

# Системы автоматизированного программирования обработки на станках с ЧПУ их структура и классификация

Составной частью процесса технологической подготовки производства является программирование работы оборудования с ЧПУ, которое может выполняться как в ручном режиме, так и с применением средств автоматизации.

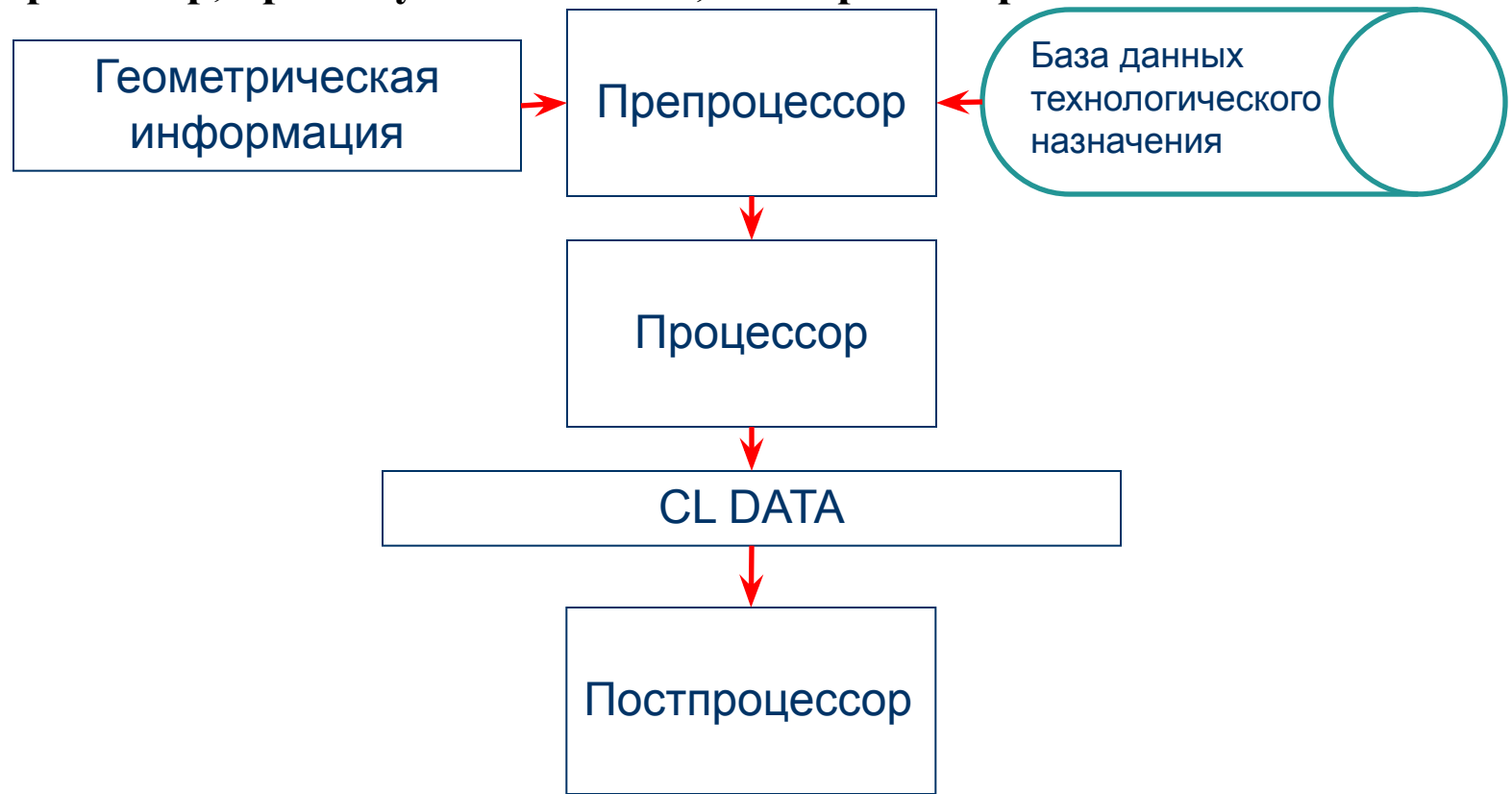
Результатом программирования является управляющая программа (УП), которая представляет собой совокупность команд на языке программирования и определяет алгоритм функционирования станка по обработке

**Автоматизированное программирование ЧПУ** заключается в том, что ряд задач выполняется с помощью системы автоматизации программирования (САП УЧПУ или англоязычный аналог **CAM – Computer Aided Manufacturing**).

САП УЧПУ (CAM) – это комплекс технических, программных, языковых и информационных средств, осуществляющих преобразование геометрических и технологических данных в коды устройства ЧПУ для управления оборудованием.

# Структура и состав САП

САП УЧПУ (CAM) обычно организованы по структуре: препроцессор, процессор, промежуточный язык, постпроцессор.



# Структура и состав САП

**Препроцессор САП УЧПУ** - программное изделие для решения технологических задач – проектирования операционной технологии.

**Процессор САП УЧПУ** - программное изделие для решения геометрических и технологических задач, и для управления процессом обработки данных на ЭВМ.

**Промежуточный язык CL DATA (Cutter Location Data-данные о перемещении инструмента)** — внутренний программно-ориентированный язык, служащий для представления данных, передаваемых от процессора к постпроцессору.

**Постпроцессор САП УЧПУ** - программное изделие, для адаптации управляющей программы (УП) к конкретному оборудованию с ЧПУ.

# Классификация САП

**САП УЧПУ классифицируются по нескольким критериям:**

- 1 По числу управляемых координат**
- 2 По уровню принимаемых решений**
- 3 По уровню специализации**
- 4 По форме представления исходных данных**
- 5 По режиму работы**

# Классификация САП

## 1 По числу управляемых координат

### а) Двух-координатные САП

Могут быть использованы для программирования УЧПУ токарных, электроэрозионных, газо-резательных и др. станков. Движение инструмента происходит в одной из координатных плоскостей.

### б) 2.5-координатные САП

Могут быть использованы для программирования УЧПУ токарных, фрезерных, сверлильных и др. станков, при этом возможно программирование одновременного перемещение только по двум координатам.

### в) Трех- и более координатные САП

Могут быть использованы для программирования УЧПУ при обработке произвольной поверхности второго порядка.

# **Классификация САП**

## **2 По уровню принимаемых решений**

- а) программирование на уровне отдельных рабочих и холостых ходов инструмента**
  
- б) программирование на уровне типовых технологических циклов точения, сверления, нарезания резьбы, фрезерования кругового, фрезерования пазов и карманов**

# Классификация САП

**САП классифицируются по нескольким критериям:**

- 1 По числу управляемых координат**
- 2 По уровню принимаемых решений**
- 3 По уровню специализации**
- 4 По форме представления исходных данных**
- 5 По режиму работы**

# **Классификация САП**

## **3 По уровню специализации**

- а) Универсальные САП – это системы широкого назначения для программирования различных видов обработки (токарной, фрезерной электроэрозионной и др.**
  
- б) Специализированные САП — для программирования только определенных видов обработки (токарной, фрезерной, сверлильно-расточной, и др.).**



# **Классификация САП**

## **4 По форме представления исходных данных**

- а) Со свободной формой представления исходных данных на входном языке**
- б) С табличной формой представления исходных данных, когда технолог заполняет специальные бланки в виде таблиц.**
- в) Представление в форме «меню» это свойство интерактивных САП, когда требуемая информация и по выбору пользователя вводится в систему из меню.**

# **Классификация САП**

## **5 По режиму работы**

**а) С пакетным режимом работы.**

**Первые САП работали в пакетном режиме, когда данные, подготовленные технологом, вводились в ЭВМ и преобразовывались в УП для станка. В случае ошибок — процедура повторялась.**

**б) С интерактивным режимом работы**

**При интерактивном режиме программирование происходит в режиме диалога и возможно повторение и контроль УП из любой исходной точки.**

# Характеристики современных САП

**EdgeCAM** – это пакет программ и набор сервисных подпрограмм, разработанных компанией Pathtrace Ltd. Эти программы и подпрограммы позволяют в удобной форме получать ЧПУ-коды для фрезерной, токарной и электроэрозионной обработки заготовок. EdgeCAM работает с пятиосным фрезерованием для черновой и чистовой обработки, пакет моделирует выполнение двухосной, соосной и радиальной, четырехосной токарной обработки, а также двух- и четырехосную обработку заготовок на электроэрозионных станках.

# Характеристики современных САП

**CAMWorks** – приложение к SolidWorks разработанное фирмой TekSoft CAD/CAM System, Inc. Это система по механообработке, предназначенная для генерации управляющих программ для станков с ЧПУ. Это первая САМ система, в которой реализована полная ассоциативность с геометрией моделей, созданных в среде SolidWorks, что означает автоматическую перерегенерацию управляющих программ CAMWorks при изменении геометрии исходной модели в SolidWorks. CAMWorks использует интерфейс SolidWorks, что значительно облегчает изучение программы.

