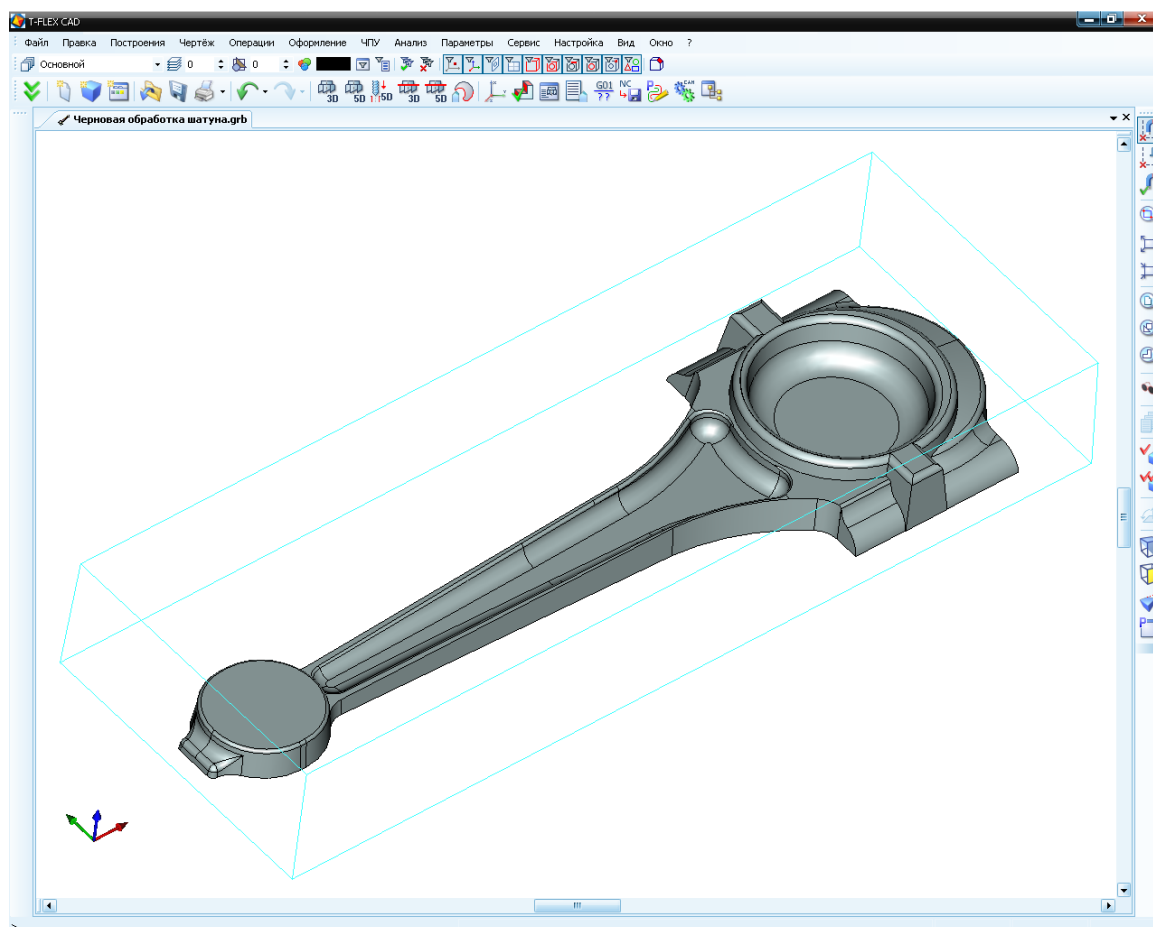
## Зонная обработка. 3D фрезерование





В качестве примера используется деталь «Шатун», а точнее, его чистовая обработка. Для проектирования зонной фрезерной обработки пользователь вызывает команду **“ЧПУ|Зонная обработка|Фрезерование 3D”**.



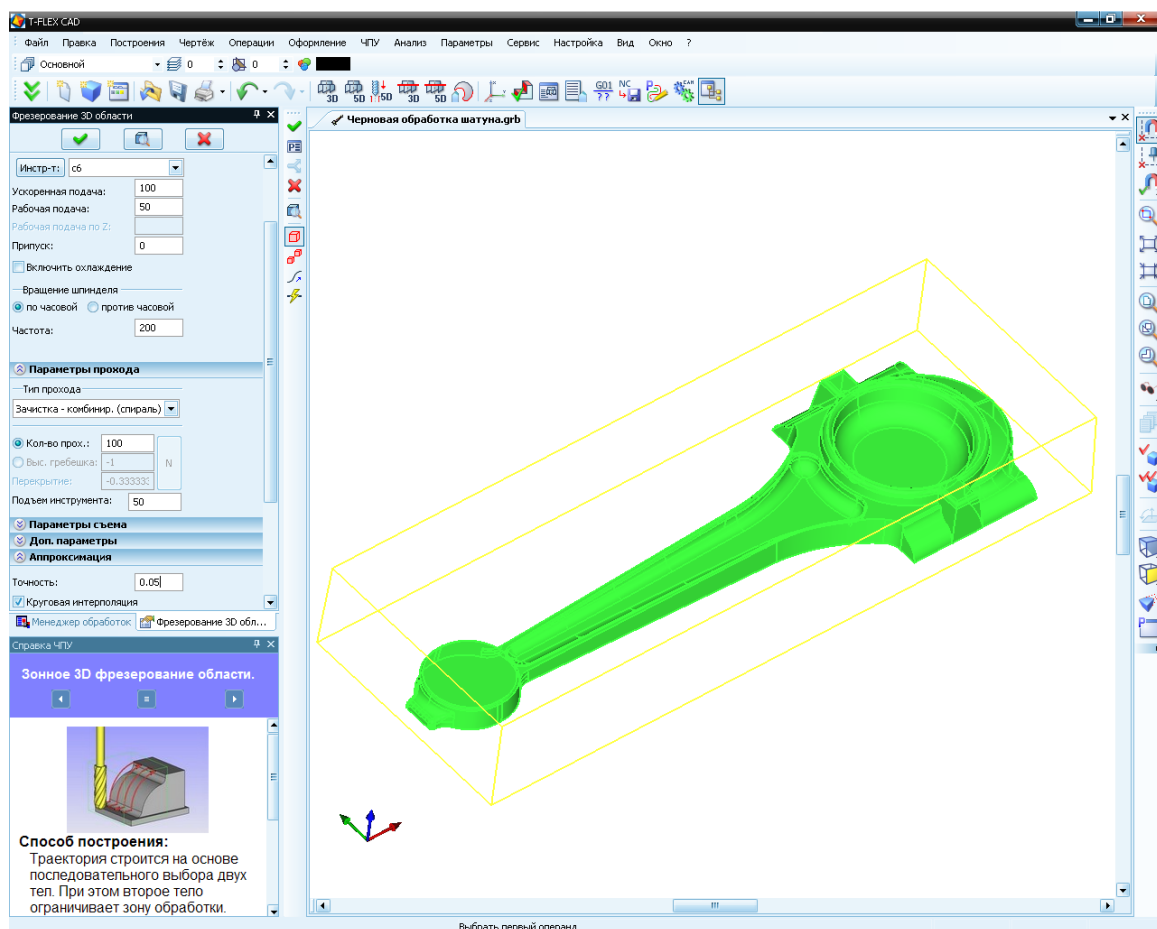
Однако, прежде чем задать параметры обработки, необходимо произвести ряд дополнительных построений. Предварительно пользователь должен построить зону, ограничивающую обрабатываемый участок для чистовой обработки, как показано на рисунке. Зоной является второе 3D тело, показанное в реберном отображении (что отнюдь не обязательно), ограничивающее пространство вокруг шатуна сверху и с четырёх боковых сторон (нижняя грань лежит на одной высоте с основанием детали). Таким образом, шатун «зажат» внутри пространства, ограниченного параллелепипедом.







