

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

## ЛЕКЦИЯ 4

### РАБОТА САМ-СИСТЕМ

Кузнецова Лариса Викторовна

к.т.н., доцент, [larisakuz@bk.ru](mailto:larisakuz@bk.ru)

Кафедра «Управление и информатика в  
технических системах»

СТАНКИН

# ПОНЯТИЕ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ (ЧПУ)

Станки с ЧПУ выполняют все те же функции, что и обычные станки с ручным управлением, однако перемещения исполнительных органов этих станков управляются электроникой.

## Преимущества:

- ▶ более высокий уровень автоматизации производства. В результате один работник может обслуживать одновременно несколько станков.
- ▶ производственная гибкость. Это значит, что для обработки разных деталей нужно всего лишь заменить программу.
- ▶ высокая точность и повторяемость обработки - по одной и той же программе можно изготовить с требуемым качеством тысячи практически идентичных деталей
- ▶ числовое программное управление позволяет обрабатывать такие детали, которые невозможно изготовить на обычном оборудовании. Это детали со сложной пространственной формой, например, штампы и пресс-формы



Фрезерный станок с ЧПУ  
фирмы Doosan



Стойка ЧПУ

# ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЧПУ

Программист создает управляющую программу, в которой содержится закодированная информация о траектории и скорости перемещения исполнительных органов станка, частоте вращения шпинделя и другие данные, необходимые для выполнения обработки.

Подсистема управления читает эту программу, расшифровывает ее и вырабатывает профиль перемещения. Профиль перемещения можно представить в виде графика, который показывает, в какой точке должен находиться исполнительный орган станка через определенные промежутки времени.

В соответствии с профилем перемещения подсистема управления посылает на соответствующий двигатель строго определенное количество электрических импульсов. Двигатель вращает ходовой винт, и исполнительный орган станка перемещается в указанную позицию (координату).

Датчики обратной связи отправляют в подсистему управления информацию о действительной достигнутой позиции исполнительного органа. Происходит сравнение фактической и требуемой (теоретической) позиций. Если между ними есть разница (ошибка перемещения), то подсистема управления посылает скорректированное на величину ошибки число электрических импульсов на двигатель.

Этот процесс повторяется снова и снова, пока исполнительный орган станка не достигнет требуемой позиции с определенной (очень высокой) точностью.

# ПОНЯТИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (УП) ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

- ▶ **Управляющая программа является упорядоченным набором команд, при помощи которых определяются перемещения исполнительных органов станка и различные вспомогательные функции.**
- ▶ **Любая программа обработки состоит из некоторого количества строк, которые называются кадрами УП.**
- ▶ **Кадр управляющей программы – составная часть УП, вводимая и отрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды.**
- ▶ **Система ЧПУ считывает и выполняет программу кадр за кадром. Очень часто программист назначает каждому кадру свой номер, который расположен в начале кадра и обозначен буквой N**

# СТРУКТУРА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

## G- и M-коды

- ▶ Программирование обработки на современных станках с ЧПУ осуществляется на языке ISO (ISO) 7 бит, иначе на языке G- и M-кодов.
- ▶ Коды с адресом G, называемые подготовительными, определяют настройку СЧПУ на определенный вид работы.
- ▶ Коды с адресом M называются вспомогательными и предназначены для управления режимами работы станка.

Например, если программист хочет, чтобы инструмент перемещался по прямой линии, он использует G01. А если необходимо произвести смену инструмента, то в программе обработки он указывает M06.

Для управления многочисленными функциями станка с ЧПУ применяется довольно большое число различных кодов. Набор основных G- и M-кодов позволяет легко создать управляющую программу

# G-коды по группам

Функциональная группа	Коды
Перемещения	G00, G01, G02, G03
Тип координатной системы	G90, G91
Единицы ввода данных G20, G21	
Постоянные циклы	G80, G81, G82, G83, G84, G85...
Рабочая система координат	G54, G55, G56, G57, G58...
Компенсация длины инструмента	G43, G44, G49
Коррекция на радиус инструмента	G40, G41, G42
Возврат в постоянных циклах	G98, G99
Активная плоскость обработки	G17, G18, G19

