



# НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"



«Системи програмного та слідкуючого  
керування рухом»

# Визначення числового програмного керування

*Числове програмне керування* - це автоматичне керування верстатом за допомогою комп'ютера (який знаходиться всередині верстата) і програми обробки (керуючої програми). До винаходу ЧПК керування верстатом здійснювалося вручну або механічно.

Осьовими переміщеннями верстата з ЧПК керує комп'ютер.

1. Комп'ютер зчитує керуючу програму (КП) і видає команди відповідним двигунам.
2. Двигуни переміщують виконавчі органи верстата - робочий стіл або колону зі шпинделем. В результаті виконується механічна обробка деталі.
3. Датчики, встановлені на напрямних, посилають інформацію про фактичну позицію виконавчого органу назад в комп'ютер.
4. При досягненні виконавчим органом верстата необхідної позиції, виконується наступне переміщення.

За своєю конструкцією і зовнішнім виглядом верстати з ЧПК схожі на звичайні універсальні верстати.



Універсальний  
свердлильно-фрезерний  
верстат



Фрезерний верстат з ЧПК фірми  
HYUNDAI WIA

Єдина зовнішня відмінність цих двох типів верстатів полягає в наявності у верстата з ЧПК пристрою числового програмного керування (ПЧПК), який часто називають стійкою ЧПК.