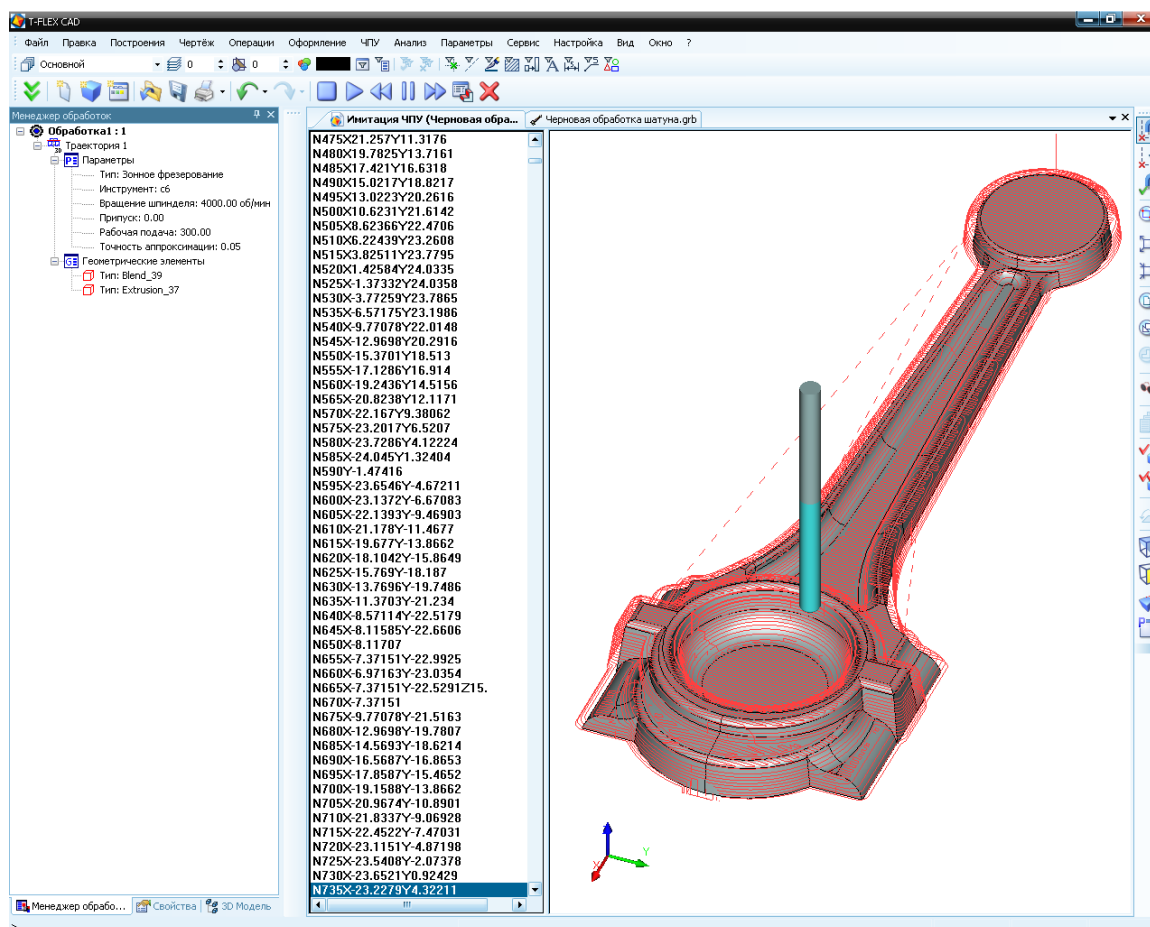
Для создания траектории чистовой обработки, выберем опцию фрезерования 3D области . После нажатия кнопки, откроется диалоговое окно с параметрами фрезерования 3D области. Также, при переносе курсора мыши в область 3D сцены, система автоматически будет переходить в режим выбора тел для операции. Последовательно указываются сначала тело, которое необходимо обработать, а затем тело, которое ограничивает зону обработки. Решение вопроса о том, что сделать в первую очередь: указать тела или задать параметры обработки, оставлено на усмотрение пользователя (последовательность значения не имеет). Однако, при указанных телах, становится возможным использование опции предварительного просмотра результата – траектории . При нажатии на кнопку , окно параметров блокируется, а на экране появляется траектория обработки, созданная согласно параметрам, которые пользователь ввёл до вызова команды. Чтобы выйти из режима предварительного просмотра следует вновь нажать кнопку . Смысл и назначение каждого из параметров подробно описаны в первой части данного пособия. Поэтому процесс их установки оставим без рассмотрения.





После того, как были подготовлены все данные, достаточно нажать кнопку , и система рассчитает окончательную траекторию обработки. Рассчитанная траектория добавлена в дерево траекторий Менеджера обработок, а её графическая реализация появится на экране. Движение инструмента по созданной траектории можно просмотреть при помощи внутреннего имитатора обработки, без съёма материала. Для этого следует нажать кнопку .






Прим.: Некоторые параметры траектории обработки были изменены, с целью повысить наглядность картинки

Далее по рассчитанным траекториям пользователь может сохранить управляющую программу. Для этого в «Настройке постпроцессора» создаётся новый постпроцессор, если таковой необходим пользователю. Также, пользователь может выбрать готовый постпроцессор из библиотеки, поставляемой с системой. Постпроцессор необходим для формирования корректного синтаксиса управляющей программы.