# Базовые M-коды

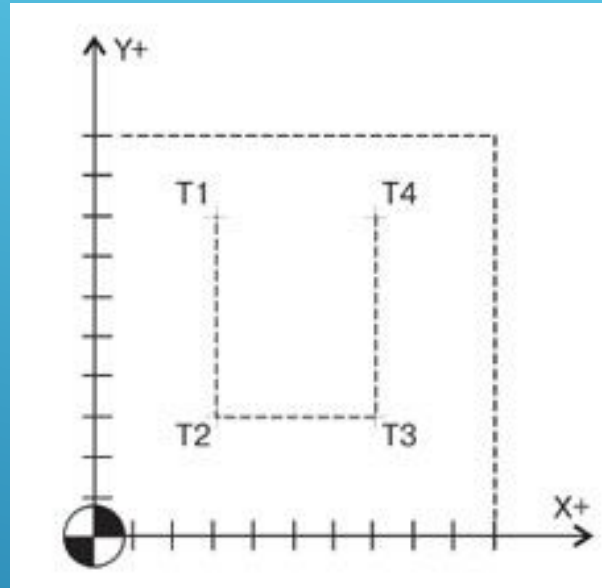
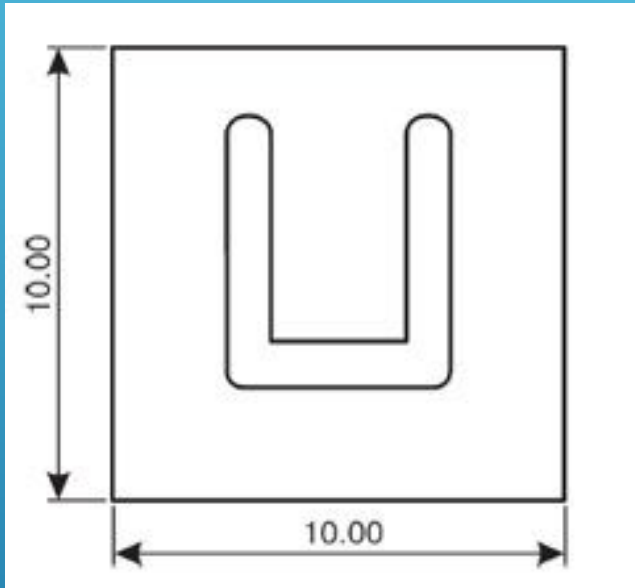
M код	Действие
M00	Запрограммированный останов
M01	Останов по выбору
M02	Конец программы
M03	Прямое вращение шпинделя
M04	Обратное вращение шпинделя
M05	Останов шпинделя
M06	Автоматическая смена инструмента
M08	Включение подачи охлаждающей жидкости
M09	Выключение подачи охлаждающей жидкости
M30	Конец программы, перевод курсора в начало программы

# НАПИСАНИЕ ПРОСТОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

- ▶ Детали, обрабатываемые на станке с ЧПУ, можно рассматривать как геометрические объекты.
- ▶ Во время обработки вращающийся инструмент и заготовка перемещаются относительно друг друга по некоторой траектории.
- ▶ УП описывает движение определенной точки инструмента – его центра.
- ▶ Траекторию инструмента представляют состоящей из отдельных, переходящих друг в друга участков. Этими участками могут быть прямые линии, дуги окружностей, кривые второго или высших порядков.
- ▶ Точки пересечения этих участков называются опорными, или узловыми, точками.
- ▶ В УП содержатся координаты именно опорных точек.



# СОЗДАТЬ ПРОГРАММУ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПАЗА. ГЛУБИНА ПАЗА РАВНА 1 ММ



Точка	Координата по оси X	Координата по оси Y
T1	3	8
T2	3	3
T3	7	3
T4	7	8

Перемещение режущего инструмента к первой опорной точке:

```
N50 G00 X3 Y8
```

Следующие два кадра заставляют инструмент опуститься на требуемую глубину в материал заготовки.

```
N60 G00 Z0.5
```

```
N70 G01 Z-1 F25
```

Как только инструмент окажется на нужной глубине (1 мм), можно перемещать его через все опорные точки для обработки паза:

```
N80 G01 X3 Y3
```

```
N90 G01 X7 Y3
```

```
N100 G01 X7 Y8
```

Теперь следует вывести инструмент из материала заготовки – поднять на небольшую высоту:

```
N110 G01 Z5
```