# Характеристики современных САП

**MasterCAM – для автоматического либо полуавтоматического написания управляющих программ для станков с ЧПУ по готовой твердотельной модели детали, выполненной в любой системе параметрического моделирования либо в самой программе. Импорт и Экспорт моделей форматов IGES, ParaSolid, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, STL, ASCII, STEP, SolidWorks, SolidEdge, AutoCAD DWG...; визуализации процесса обработки; передача УП на станок. Пакет состоит из модулей для фрезерной, токарной и электроэрозионной обработки.**

# Характеристики современных САП

**SprutCAM (ЗАО СПРУТ-технология, Россия) – позволяет осуществить сквозную проработку проекта от конструкторского этапа формирования чертежа детали до получения управляющей программы обработки детали на фрезерных, шлифовальных, координатно-расточных, токарных и других типах станков с ЧПУ. Система работает в рамках единой интегрированной информационной среды СПРУТ и может быть использована, как часть проекта комплексной автоматизации предприятия.**

# Характеристики современных САП

**ГеММа-3D** – Назначение системы: построение геометрических моделей деталей и агрегатов любой степени сложности; подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ: фрезерных (2-х, 3-х, 4-х, 5-и координатных), электроэрозионных (2-х, 3-х, 4-х координатных), сверлильных, токарных; обеспечение измерений изделий на контрольно – измерительных машинах, обработка результатов измерений для оценки точности изготовления., НЗЗ, 2М42 и целый ряд других). В системе имеется генератор постпроцессоров, позволяющий дорабатывать готовые и создавать новые постпроцессоры.

# **Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем**

**При создании управляющей программы для УЧПУ станка в среде САМ-системы можно выделить три основных этапа:**

- 1 Препроцессорный этап**
- 2 Процессорный этап**
- 3 Постпроцессорный этап**



# **Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем**

## **1 Препроцессорный этап**

**На препроцессорном этапе создания управляющих программ решаются задачи создания исходной геометрической и технологической информации для процессора САМ-системы.**

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Задание геометрической информации

**В SprutCAM<sup>®</sup> создание геометрической модели может быть выполнено двумя способами, путем импорта из файлов геометрических 2D и 3D моделей созданных средствами CAD систем и с использованием среды двумерных геометрических построений.**

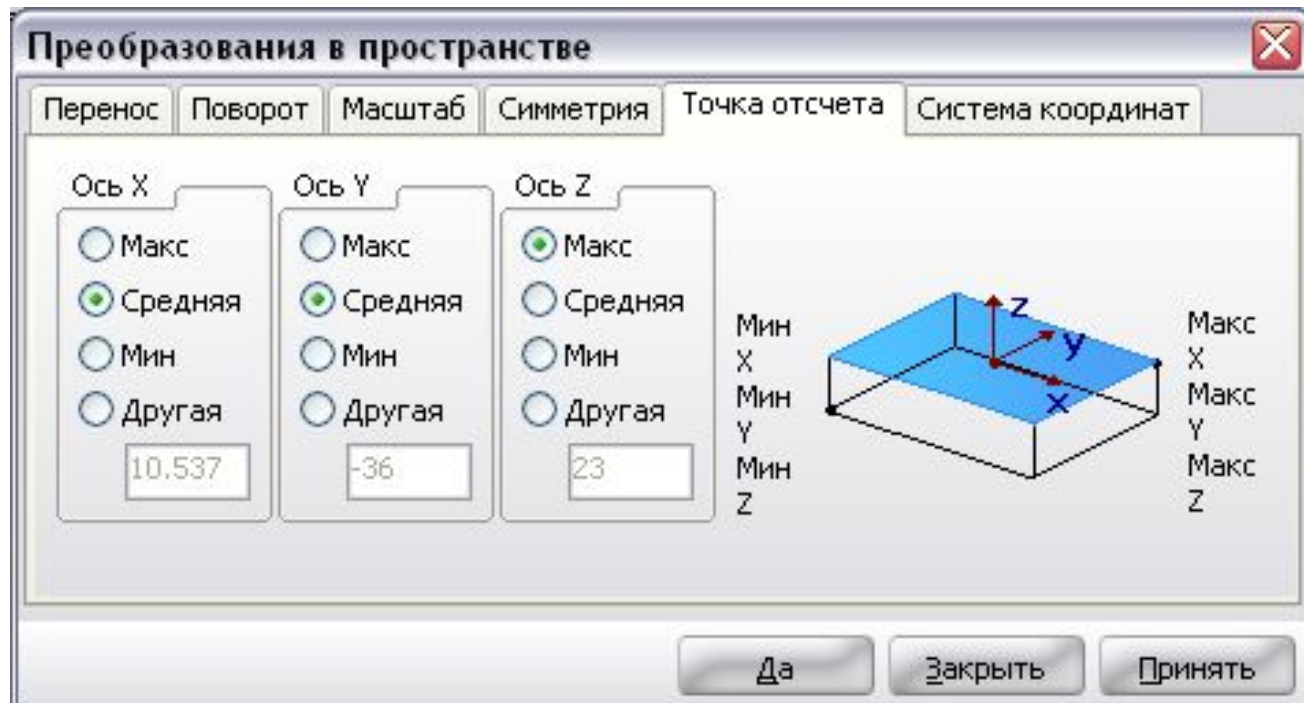
**Геометрические модели изготавливаемой детали, заготовки, технологической оснастки могут быть созданы в любой CAD-системе поддерживающей следующие форматы экспорта данных: IGES (\*.igs, \*.iges), DXF (\*.dxf), STL (\*.stl), VRML (\*.wrl), PostScript (\*.ps, \*.eps)**

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Импорт геометрической информации из САД-системы

После импорта геометрической модели детали ее размеры или положение в системе координат станка может не соответствовать требованиям размещения модели в системе координат станка. Для придания модели детали требуемого положения используются команды окна **Преобразования в пространстве**.

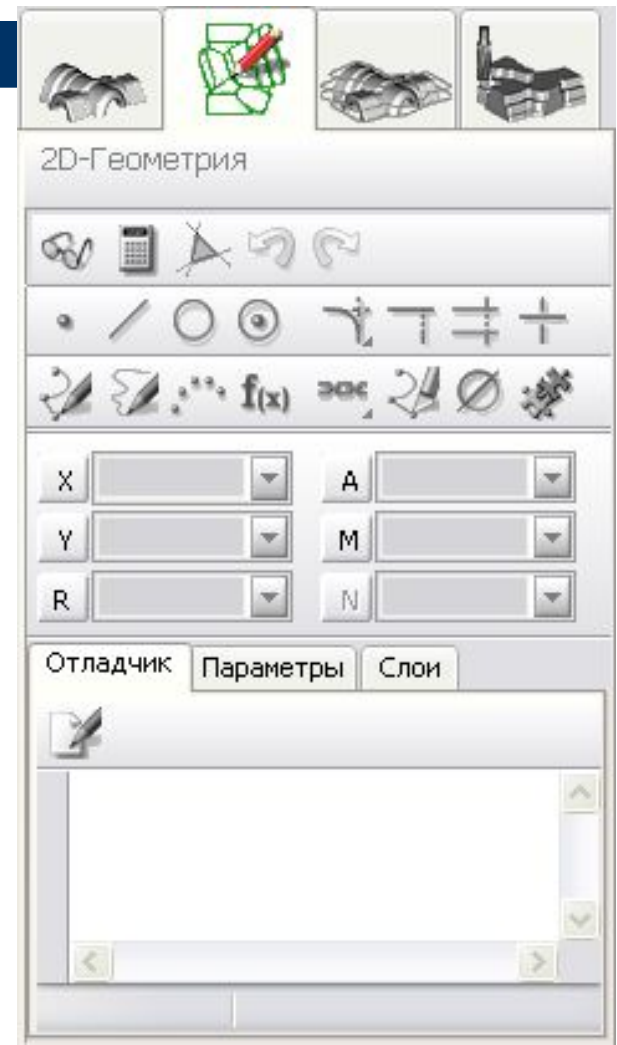


# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Создание геометрической информации в САМ-системе

Геометрическая информация для моделирования и программирования процесса обработки может быть задана с помощью функций среды двумерных геометрических построений, окно которой открывается на закладке **2D-Геометрия**.