После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы с помощью команды **“ЧПУ 3D|Сохранение G-программы”**.

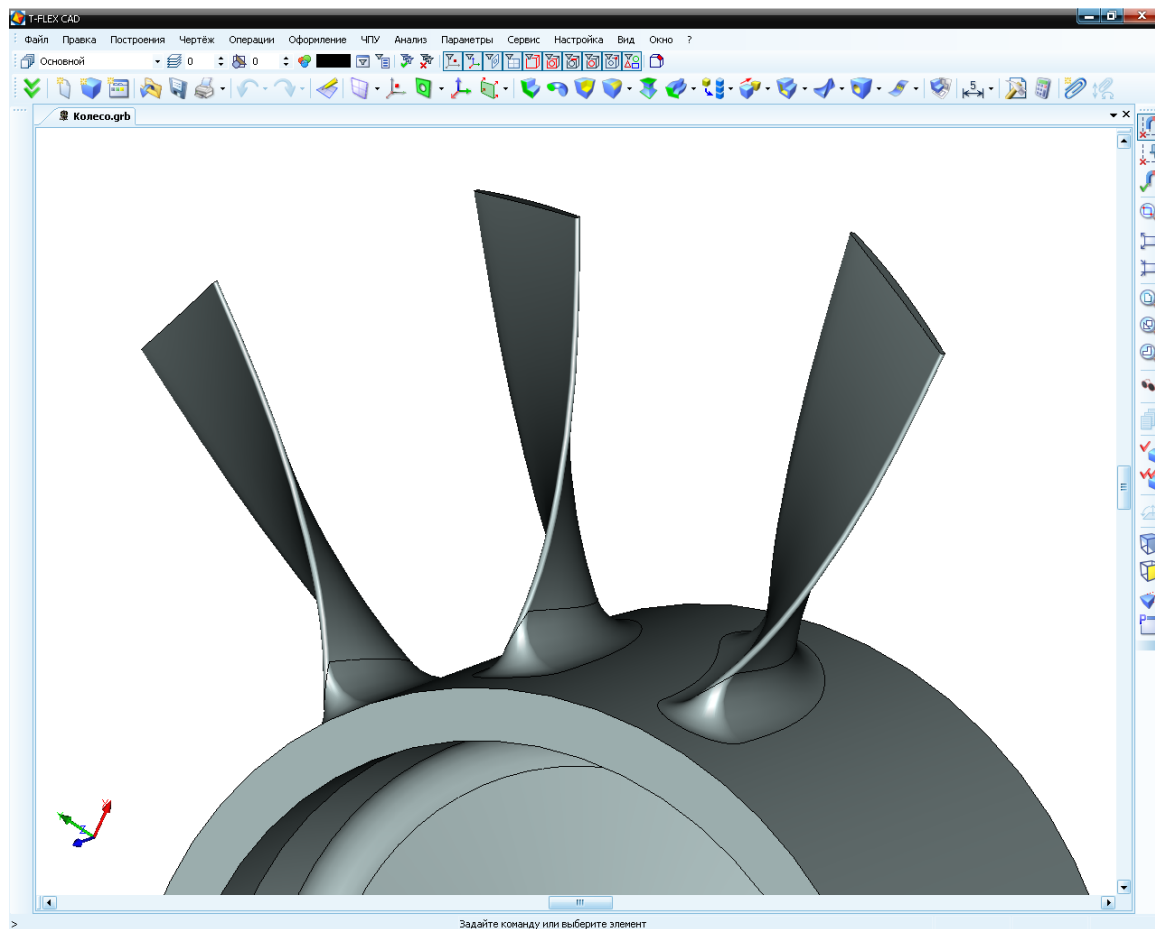
В появившемся окне необходимо нажать . На экране появится диалог «Параметры сохранения составной траектории». В этом окне последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения (см. примеры, описанные выше).

После всех проделанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы при помощи имитатора обработки компании «Топ системы» T-FLEX NC Tracer, со съёмом материала. Соответствующие файлы прилагаются к примеру.



## Зонная обработка. 5D фрезерование

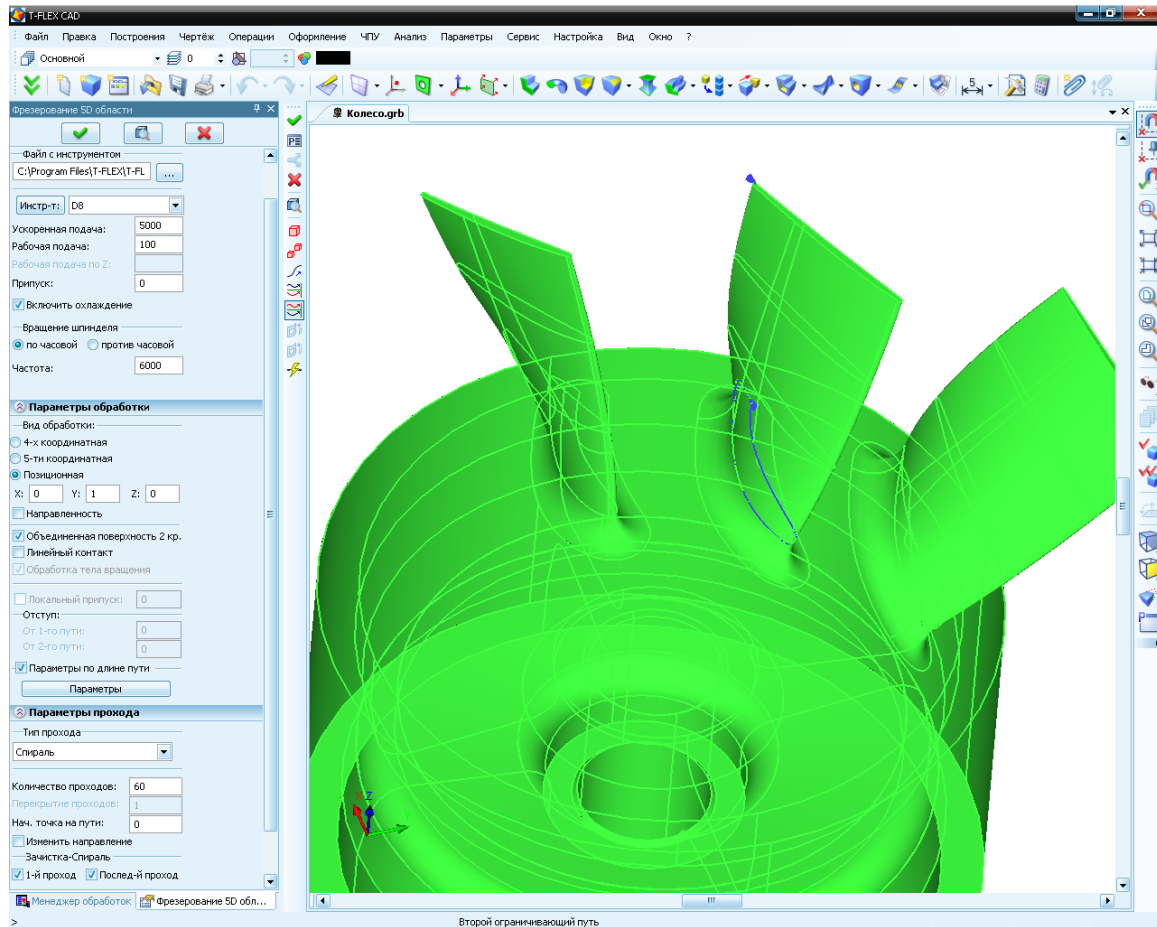
В качестве примера используется деталь типа «турбинное колесо». Детали этого вида имеют пространственно сложные поверхности, что привлекает особое внимание к возможности их обработки. В качестве примера было выбрано колесо с лопатками, содержащими поверхности двойной кривизны. Из-за сложных условий работы такие детали приходится довольно часто ремонтировать, для этого и необходима пятикоординатная зонная обработка. Для проектирования зонной фрезерной обработки в данном примере пользователь должен вызвать команду “ЧПУ|Зонная обработка|Фрезерование 5D”.