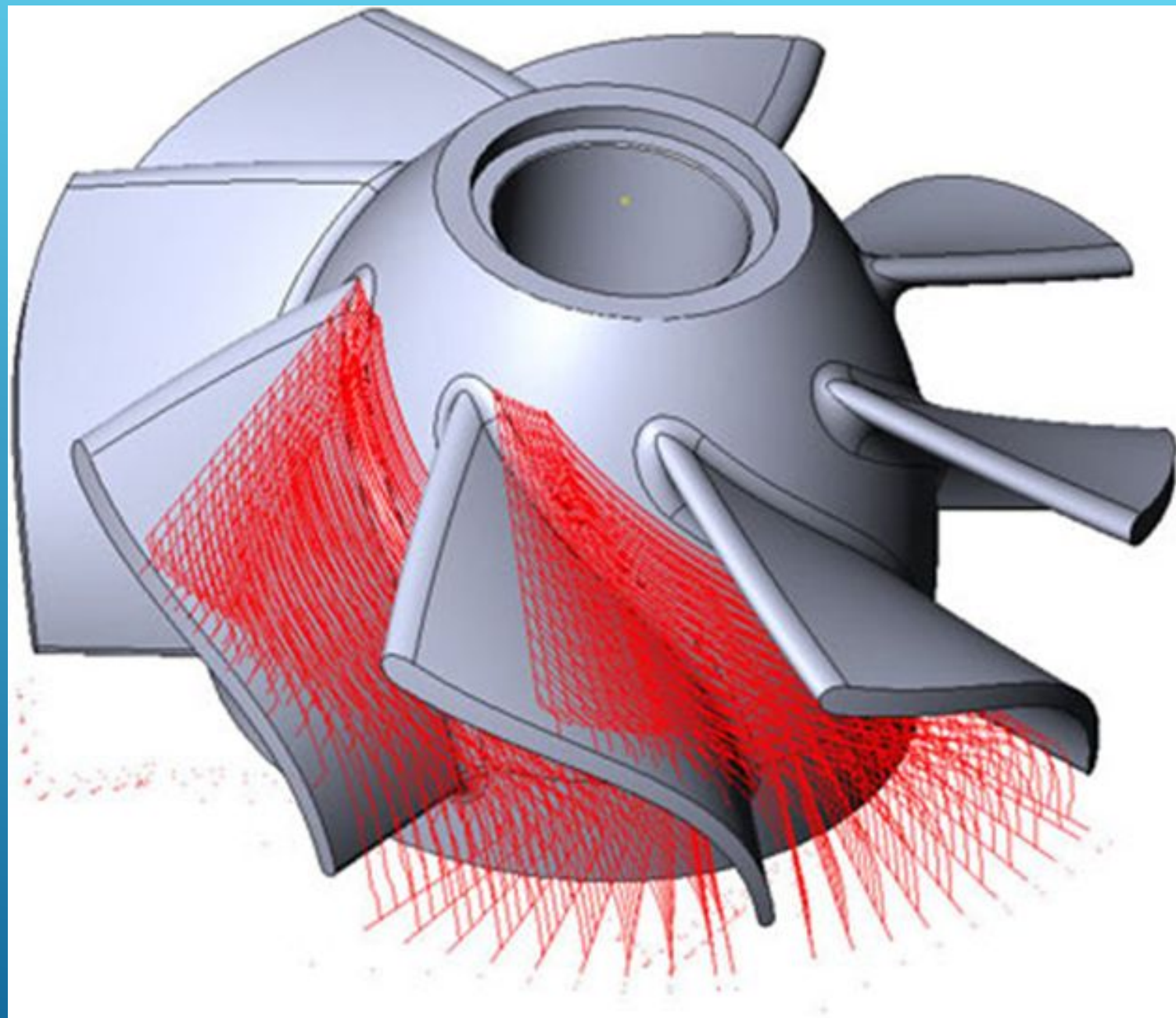
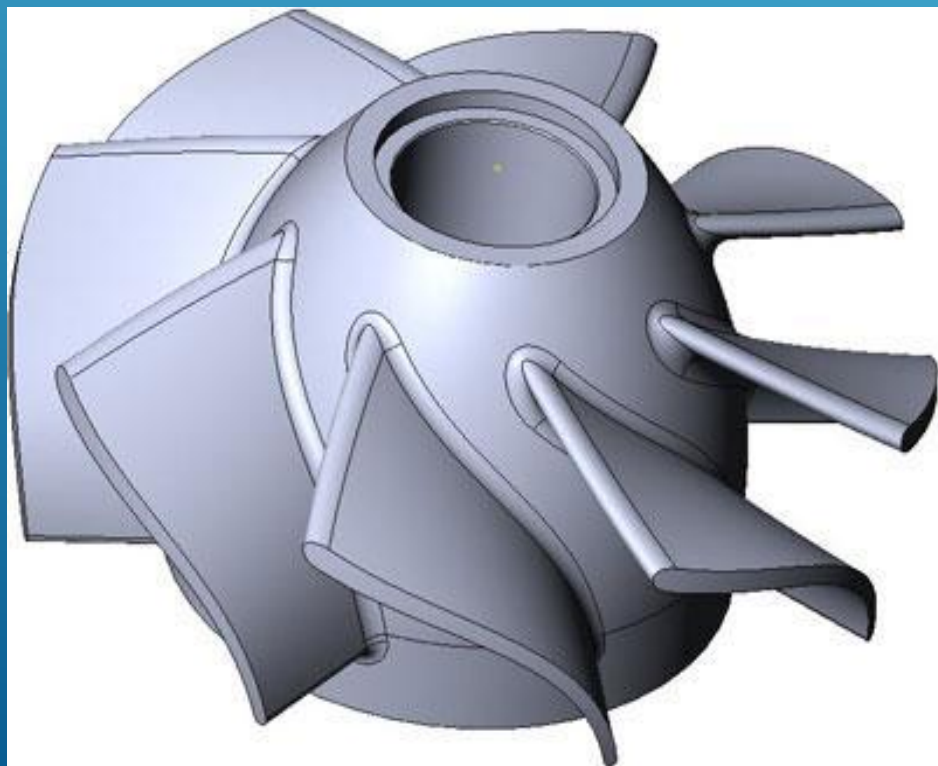
# ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ПРОГРАММЫ