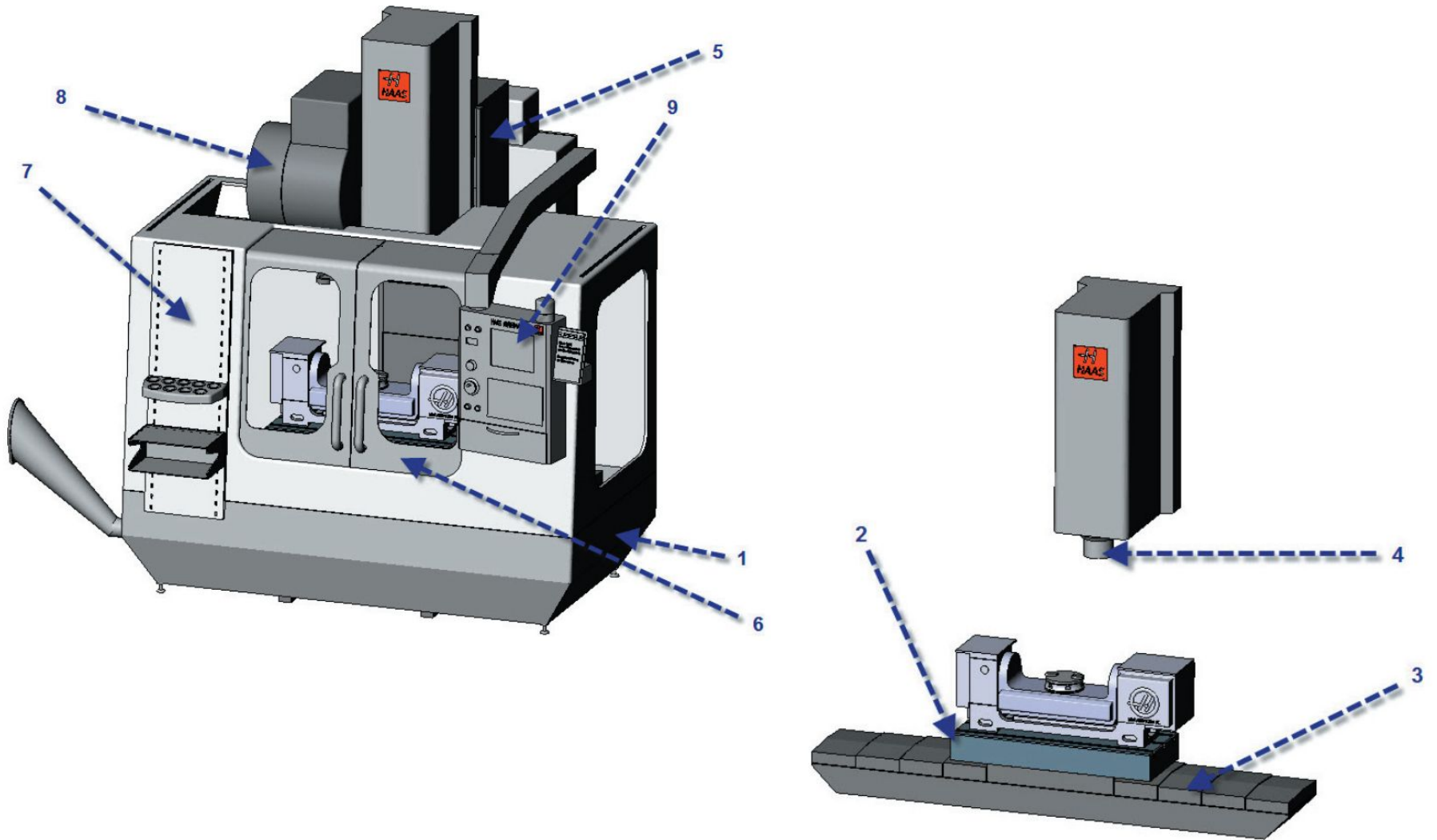


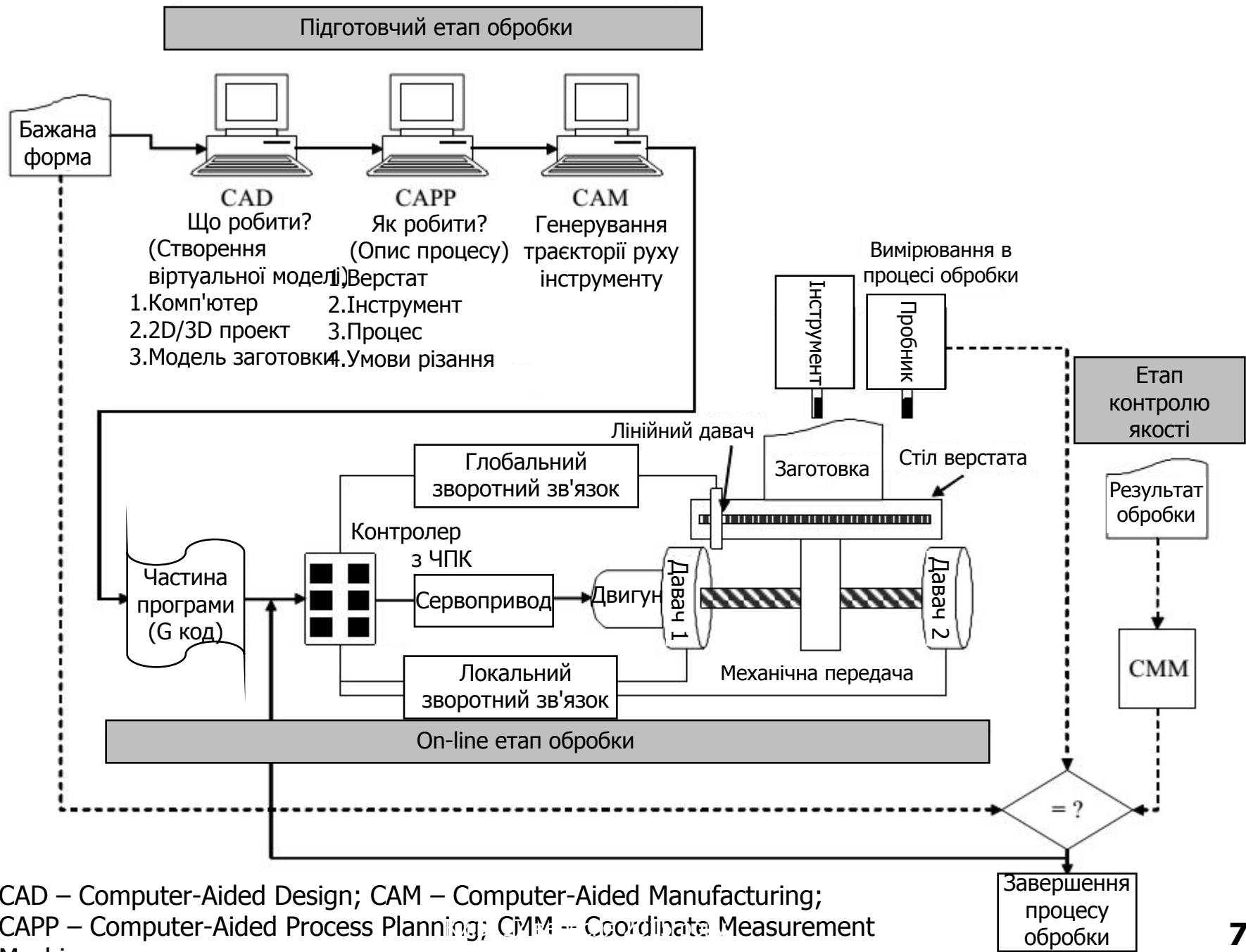
Стійка ЧПК Heidenhain TNC

# Переваги та недоліки верстатів з ЧПК

- + Високий рівень автоматизації виробництва. В результаті один працівник може обслуговувати одночасно кілька верстатів;
- + Виробнича гнучкість. Для обробки різних деталей потрібно всього лише замінити програму.
- + Висока точність і повторюваність обробки.
- + Виробництво деталей складної просторової форми.
- + Прогнозований робочий цикл з можливістю більш повного завантаження верстата.
- Дороговизна та складність налаштування/обслуговування. (Проте їх висока продуктивність легко може перекрити всі витрати при грамотному використанні і відповідних обсягах виробництва)

# Особливості побудови і конструкції фрезерного верстату з ЧПК





CAD – Computer-Aided Design; CAM – Computer-Aided Manufacturing;  
 CAPP – Computer-Aided Process Planning; CMM – Coordinate Measurement Machine.

**CAD** - Проектування за допомогою комп'ютера (Computer-Aided Design) - термін, який використовується для позначення широкого спектру комп'ютерних інструментів, які допомагають інженерам, архітекторам та іншим професіоналам в проектуванні.

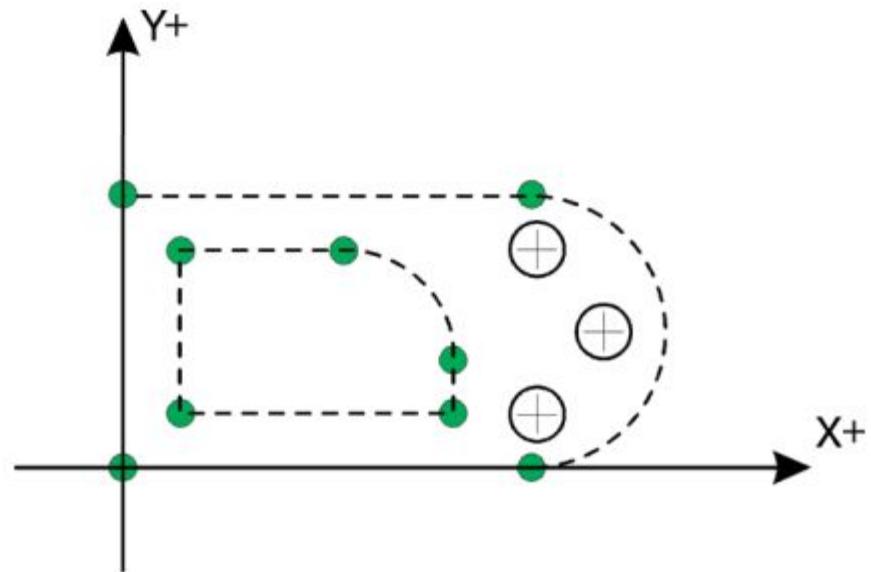