При создании траектории чистовой обработки для данной детали можно использовать стратегию трёх путей, а можно воспользоваться возможностью системы создавать траектории позиционного фрезерования и создать траекторию по двум путям. Т.к. все лопатки на колесе одинаковы, то траекторию необходимо создать лишь для одной лопатки, а при обработке детали на станке, просто поворачивать колесо на заданный угол (поворот стола можно задать при помощи технологических траекторий). При построении траектории по трём путям, первые два из них являются ограничивающими, а третий – направляющим. Соответственно, необходимо ограничить поверхность лопатки при помощи двух путей, а при помощи третьего сориентировать положение инструмента в пространстве (ограничить



возможность его перемещений и, как следствие, задевание периферийной частью других поверхностей). Все три пути должны быть сонаправленными, иначе система не сможет рассчитать траекторию. По направлению путей формируется направление проходов инструмента. Как и в примерах обработок, описанных выше, последовательность построения путей значения не имеет. Значение имеет лишь последовательность их указания. Так как мы будем рассматривать случай использования позиционного фрезерования, то третий, направляющий путь, мы заменим параметрами.



Для расчета траектории чистовой обработки лопатки, выберем фрезерование 5D области  из меню 5D зонного фрезерования и настроим все необходимые параметры в диалоговом окне параметров траектории. Первым указывается верхний путь, а вторым – нижний. При использовании стратегии трёх путей, третий путь строится выше двух первых и указывается последним. Он ограничивает зону перемещений и наклона инструмента. После того как пути указаны, вызываем окно с параметрами углов опережения. Для этого, установим флажок в поле «Углы опережения/По длине пути» из раздела параметров «Наклон/вылет инструмента» и включим опцию «Направленность». После этого нажмем кнопку **[Параметры]**. Установив параметры углов опережения в этом окне, и задав прочие параметры обработки в основном окне, завершим создание траектории нажатием кнопки .



Изменение углов опережения

| Длина (%) | Угол вдоль | Угол поперек | Припуск | Подача | Угол накло... |
|-----------|------------|--------------|---------|--------|---------------|
| 0         | 35         | 90           | 0       | 0      | 0             |
| 0.35      | 35         | 90           | 0       | 0      | 0             |
| 0.45      | 35         | 130          | 0       | 0      | 0             |
| 0.6       | 85         | 90           | 0       | 0      | 0             |
| 0.88      | 85         | 90           | 0       | 0      | 0             |
| 0.92      | 65         | 60           | 0       | 0      | 0             |
| 0.95      | 35         | 90           | 0       | 0      | 0             |


0.95 35 90 0 0 0

☒ Плавность перехода ☒ Плавность припуска

Тип параметризации По количеству точек с поиском перегибов по OZ с явным заданием

Удалить Расчет OK Отмена

Далее по рассчитанным траекториям пользователь может сохранить управляющую программу. Для этого в «Настройке постпроцессора» создаётся новый постпроцессор, если таковой необходим пользователю. Иначе, пользователь может выбрать готовый постпроцессор из библиотеки, поставляемой с системой. Постпроцессор необходим для формирования корректного синтаксиса управляющей программы.

После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы с помощью команды **“ЧПУ 3D|Сохранение G-программы”**. В появившемся окне необходимо нажать .

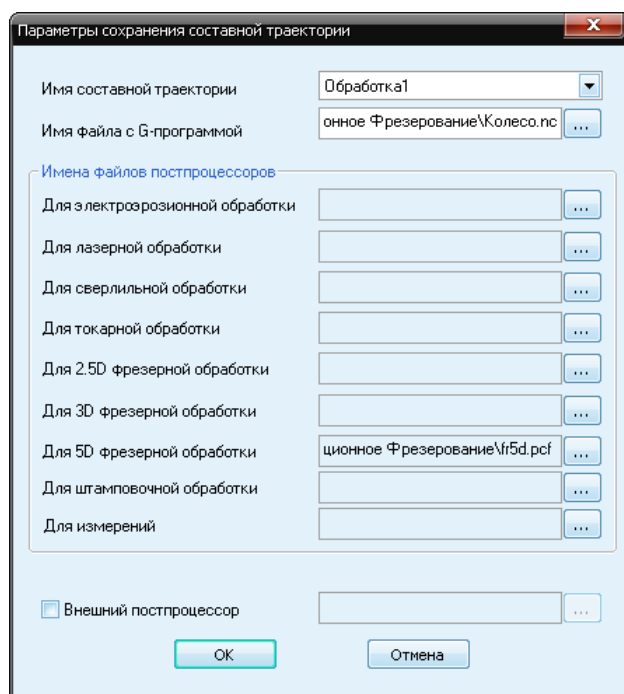
На экране появится диалог «Параметры сохранения составной траектории». Далее в этом окне последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения.