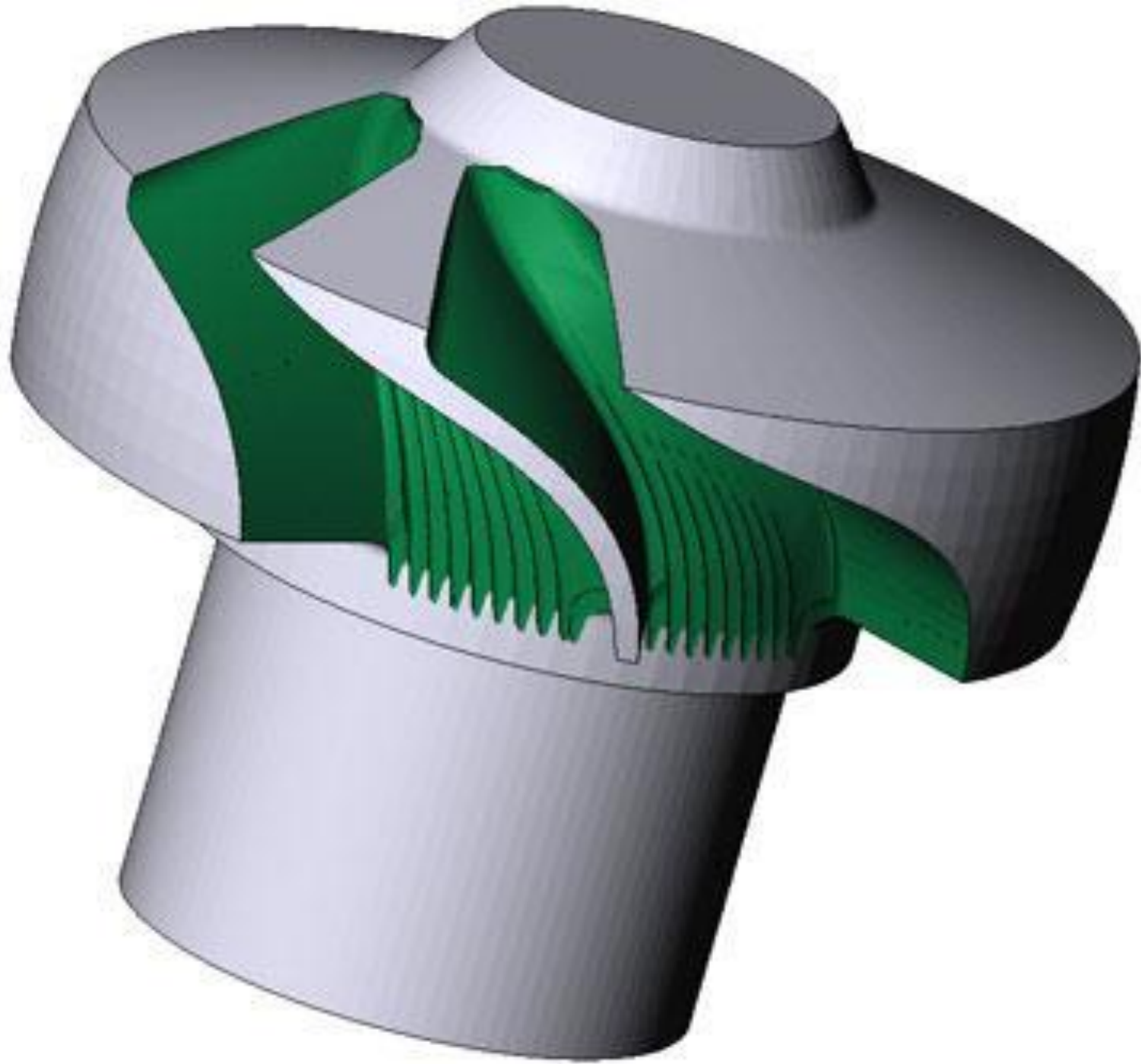
Кадры УП	Описание кадра
%	Символ начала программы
O0001 (PAZ)	Номер программы (0001) и ее название (PAZ)
N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90	Строка безопасности
N20 M06 T01 (FREZA D1)	Вызов инструмента № 1
N30 G43 H01	Компенсация длины инструмента № 1
N40 M03 S1000	Включение оборотов шпинделя (1000 об/мин)
N50 G00 X3 Y8	Ускоренное перемещение в опорную точку T1
N60 G00 Z0.5	Ускоренное перемещение инструмента В Z0.5
N70 G01 Z-I F25	Перемещение на глубину 1 мм на подаче 25 мм/мин
N80 G01 X3 Y3	Перемещение инструмента в точку T2 (25 мм/мин)
N90 G01 X7 Y3	Перемещение инструмента в точку T3 (25 мм/мин)
N100 G01 X7 Y8	Перемещение инструмента в точку T4 (25 мм/мин)
N110 G01 Z5	Подъем инструмента вверх в Z5 (25 мм/мин)
N120 M05	Выключение оборотов шпинделя
N130 M30	Завершение программы
%	Символ конца программы