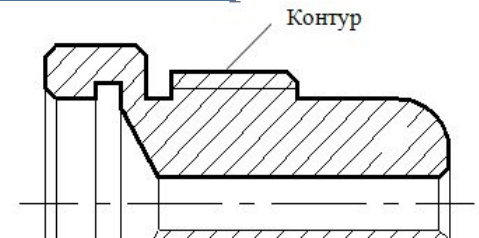


# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

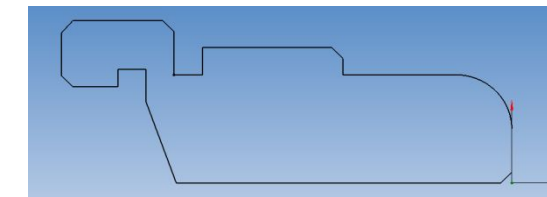
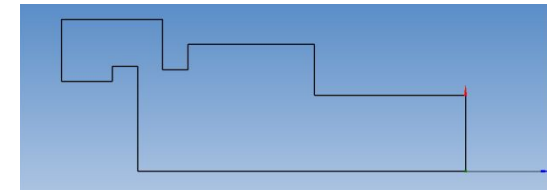
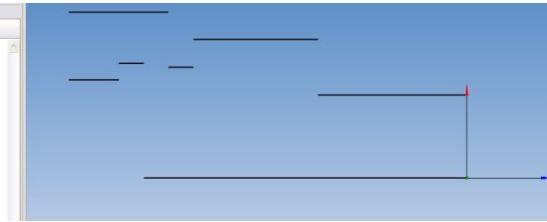
## Препроцессорный этап

### Создание геометрической информации в САМ-системе

- 1 Установить вектор взгляда на основную плоскость XY
- 2 Определить форму контура для создания модели детали
- 3 Построить горизонтальные и наклонённые к оси X отрезки
- 4 Построить вертикальные отрезки, которые определяют положение торцевых поверхностей
- 5 Создать фаски и скругления



```
Отладчик | Параметры | Ссылки  
F11=01,400,7,100,1,400  
L11=011,А(100),1,400  
F12=011,М(20),А(А(11)),1,400  
F13=001,700,7,125,70,1,400  
L12=012,А(100),1,400  
F14=012,М(10),А(А(12)),1,400  
K11=012,Р14,1,400  
F14=014,7,100,70,1,400  
L13=014,А(100),1,400  
F15=010,М(5),А(А(13)),1,400  
K12=010,Р15,1,400  
F16=014,7,100,1,400  
L14=010,А(0),1,400  
F18=010,М(5),А(А(14)),1,400  
K14=010,Р18,1,400  
F20=010,7,125,1,400  
L15=020,А(0),1,400  
F21=020,М(20),А(А(15)),1,400
```



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

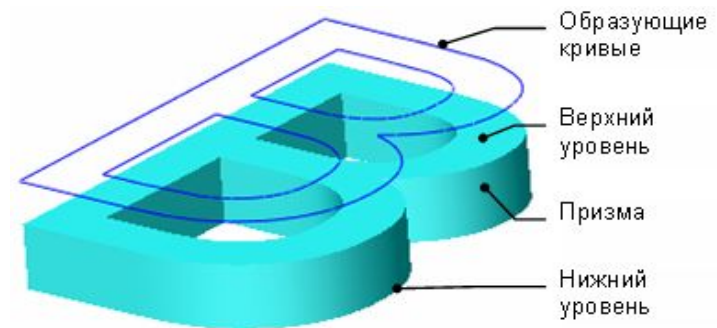
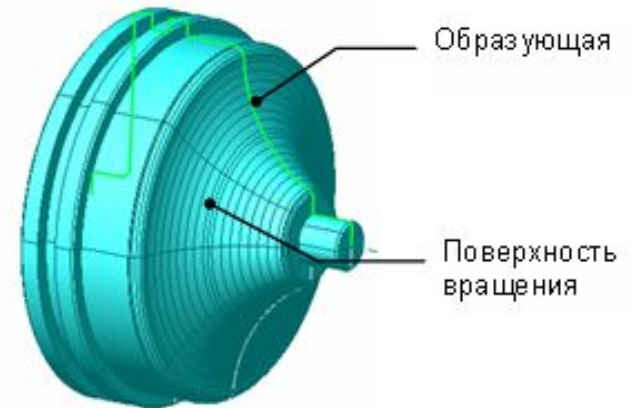
## Препроцессорный этап

### Создание геометрической информации в САМ-системе

#### 6 Создание 3D детали

Команда **Вращение** формирует тело вращения, используя указанные кривые или контур в качестве образующих

Для построения детали призматической формы используется команда **Вытянуть**



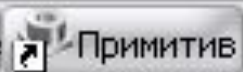
# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

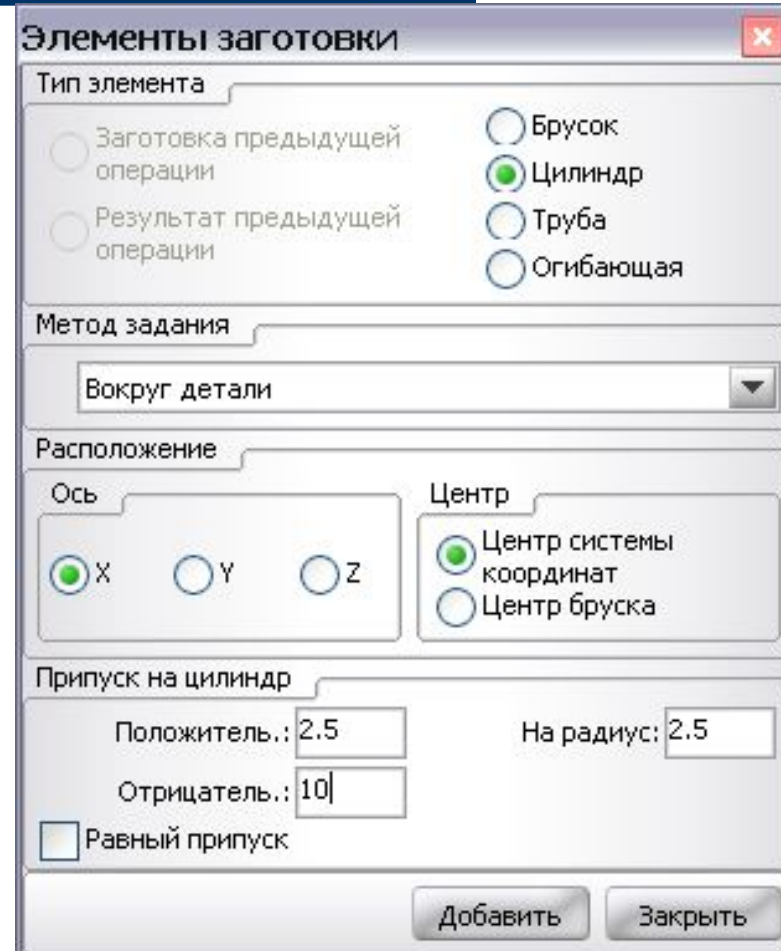
## Препроцессорный этап

### Создание геометрической информации в САМ-системе

#### 7 Создание 3D-модели заготовки

Модель заготовки задает форму объема, из которого путем обработки будет получена требуемая деталь.

Для задания заготовки в виде типовых примитивов: брусок, цилиндр, труба, огибающая необходимо на дереве проекта выбрать узел **Заготовка** и щелкнуть кнопку  .

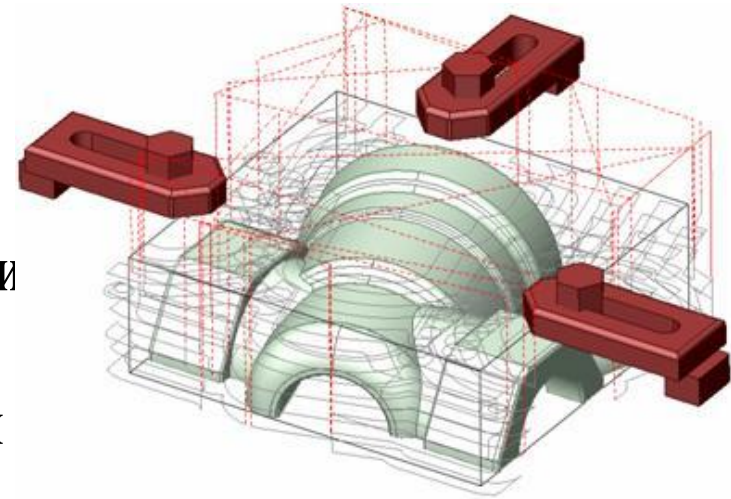


## Препроцессорный этап

### Создание геометрической информации в САМ-системе

#### 8 Создание 3D-модели оснастки

На дереве проекта в узле **Оснастка** могут быть указаны станочные приспособления или и установочные и зажимные элементы (патрон, тиски, прихваты п.), а так же запрещённые зоны любого другого характера. Это необходимо для того, чтобы при расчёте траектории избежать столкновений или других подобных коллизий.





# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Создание геометрической информации в САМ-системе

#### 9 Задание системы координат станка

Системы координат разделены на токарные и фрезерные по типам операций, для которых они предназначены. Подразумевается, что при фрезерной обработке ось инструмента будет параллельна оси  $Z$ , а при токарной обработке ось  $Z$  совпадает с осью вращения.

Все локальные фрезерные системы координат задаются относительно глобальной фрезерной системы координат сдвигом начальной точки в произвольном направлении и поворотом вокруг осей. Токарные системы координат могут задаваться только сдвигом вдоль оси вращения относительно глобальной токарной системы координат.

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

Для расчёта траектории инструмента и получения управляющей программы, необходимо задать последовательность выполнения отдельных технологических переходов или сложного технологического перехода, например, контурного точения комплекса поверхностей (по терминологии SprutCAM<sup>®</sup> - операций).

По принципу формирования траектории инструмента операции, можно условно разделить на черновые и чистовые операции. Разница между ними в том, что черновые операции производят выборку материала, а чистовые – только обработку по контуру или по эквидистанте к контуру.

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

#### Технологические переходы точения

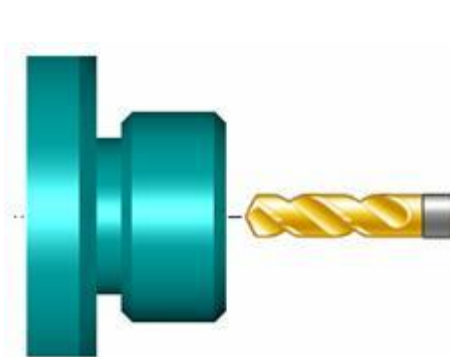


Точение торца

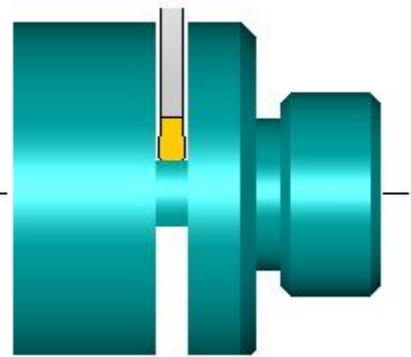
Черновое точение

Контурное точение

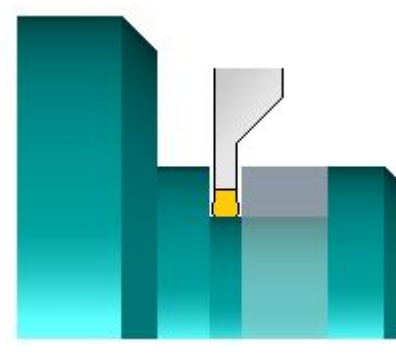
Нарезание резьбы



Сверление



Отрезание



Точение канавок

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

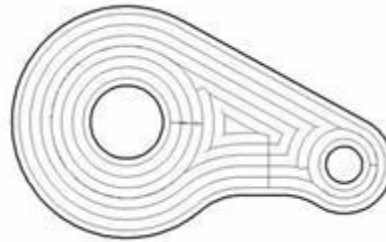
## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

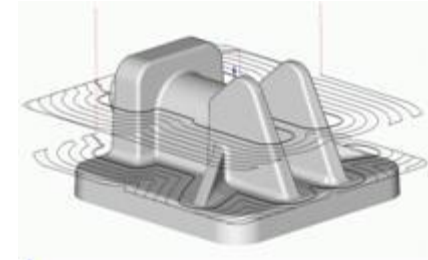
#### Технологические переходы фрезерования



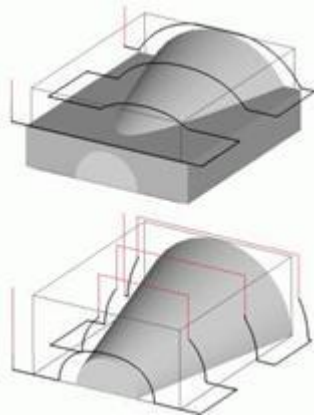
Сверление отверстий



Выборка области



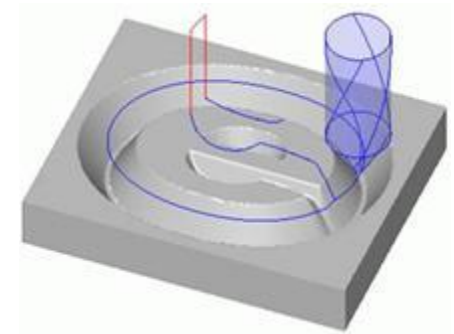
Черновая послойная операция



Черновая построчная операция



2D обработка кривой



Гравировальная операция

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

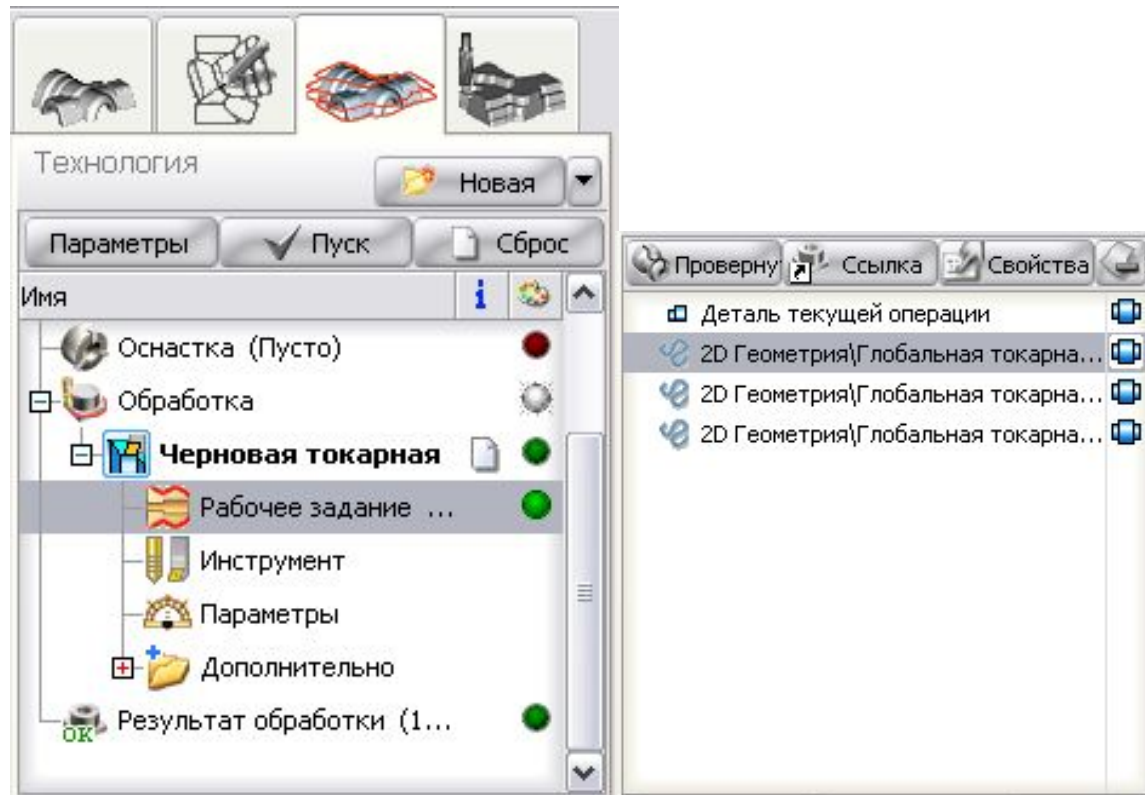
## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

#### Определение рабочего задания для операции

Рабочее задание определяет те поверхности или части поверхностей, которые должны быть обработаны в текущей операции.

Для большинства операций объемной обработки рабочее задание задается набором твердых тел, поверхностей и сеточных объектов.