Сохранение G-программы

Показать Составная траектория Имя файла G-программы

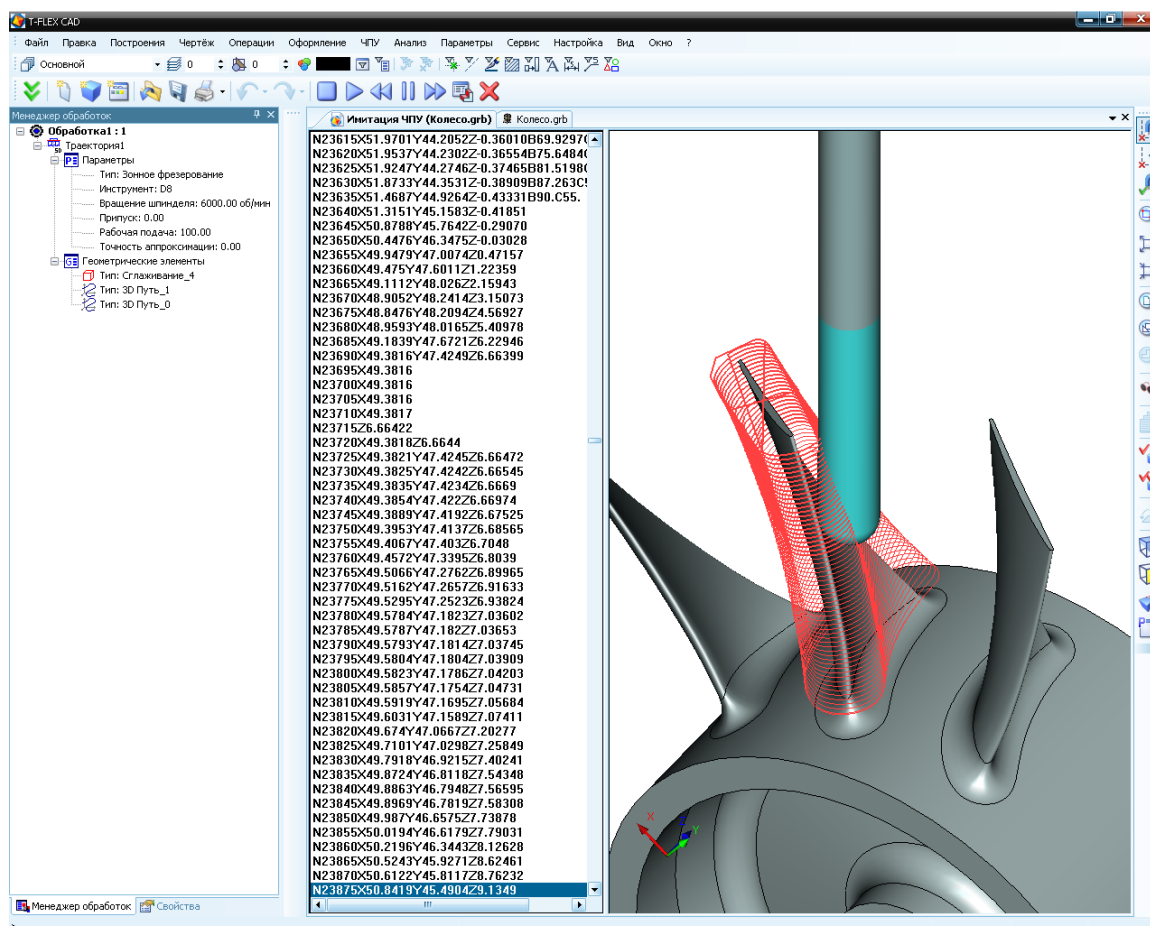
Добавить... Изменить... Удалить Сохранить Отмена






После всех сделанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы в команде **“ЧПУ|Имитация обработки”**. В появившемся окне будет происходить отработка сгенерированной пользователем управляющей программы (работа с имитатором обработки и процесс его настройки подробно описан в соответствующих разделах настоящего пособия и системной помощи T-FLEX ЧПУ).



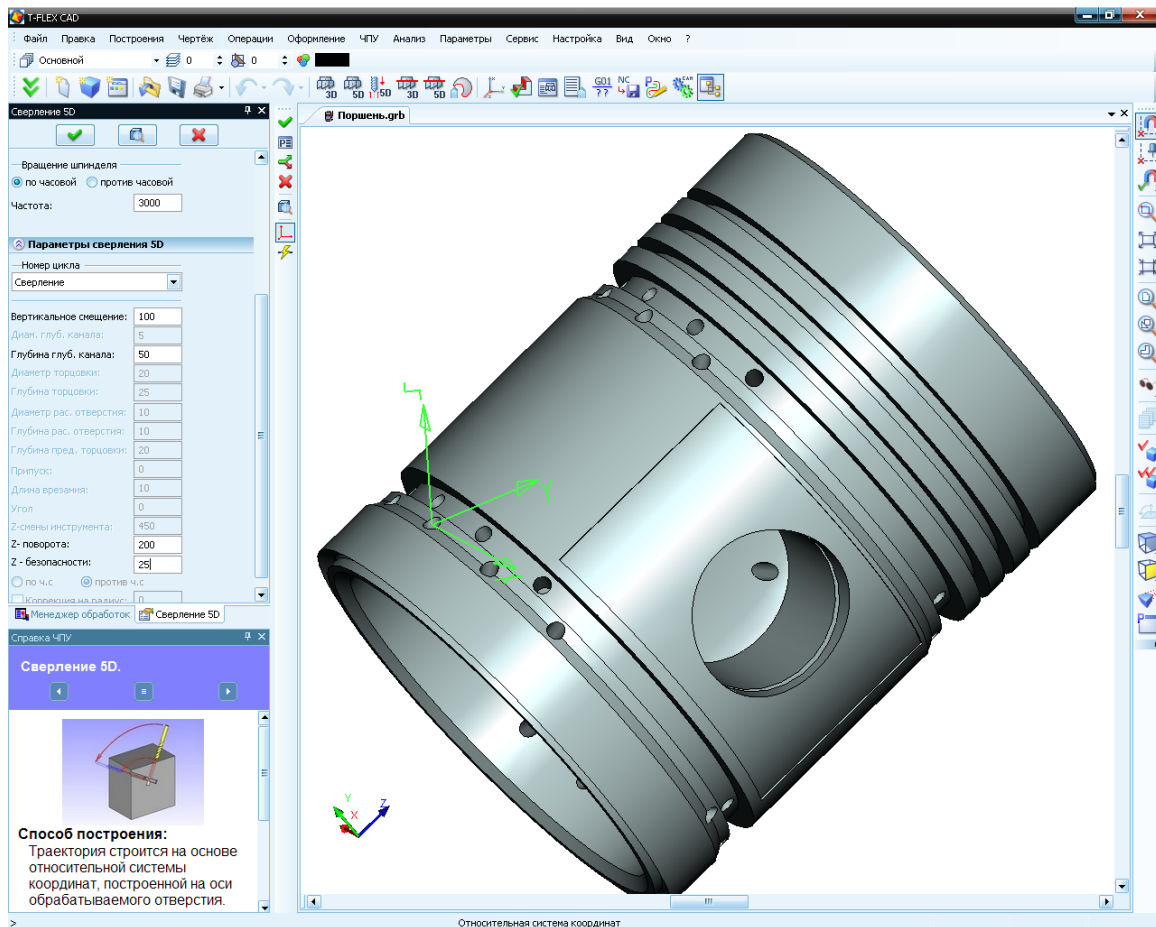




## Позиционное сверление

В качестве примера используется поршень двигателя внутреннего сгорания с косыми каналами, расположенными по диаметру.