# ОБЩАЯ СХЕМА РАБОТЫ С САД/САМ-СИСТЕМОЙ

- ▶ Этап 1. В САД-системе создается электронный чертеж или 3D-модель детали.
- ▶ Этап 2. Электронный чертеж или 3D-модель детали импортируется в САМ-систему. Технолог-программист определяет поверхности и геометрические элементы, которые необходимо обработать, выбирает стратегию обработки, режущий инструмент и назначает режимы резания. Система производит расчеты траекторий перемещения инструмента.
- ▶ Этап 3. В САМ-системе производится верификация (визуальная проверка) созданных траекторий. Если на этом этапе обнаруживаются какие-либо ошибки, то программист может легко их исправить, вернувшись к предыдущему этапу.

# РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА В САМ- МОДУЛЕ



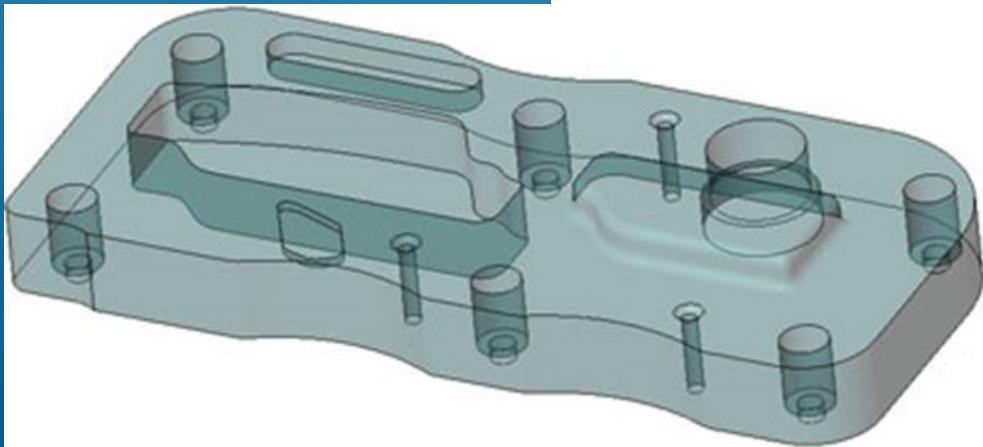
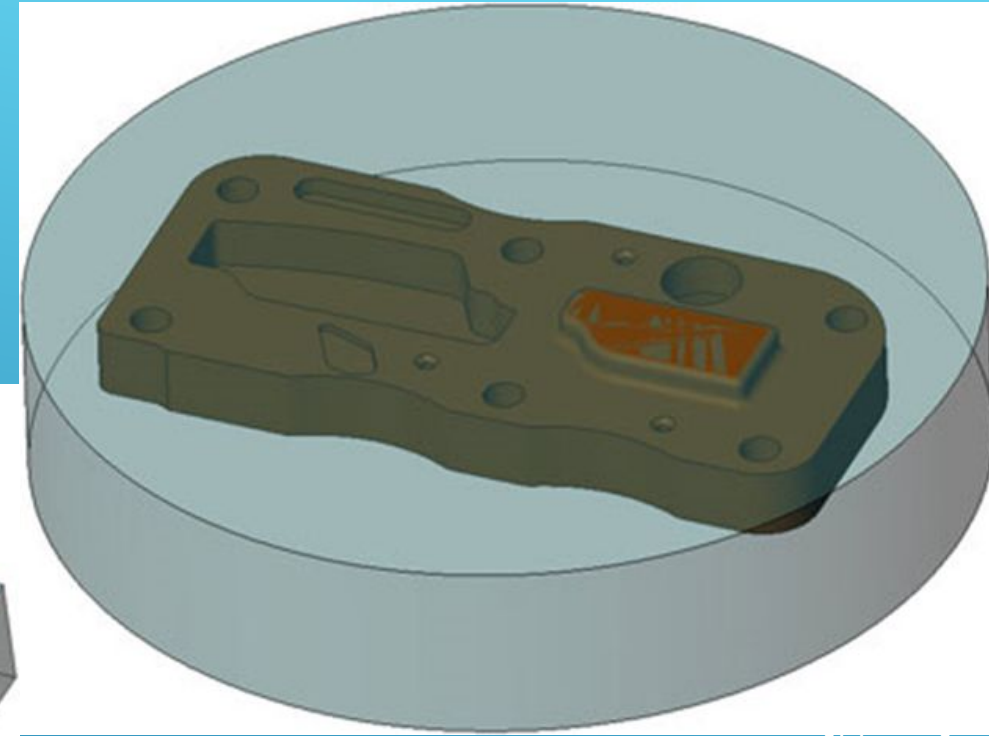
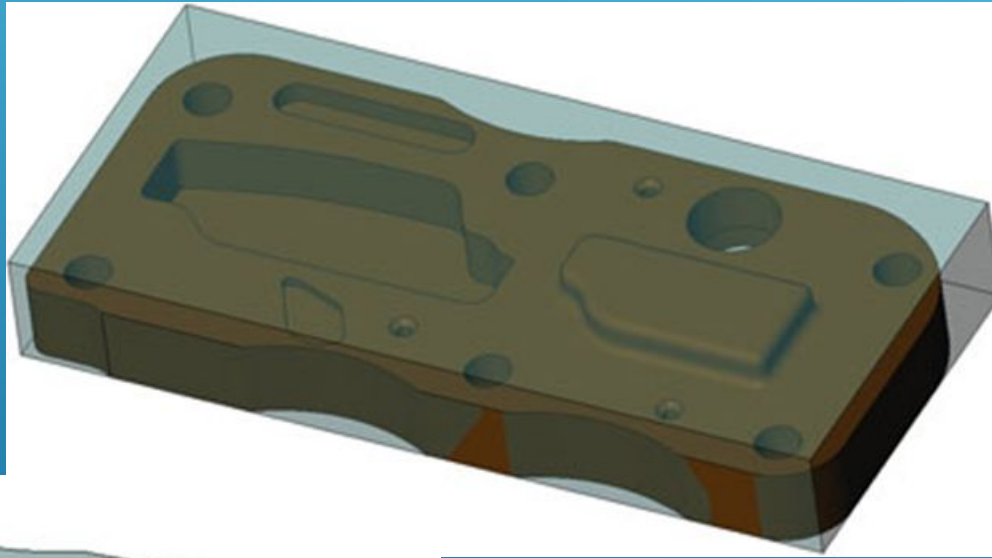


**РЕЗУЛЬТАТ  
ВЕРИФИКАЦИИ  
(ПРОВЕРКИ)  
ТРАЕКТОРИИ**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ

Заготовка может быть определена несколькими способами:

- в виде цилиндра;
- в виде параллелепипеда;
- произвольной формы.