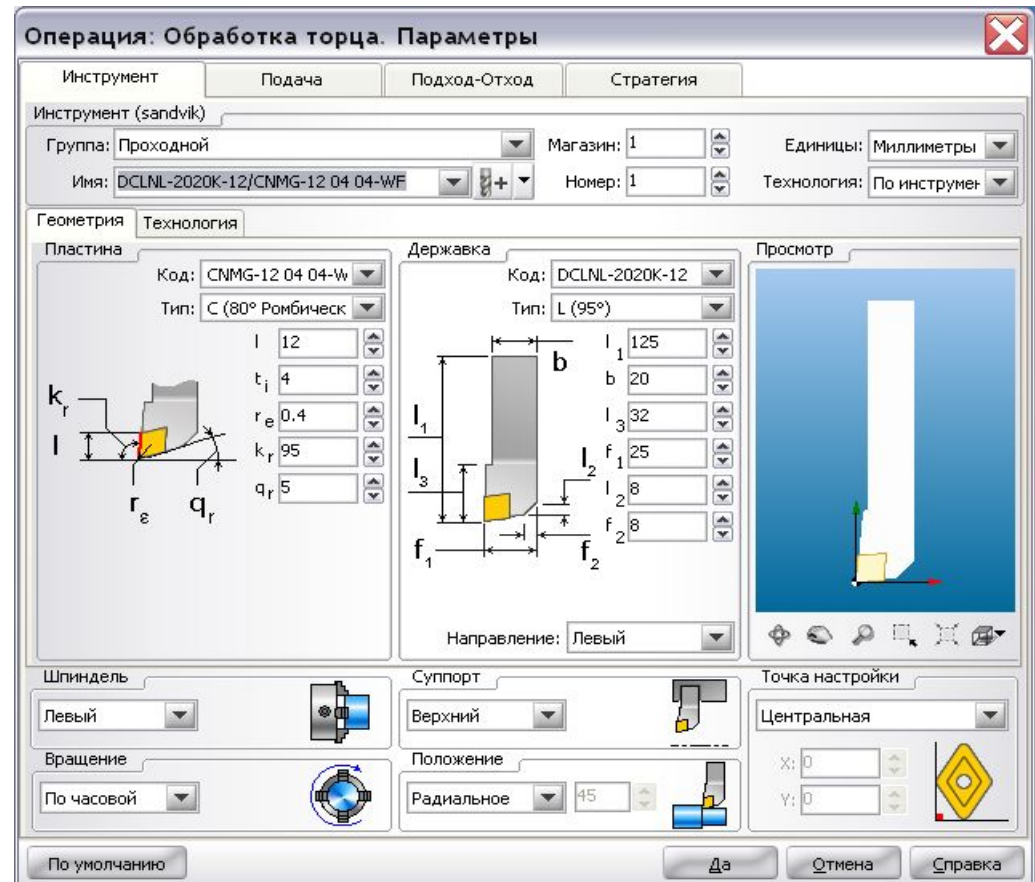
# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

#### Выбор режущего инструмента

Выбор режущих инструментов для текущей операции осуществляется после выбора узла **Инструмент** на дереве проекта и на закладке **Инструмент** в окне параметров операции, которое открывается при нажатии кнопки **Параметры**.



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

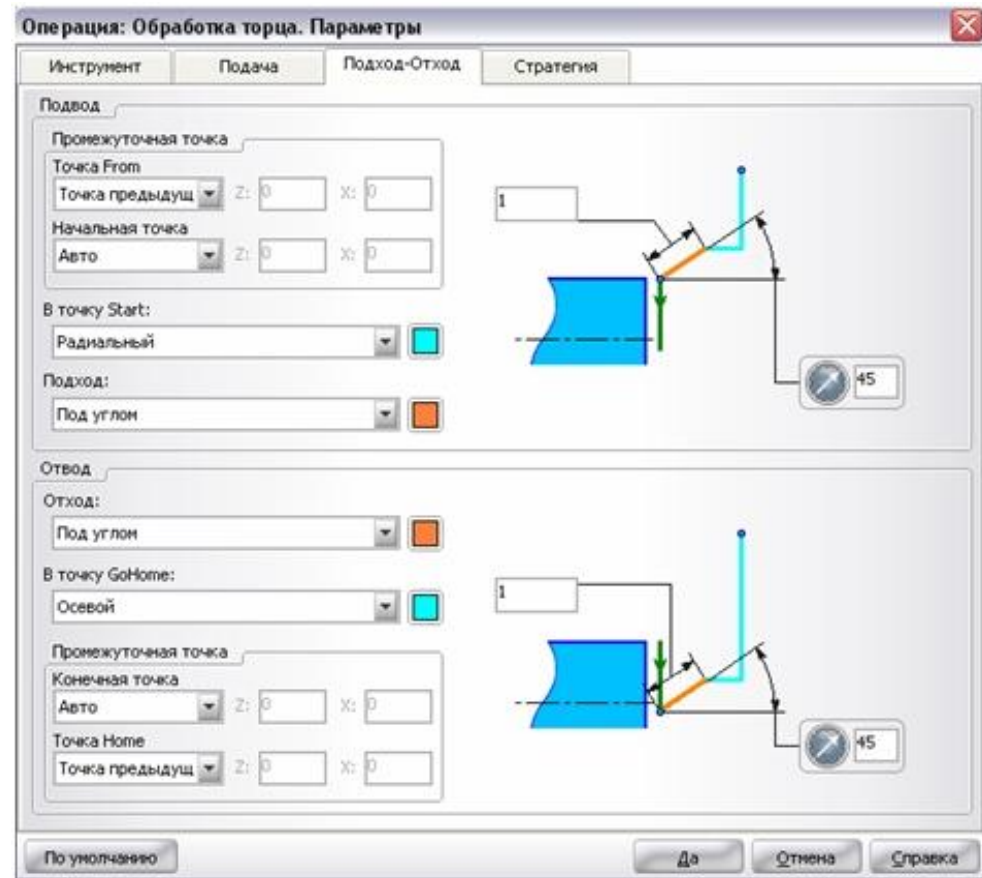
## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

#### Задание подходов и отходов инструмента

Для обеспечения большей гибкости управления началом и окончанием процесса резания в системе предусмотрены специальные схемы подходов и отходов. Для них могут задаваться подачи, отличные от подач, на которых выполняется рабочий ход.

Для задания способа подходов и отходов в операции перейти на закладку **Подход-Отход**.



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

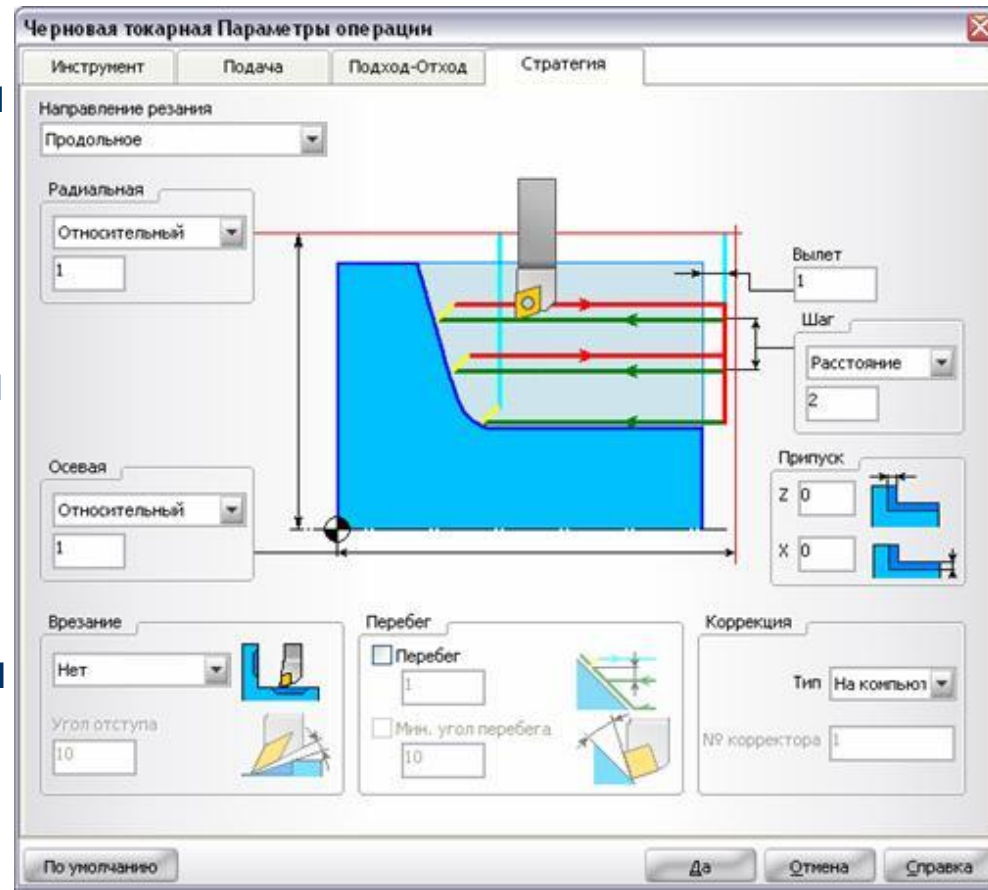
## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

#### Задание стратегии удаления общего припуска

Задание основных стратегий удаления общего припуска при выполнении операций производится на закладке **Стратегия**.

Окно закладки представляет собой набор панелей с полями ввода, снабжёнными текстовым описанием и поясняющими рисунками. Состав и содержание полей ввода данных в окне **Стратегия** является переменным и зависит от типа настраиваемой операции.





# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Препроцессорный этап

### Задание технологической информации

Например, в окне стратегии выполнения черновой токарной операции возможно задание следующих параметров:

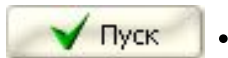
- Направление резания (подачи);
- Положение радиальной и осевой плоскостей безопасности;
- Вылет (величину врезания) инструмента при выполнении рабочих ходов;
- Припуски под последующую обработку отдельно по осям X и Z;
- Шаг обработки (глубину резания) или количество рабочих ходов для разделения общего припуска;
- Способ врезания при точении проходным резцом канавок и занижений и угол отступа для исключения затирания задней поверхностью режущей пластины и обработанной поверхности заготовки;
- Перебег и угол перебега инструмента по поверхности детали для повышения качества обработанной поверхности и обеспечения оптимальных условий резания;
- Тип коррекции и номер корректора для инструмента

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Процессорный этап


На этапе процессорной стадии проектирования управляющей программы для УЧПУ выполняется автоматизированный расчет траектории инструмента и формирование управляющей программы на языке CLDATA.

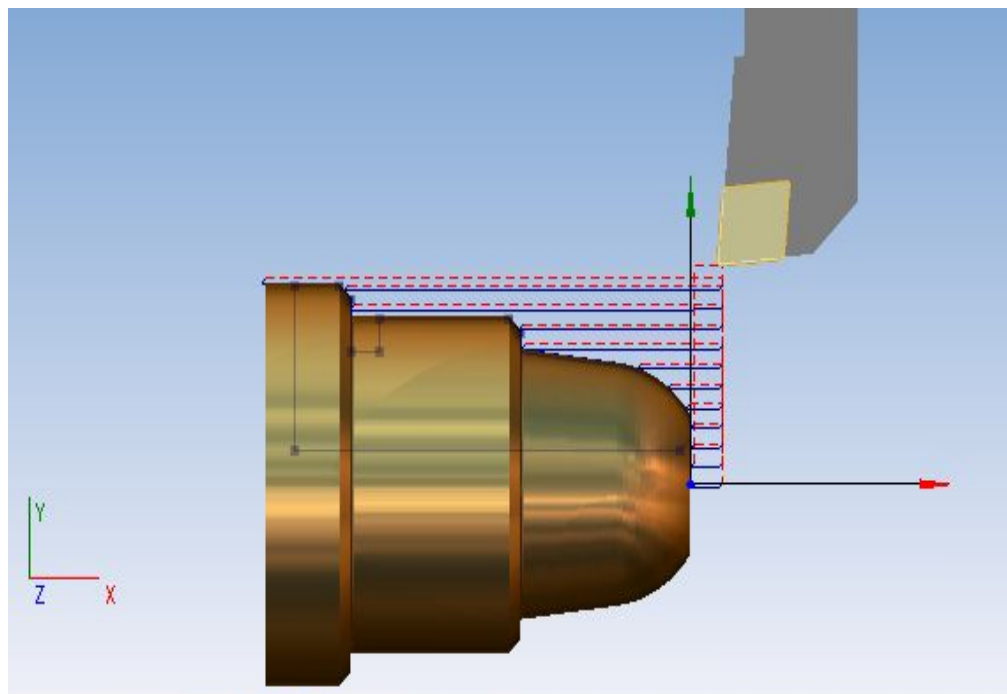
Для автоматического расчета траектории инструмента необходимо на дереве проекта выбрать переход (операцию), для которой будет рассчитываться траектория, и нажать кнопку



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Процессорный этап

В результате выполнения команды  в окне геометрических построений появится изображение траектории инструмента, на которой красными пунктирными линиями будут показаны холостые ходы инструмента, а синими рабочие ходы инструмента.



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Процессорный этап

Для окончательной оценки результата построения траектории перемещения режущих инструментов может быть использован режим моделирования операций.

Режим **Моделирование** позволяет:

- визуально контролировать процесс формообразования детали;
- наглядно оценить качество обработки и выявить возможные недостатки;
- сравнить обработанную деталь с исходной моделью;
- выявлять и помечать проблемные фрагменты траектории по различным критериям;
- редактировать автоматически рассчитанную траекторию для приведения ее в соответствие с требованиями пользователя;
- оптимизировать подачи.

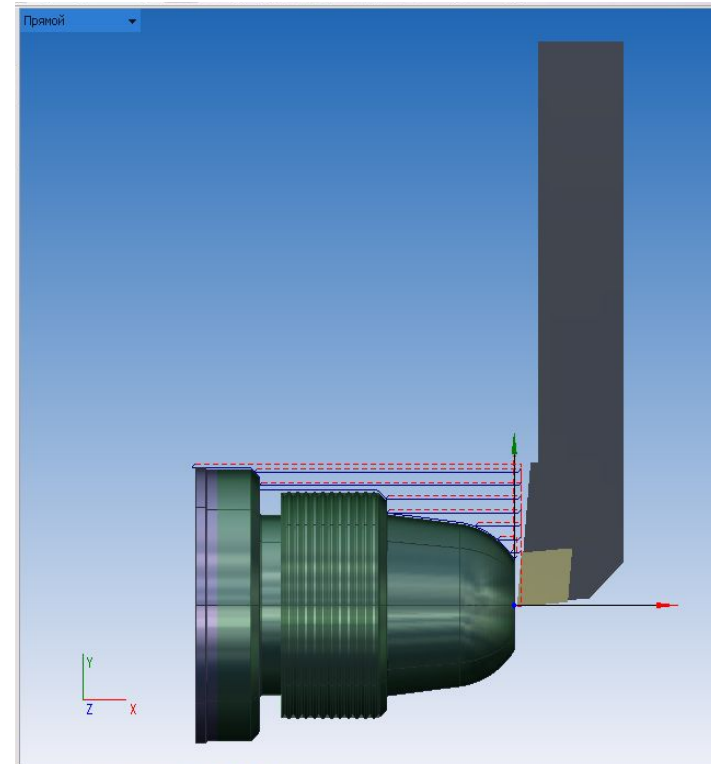
# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Процессорный этап

Переход в режим моделирования осуществляется нажатием на закладку **Моделирование** 

Режим Моделирование позволяет:









- визуально контролировать процесс формообразования детали;
- наглядно оценить качество обработки и выявить возможные недостатки;
- сравнить обработанную деталь с исходной моделью;
- выявлять и помечать проблемные фрагменты траектории по различным критериям;
- редактировать автоматически рассчитанную траекторию для приведения ее в соответствие с требованиями пользователя;
- оптимизировать подачи.



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Процессорный этап

Процесс моделирования может быть запущен одной из следующих кнопок:






-  - моделирование в обратном направлении. Процесс останавливается при достижении начала техпроцесса;
-  - моделирование в обратном направлении на один шаг назад;
-  - останавливает процесс моделирования;
-  - моделирование выбранной операции;
-  - пошаговое моделирование от выбранной операции до конца техпроцесса;
-  - быстрое моделирование выбранной операции;
-  - быстрое моделирование до текущей операции;
-  - быстрое моделирование всего техпроцесса.

Скорость движения инструмента задается с помощью переключателя .

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Процессорный этап

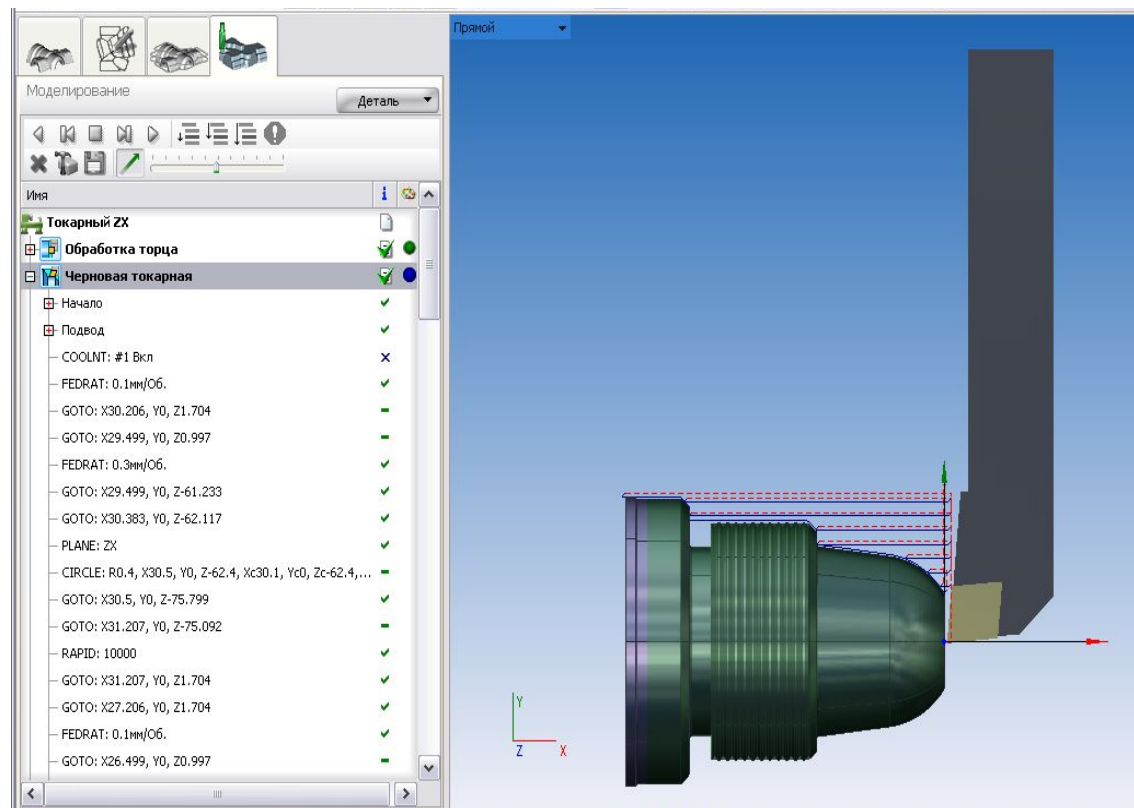
В процессе моделирования на дереве проекта необходимо отслеживать возможные ошибки. Каждый узел дерева траектории имеет свой статус, который позволяет выявлять ошибки, допущенные на этапе задания параметров операций. Статус узла отображается иконкой:

-  - операция выключена. Она не будет моделироваться, и не будет выводиться в управляющую программу;
-  - операция не рассчитана (не имеет траектории);
-  - операция рассчитана (имеет траекторию);
-  - операция рассчитана и моделирование выполнено без ошибок;
-  - в процессе моделирования операции были обнаружены ошибки (внутри операции имеются команды CLDATA помеченные красным восклицательным знаком);

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Процессорный этап

**Моделирование процесса обработки завершается созданием последовательности технологических команд на языке CLDATA**  
**Просмотр технологических команд на языке CLDATA возможен после открытия требуемого узла операции на дереве траекторий**

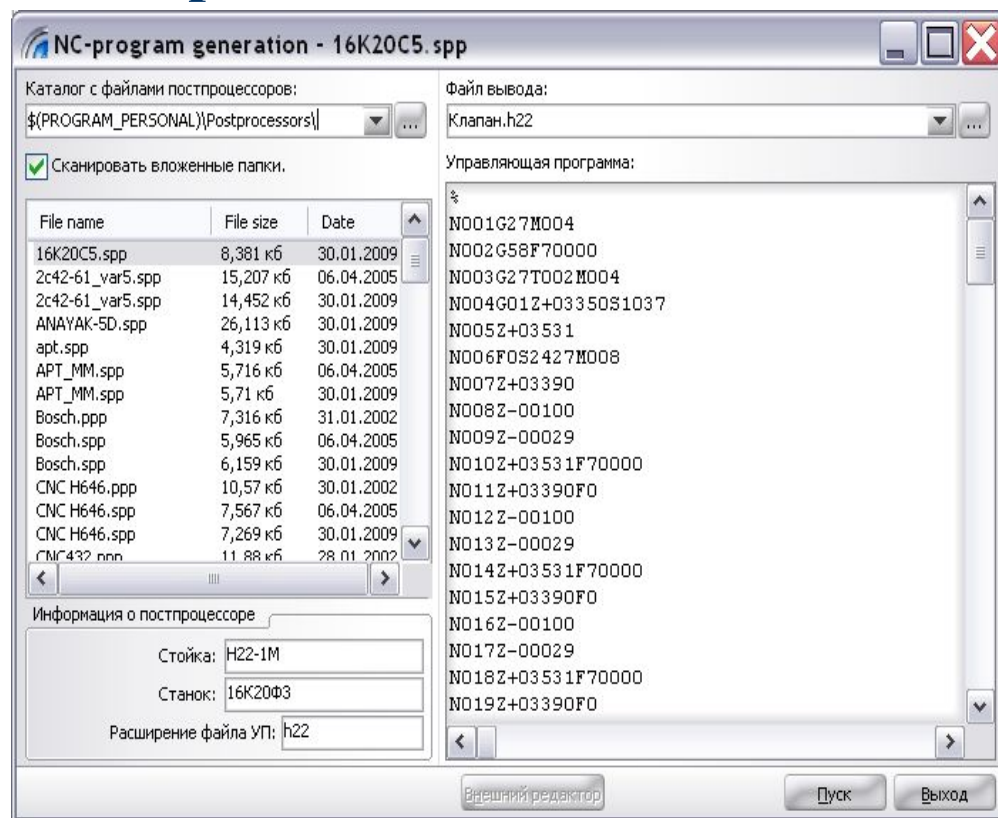




# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

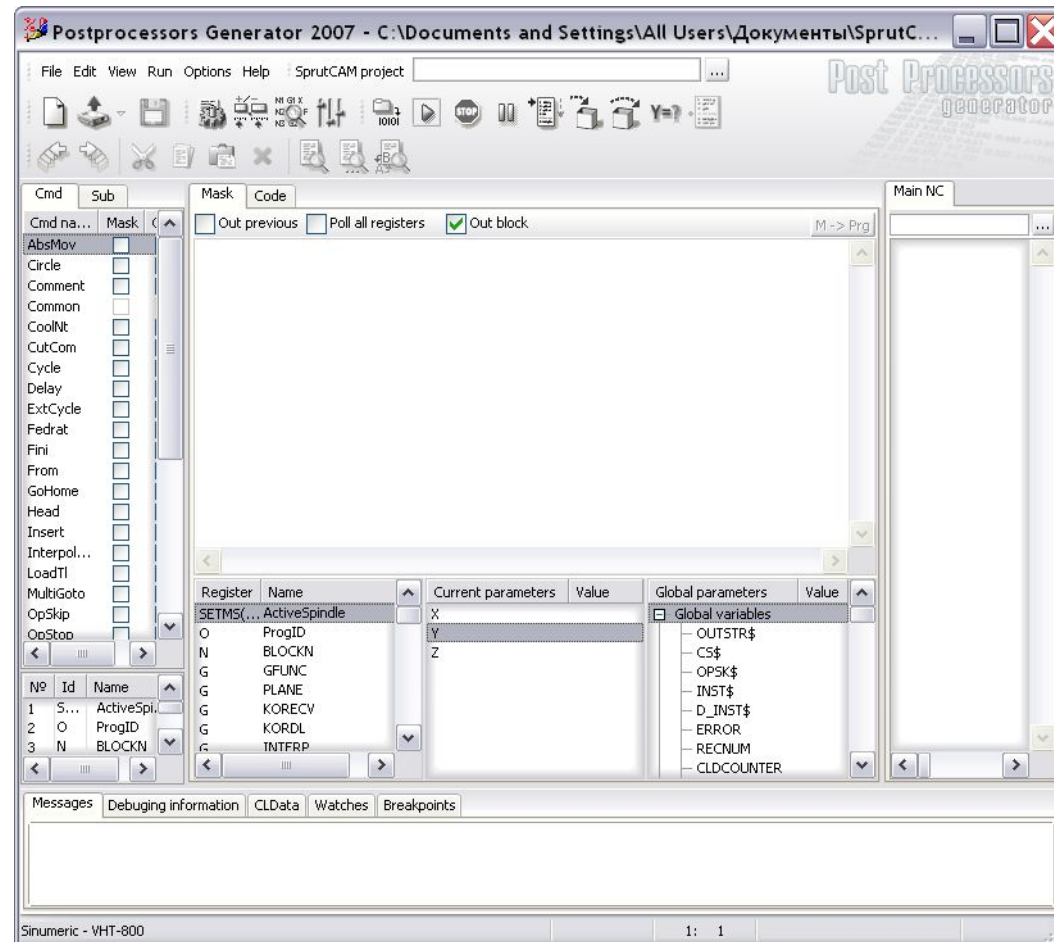
## 3 Постпроцессорный этап

На постпроцессорной стадии создания управляющей программы с помощью постпроцессора производится преобразование последовательности технологических команд на языке CLDATA в формат кадра выбранной системы УЧПУ. Для перехода в режим генерации программы необходимо открыть закладку **Технология** в главном окне системы и нажать кнопку **Постпроцессор**



# Генератор постпроцессоров SprutCAM

В режиме Постпроцессора генерируется результирующая управляющая программа, в которую включаются все рассчитанные и включенные операции технологического процесса на данный момент. В системе представлен широкий набор готовых постпроцессоров, как для отечественного, так и для самого современного импортного оборудования, а благодаря мощному **Инвариантному постпроцессору** можно быстро и легко созда-вать новые и корректировать имеющиеся постпроцессоры.



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

**SprutCAM®** позволяет автоматически формировать расчетно – технологическую карту (РТК). Это документ, который содержит вспомогательную информацию для технолога, нормировщика, наладчика или оператора станка с ЧПУ. РТК может редактироваться в текстовом редакторе и выводиться на печать.