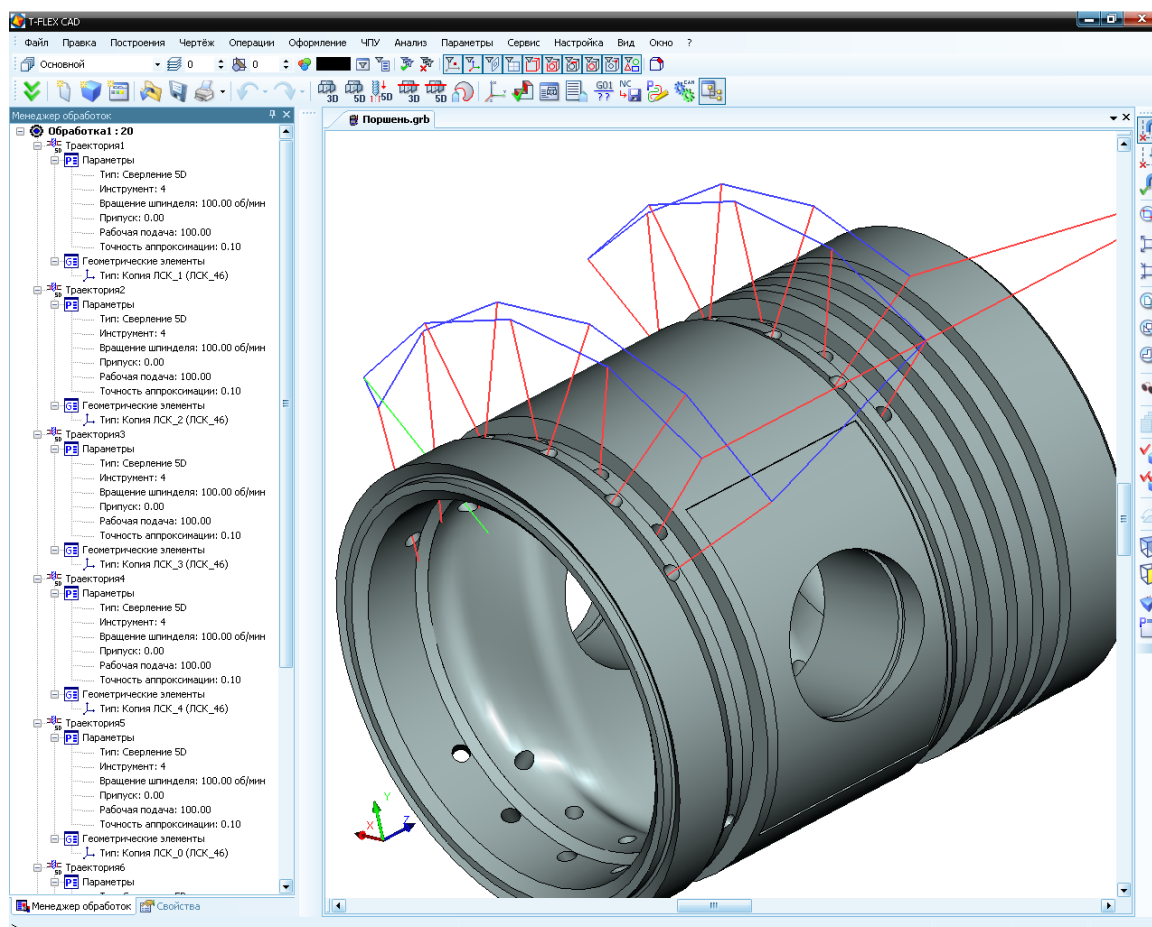
Прежде чем задать параметры траектории обработки, необходимо провести ряд дополнительных построений. Предварительно пользователь должен построить систему координат в опорной точке отверстия, используя команду T-FLEX CAD **“Построения|Система координат”** - . Опорная точка должна находиться на «входе» в отверстие, а ось Z ЛСК должна быть направлена на «выход» из отверстия (в сторону, обратную направлению врезания инструмента).






Для проектирования обработки пятикоординатного сверления вызываем команду текстового меню **«ЧПУ|3D и 5D обработка| Сверление 5D »** или используем кнопку на главной панели в состоянии «ЧПУ 3D» . После нажатия кнопки, откроется диалоговое окно с параметрами фрезерования 3D области. Также, при переносе курсора мыши в область 3D сцены, система автоматически будет переходить в режим выбора локальной системы координат. Параметры 5D сверления и их назначение были подробно описаны в первой части данного пособия. Поэтому, на подробностях их задания останавливаться не будем. Кроме задания параметров, пользователь должен указать построенную ранее ЛСК. Завершить создание траектории можно, нажав кнопку . Рассчитанная траектория появится на экране, а также будет автоматически добавлена в дерево траекторий Менеджера обработок.