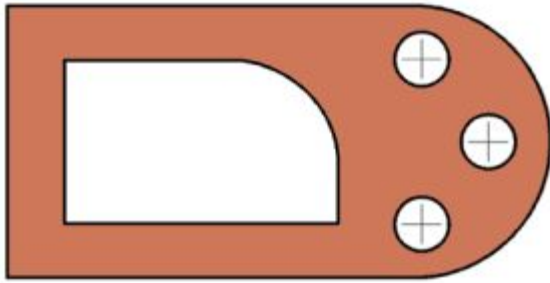
**CAE** - Конструювання за допомогою комп'ютера (Computer-Aided Engineering) - використання спеціального програмного забезпечення для проведення інженерного аналізу міцності та інших технічних характеристик компонентів і збірок, виконаних в системах автоматизованого проектування (CAD). Системи CAE дозволяють здійснювати динамічне моделювання, перевірку та оптимізацію виробів і засобів їх виробництва.



**CAM** - Виробництво за допомогою комп'ютера (Computer-Aided Manufacturing) - термін, який використовується для позначення програмного забезпечення, основною метою якого є створення програм для керування верстатами з ЧПУ (CNC).

**CAPP** - Автоматизоване планування технологічних процесів (Computer-Aided Process Planning) - термін, який використовується для позначення програмних інструментів, що застосовуються на стику систем автоматизованого проектування (CAD) і виробництва (CAM). Завдання CAPP системи - по заданій CAD моделі виробу скласти план його виробництва.