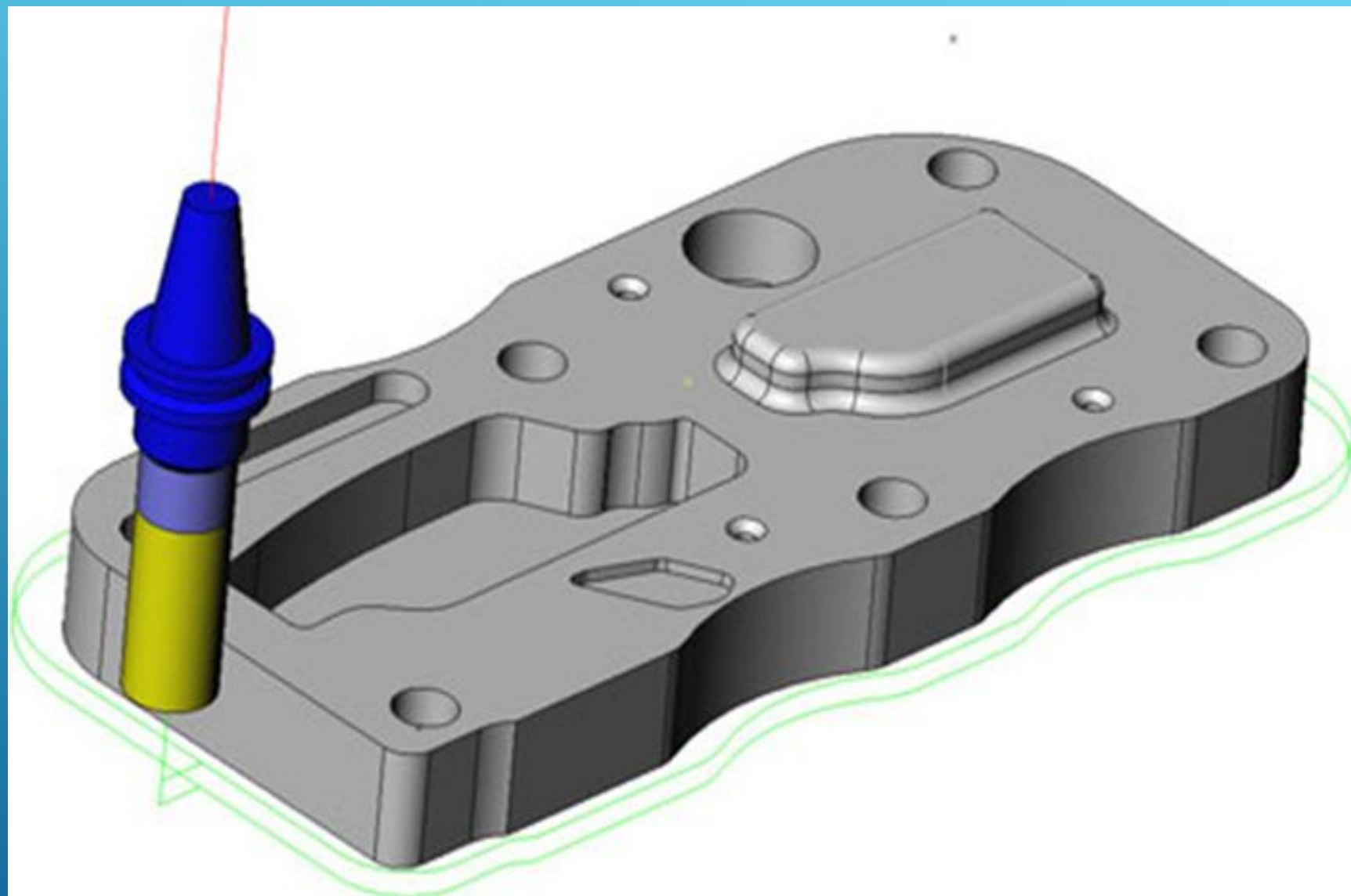
## ВЫБОР СТРАТЕГИИ И ИНСТРУМЕНТА, НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ

На втором этапе работы с САМ-системой технолог-программист выбирает стратегию и параметры обработки, назначает инструмент и режимы резания.

- ▶ Современная система имеет солидный набор стратегий и позволяет выполнить обработку одной и той же детали разными способами.
- ▶ Условно все стратегии можно разделить на черновые и чистовые, стратегии плоской и объемной обработки.