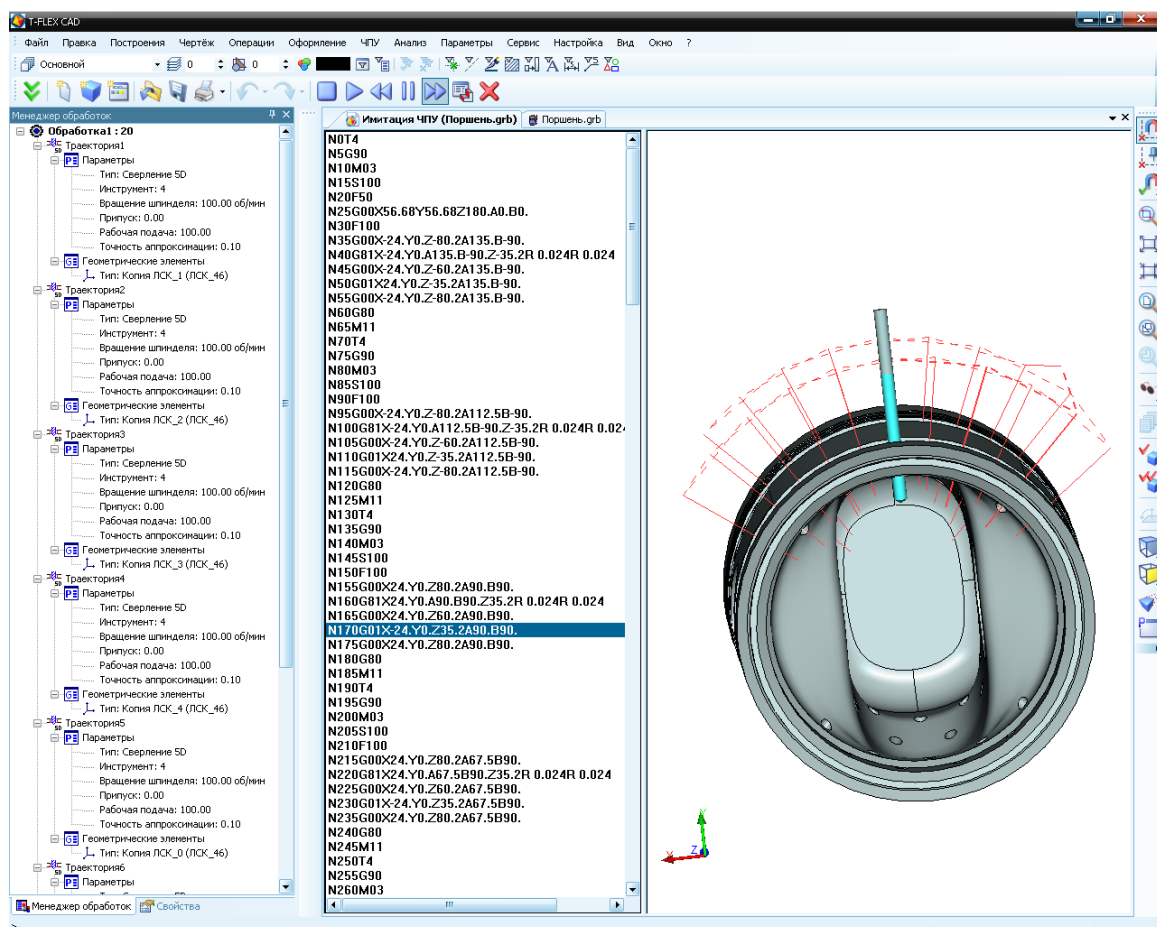


Далее по рассчитанным траекториям пользователь может сохранить управляющую программу. Для этого в «Настройке постпроцессора» создаётся новый постпроцессор, если таковой необходим пользователю. Иначе, пользователь может выбрать готовый постпроцессор из библиотеки, поставляемой с системой. Постпроцессор необходим для формирования корректного синтаксиса управляющей программы.


После того, как необходимый постпроцессор выбран, пользователь может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы с помощью команды **“ЧПУ 3D|Сохранение G-программы”**. В появившемся окне необходимо нажать . На экране появится диалог «Параметры сохранения составной траектории». В этом диалоге последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения (см. пример, описанный выше).

После выполнения всех указанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы в команде **“ЧПУ 3D|Имитация обработки”**. В появившемся окне будет происходить отработка сгенерированной пользователем управляющей программы.

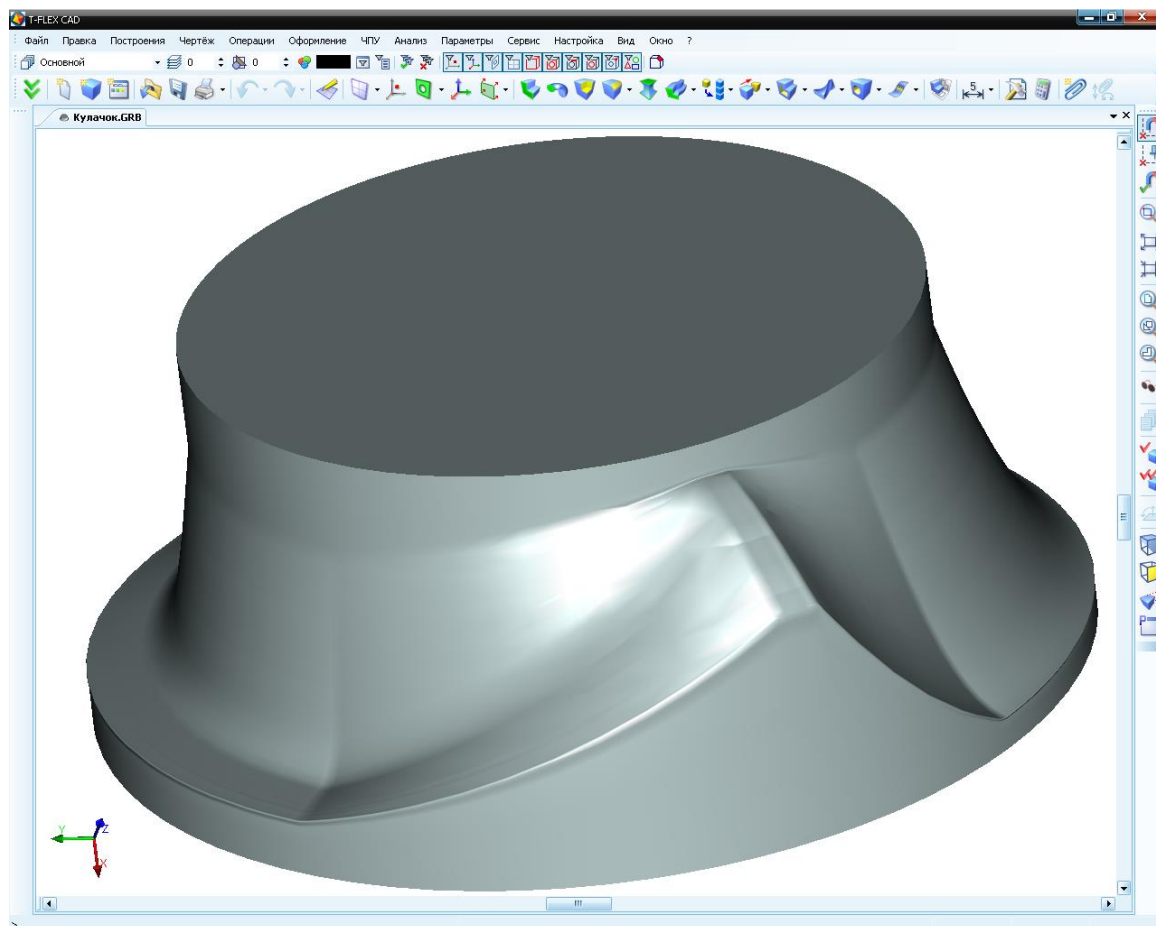






## Фрезерная 4D обработка

В качестве примера используется кулачок. Изначально, пользователю следует импортировать профиль кулачка из табличного файла, посредством соответствующей команды на панели инструментов «Фрезерование кулачка». Для проектирования фрезерной 4D обработки в данном примере пользователь должен вызвать команду **«ЧПУ| Фрезерование кулачка»**. Также, для вызова команды пользователь может использовать кнопку  на главной панели в режиме «ЧПУ 3D».