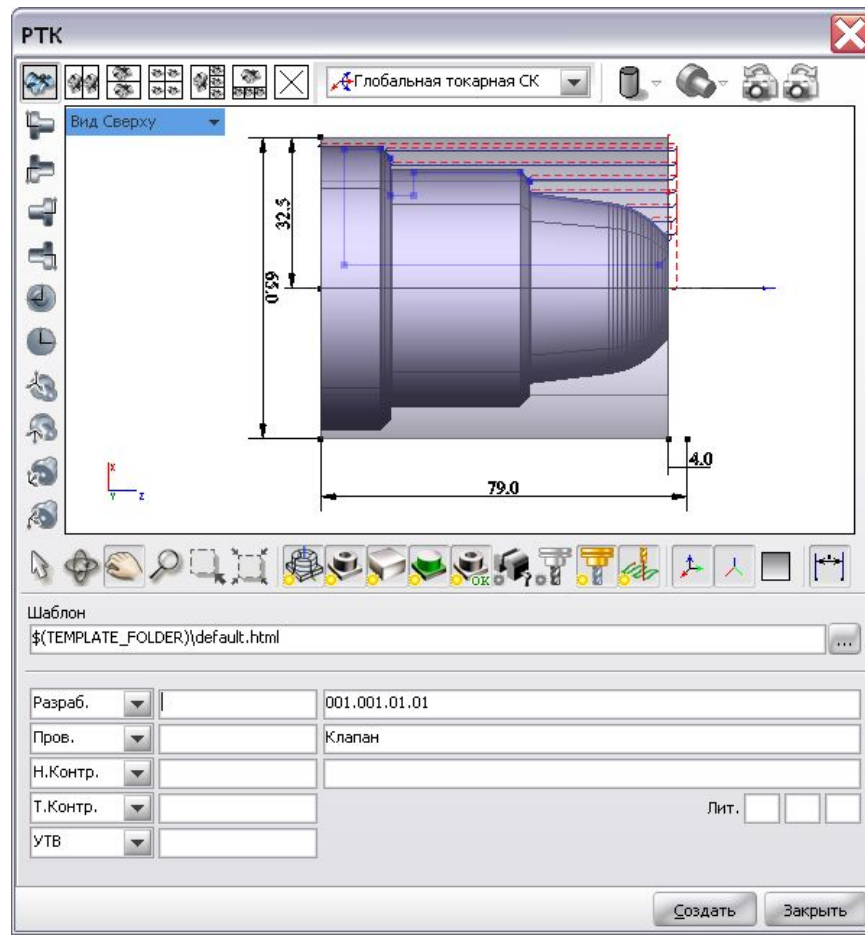
**РТК может содержать следующую информацию:**

- 1. Эскизы, детали и траектории с габаритными размерами детали и привязкой к нулю.**
- 2. Таблица операций (переходов) с нормами времени для определения трудоемкости обработки. Таблица содержит только включенные и выполненные операции техпроцесса;**
- 3. Таблица используемого режущего инструмента;**
- 4. Таблица координат для контроля положения отверстий при их предварительном засверливании.**

Для открытия окна создания РТК следует нажать кнопку  в окне **ТЕХНОЛОГИЯ**.

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

Панели инструментов, размещенные в окне генерации РТК, позволяют создать операционные эскизы, поясняющие особенности настройки станка и получаемые в результате выполнения программы операционные размеры. Выбор в поле Шаблон шаблона оформления РТК позволяет формировать на основе шаблонов текстовые документы, содержащие информацию различного назначения.






# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

Токарный ZX				Сгенерировано в SprutCAM® версия 2007			
				Проект:			
				Форма			
				Модель оборуд.			
				Приспособление			
Разработал	Ф.И.О.	Подпись	Дата	КАРТА НАЛАДКИ		№ оп.	Цех
Проверил				Шифр чертежа	001.001.01.01	№пр.	Участок
Получил				Наименование	Клапан		
№	Тип операции	Обозначен. инстру.	Наименование инструмента	№ инстру.	Н. точка	Время обраб.	Комментарий
КН					Всего:		

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

Токарный ZX				Сгенерировано в SprutCAM® версия 2007			
				Проект:			
						Форма	
Ф.И.О.		Подпись	Дата	КАРТА НАЛАДКИ			Модель <u>оборуд.</u>
Разработал							Приспособление
Проверил				Шифр чертежа	001.001.01.01		№оп.
Получил				Наименование	Клапан		Цех
				№гр.			Участок
<b>Список операций</b>							
N	Комментарий операции		Тип операции	№ <u>инстр.</u>	Время <u>чч.мм</u>	Имя программы	Комментарий
1	Обработка торца		<u>LatheFacingOp</u>	2	00:00:49	Клапан h22	From: x(33.5) y(0) z(5); <u>GoHome</u> : x(0) y(0) z(0); Вылет: X(14.6) Y(124.6) Z(-10);
2	Черновая токарная		<u>LatheRoughOp</u>	2	00:00:58	Клапан h22	From: x(-0.293) y(0) z(0.707); <u>GoHome</u> : x(33.1) y(0) z(0.6); Вылет: X(15) Y(125) Z(-10);
3	Чистовая токарная		<u>LatheFinishOp</u>	1	00:00:29	Клапан h22	From: x(30.82) y(0) z(0.82); <u>GoHome</u> : x(30.82) y(0) z(0.82); Вылет: X(15) Y(125) Z(-10);
4	Обработка канавок		<u>LatheGroovOp</u>	16	00:00:15	Клапан h22	From: x(31.498) y(0) z(1); <u>GoHome</u> : x(31.4978) y(0) z(1.0001); Вылет: X(9.55) Y(125) Z(-8);
№	Тип операции	Обозначен <u>инстр.</u>	Наименование инструмента	№ <u>инстр.</u>	Н. точка	Время <u>обраб.</u>	Комментарий
					Всего:		
КН							

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

Токарный ZX				Сгенерировано в SprutCAM® версия 2007			
				Проект:			
				Форма			
Ф.И.О.    Подпись    Дата				КАРТА НАЛАДКИ			
Разработал				Модель оборуд.			
Проверил				Приспособление			
Получил				Цех			
Шифр чертежа    001.001.01.01				№оп.			
Наименование    Клапан				№пр.			
				Участок			
Список операций							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время ч/мм	Имя программы	Комментарий	
5	Нарезание резьбы	LatheThreadOp	13	00:00:38	Клапанh22	From: x(31.598) y(0) z(2); Go-Home: x(31.5977) y(0) z(2); Вылет: X(1) Y(100) Z(8);	
Суммарное время:				00:57:03			
Список инструментов							
N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз		
2	DCLNL-2020K-12/CNMG-12 04 04-WF			1			
2	DCLNL-2020K-12/CNMG-12 04 04-WF			2			
1				3			
№	Тип операции	Обозначен. инстру.	Наименование инструмента	№ инстру.	Н. точка	Время обраб.	Комментарий
КН							
					Всего:		

# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

Токарный ZX				Сгенерировано в SprutCAM® версия 2007			
				Проект:			
						Форма	
Ф.И.О.		Подпись	Дата	КАРТА НАЛАДКИ			Модель <u>оборуд.</u>
Разработал							Приспособление
Проверил				Шифр чертежа		001.001.01.01	№оп.
Получил				Наименование		Клапан	Цех
						№пр.	Участок
Список инструментов							
N	Тип	Комментарий			Нач. точка	Операция N	Эскиз
16	Другой					4	
13	R166.4FG-1616-16/R166.0L-16MM01-200					5	
№	Тип операции	Обозначен. инстру.	Наименование инструмента	№ инстру.	Н. точка	Время об. раб.	Комментарий
КН					Всего:		



# Основные этапы создания управляющих программ в среде САМ-систем

## Исходные данные для расчета стойкости инструмента

Операция N	Параметры операций															
	Название	Код инстр.	N инстр. (Об.)	D (мм)	Z	V (м в минуту)		N (об/мин)	S (мм/мин)	S (мм/зуб)		Ширина реза (мм)	Глубина (мм)	Число проходов	Длина рабочих ходов (мм)	Время обработ- ки (мин.)
						Текущая	Каталог			Текущая	Каталог					
1	Проходной	DCLNL-2020K-12/CNMG-12 04 04-WF	2			230		2427.478	0,3	0,3			1		0	11:49:49
2	Проходной	DCLNL-2020K-12/CNMG-12 04 04-WF	2			230		2252.655	0,3	0,3			1		0	00:00:58
3	Проходной		1			600		600	0,05	0,05			1		0	00:03:29
4	Канавочный	Другой	16			600		600	0,05	0,05			1		0	00:02:05
5	Резьбонарезной	R166.4FG-1616-16/R166.0L-16MM01-200	13			400		600					1		0	00:00:38