# ПЛОСКАЯ ОБРАБОТКА

Стратегии плоской обработки применяются при работе с 2D-геометрией. В этом случае не требуется большого разнообразия – вся обработка сводится к фрезерованию контура или плоскости, выборке кармана и обработке отверстий

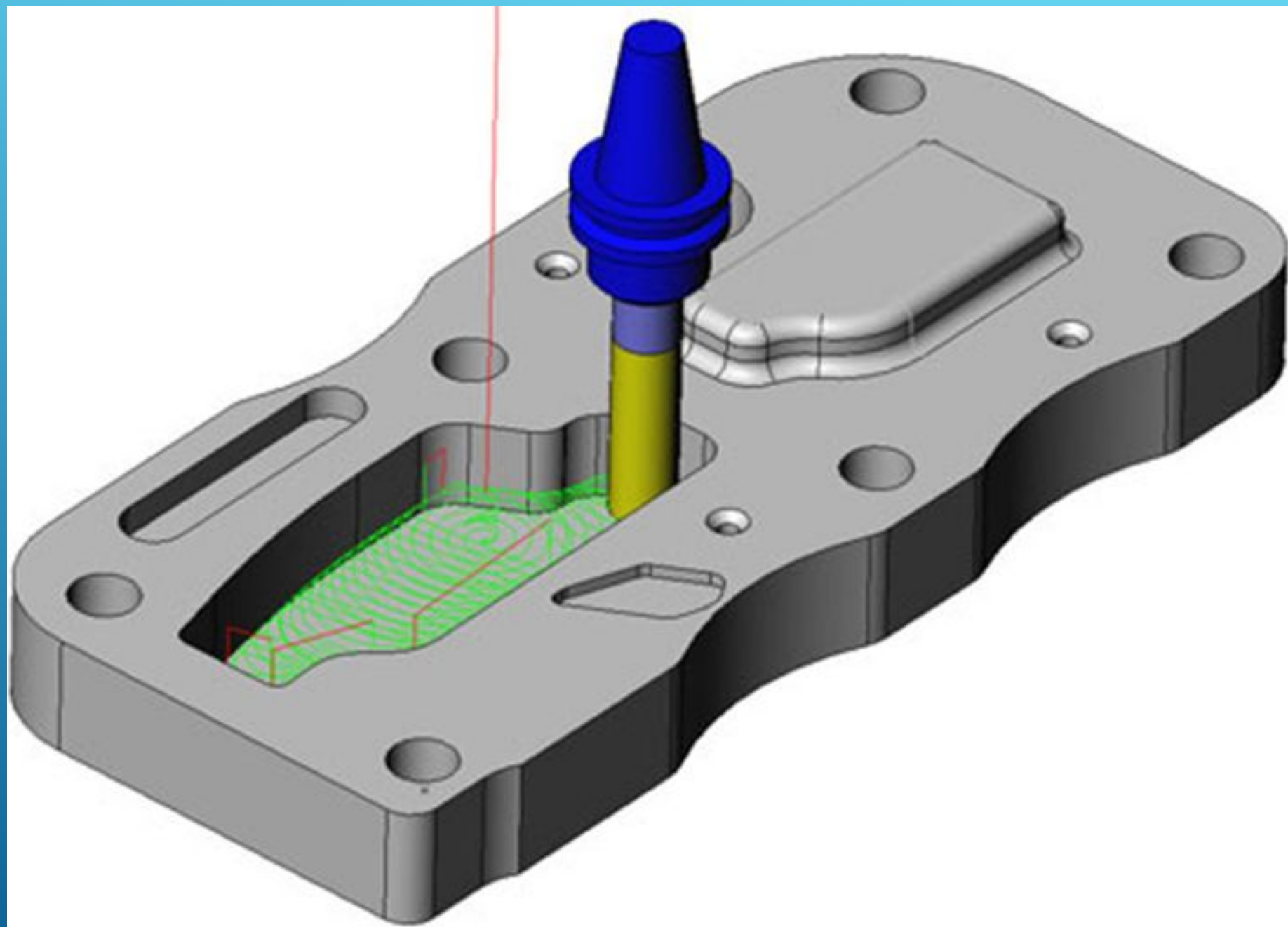


Контурная стратегия (Contour). Для чернового фрезерования указываются количество проходов и шаг между ними (перекрытие)



# ПЛОСКАЯ ОБРАБОТКА

Обработка кармана (Pocket). Эта стратегия предназначена для выборки замкнутых областей. Основными параметрами являются шаг между проходами фрезы и тип траектории (параллельная, спиральная, зигзаг и др.)



# ПЛОСКАЯ ОБРАБОТКА

*Обработка торца (Face). Основными параметрами для этой стратегии являются шаг между проходами фрезы и угол обработки*