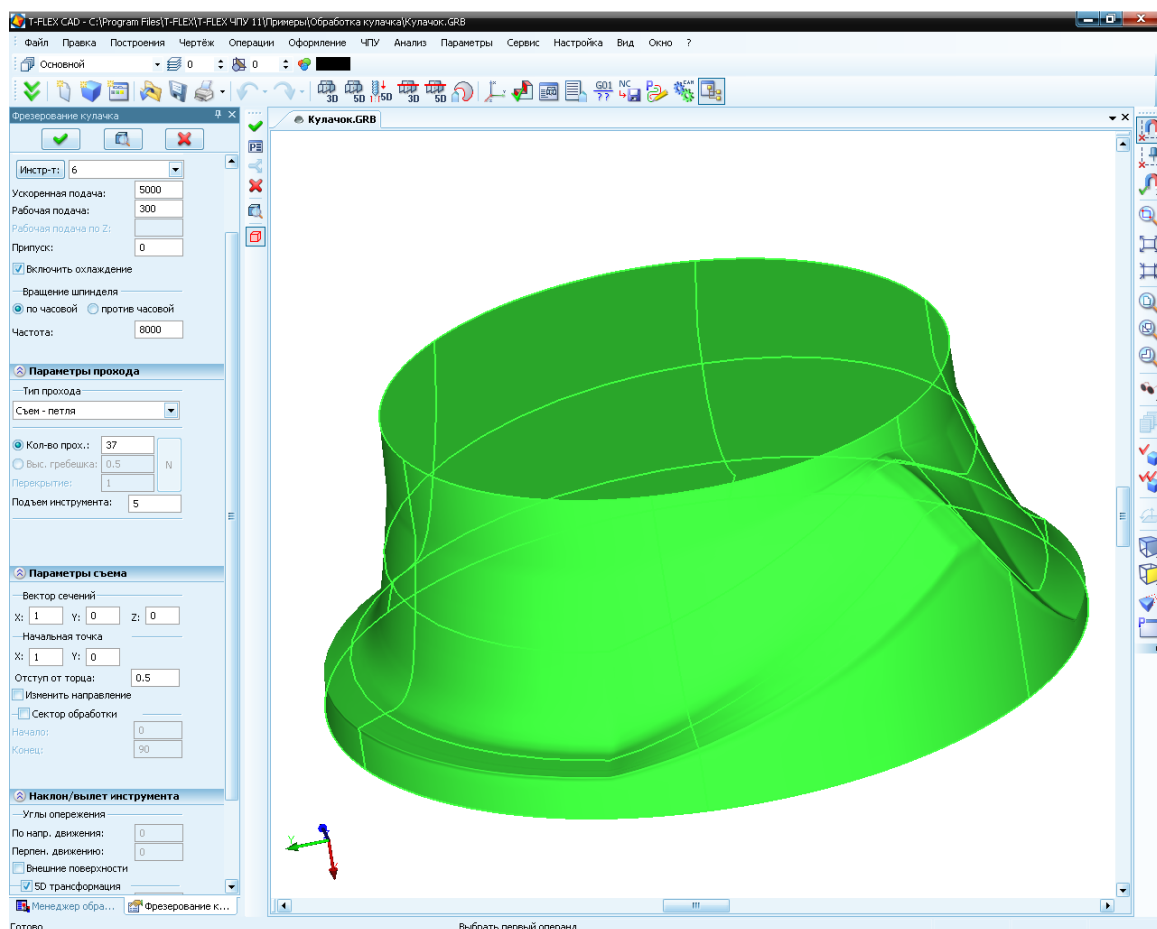





В открывшемся меню, следует выбрать команду **Обработка кулачка** . Данная команда вызовет диалоговое окно параметров обработки кулачка, а также включит режим выбора тела для обработки. Следует учесть, что модель обрабатываемого кулачка должна представлять собой единую поверхность, не разделённую на операции. Также стоит отметить, что импортированный профиль кулачка всегда следует дорабатывать до полного тела вращения.

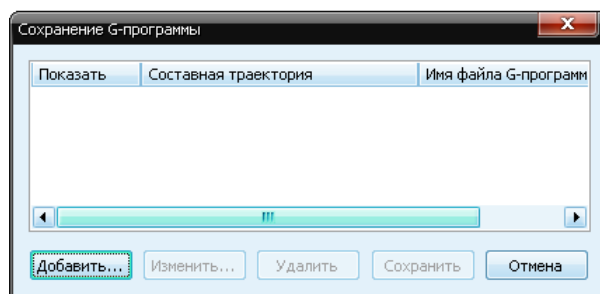
После указания тела и задания параметров можно нажать кнопку , и тем самым завершить создание траектории. Созданная траектория будет добавлена в дерево траекторий менеджера обработки, а её графическая реализация появится на экране.





Далее по рассчитанной траектории пользователь может сохранить управляющую программу. Для этого сначала в «Настройке постпроцессора» создаётся новый постпроцессор, или выбирается уже существующий, в соответствии с которым должна быть сохранена управляющая программа.

После того, как необходимый постпроцессор выбран, технолог-программист может осуществить процесс генерации (сохранения) управляющей программы с помощью команды **“ЧПУ 3D|Сохранение G-программы”**. В появившемся окне необходимо нажать . На экране появится диалог «Параметры сохранения составной траектории».





В окне данного диалога последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения.

Параметры сохранения составной траектории

Имя составной траектории: Обработка1

Имя файла с G-программой: \\Обработка кулачка\\Кулачок.nc

Имена файлов постпроцессоров

| Тип обработки                   | Имя файла                      |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Для электроэрозионной обработки |                                |
| Для лазерной обработки          |                                |
| Для сверлильной обработки       |                                |
| Для токарной обработки          |                                |
| Для 2.5D фрезерной обработки    |                                |
| Для 3D фрезерной обработки      |                                |
| Для 5D фрезерной обработки      | бработка кулачка\\FR5D_kul.pcf |
| Для штамповочной обработки      |                                |
| Для измерений                   |                                |

☐ Внешний постпроцессор

OK Отмена

После всех проделанных действий пользователь имеет возможность просмотреть отработку полученной управляющей программы в команде **“ЧПУ 3D|Имитация обработки”**. В появившемся окне будет происходить отработка сгенерированной пользователем управляющей программы.