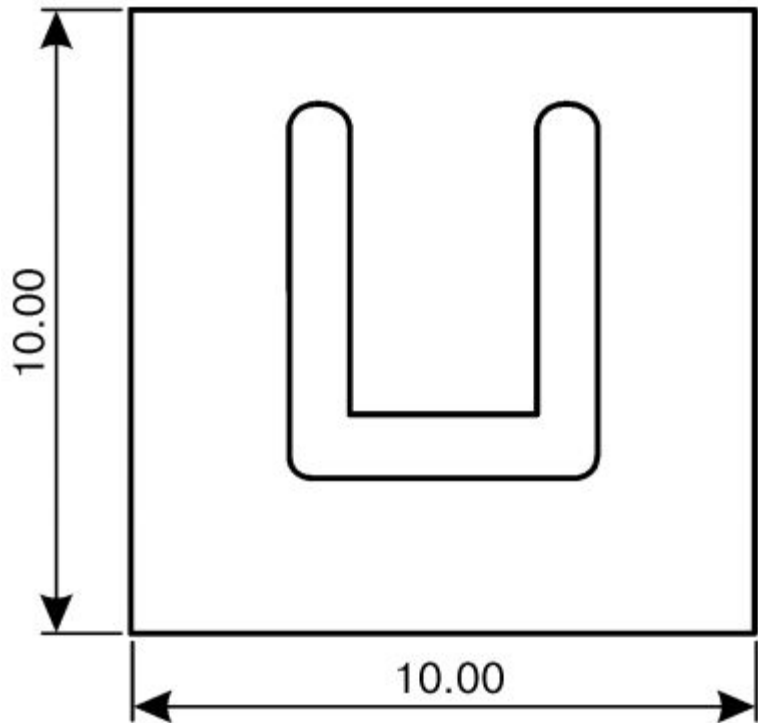
## Написання простої керуючої програми



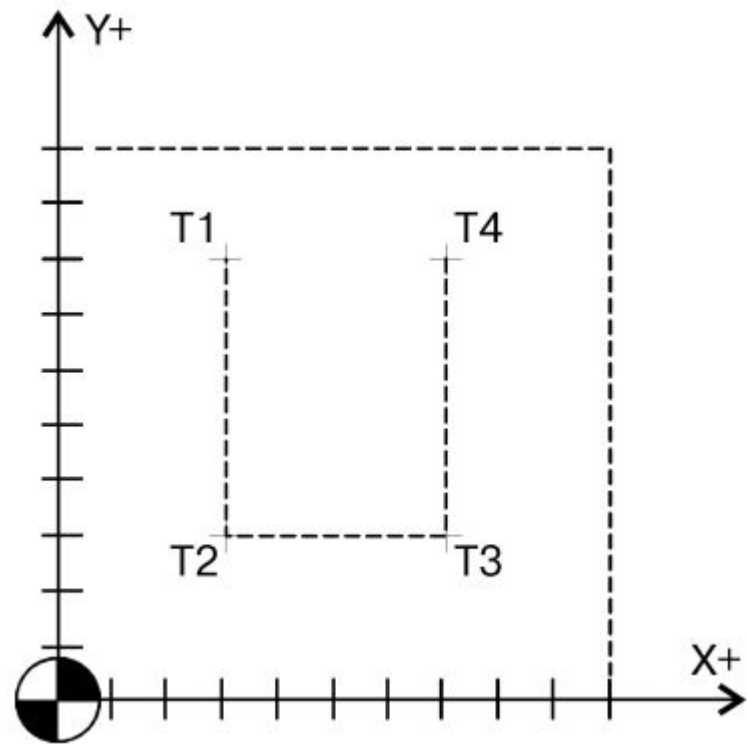
Будь-яку деталь можна представити у вигляді сукупності геометричних елементів.

Для створення програми обробки необхідно визначити координати всіх опорних точок

## Написання простої керуючої програми



Необхідно створити програму для обробки паза. Глибина паза дорівнює 1 мм



Помістимо деталь в прямокутну систему координат і знайдемо координати чотирьох опорних точок

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

Підведемо ріжучий інструмент до першої опорної точки:

N50 G00 X3 Y8

Наступні два кадри змушують інструмент опуститися на необхідну глибину в матеріал заготовки.

N60 G00 Z0.5

N70 G01 Z-1 F25

Як тільки інструмент виявиться на потрібній глибині (1 мм), можна переміщати його через всі опорні точки для обробки паза:

N80 G01 X3 Y3

N90 G01 X7 Y3

N100 G01 X7 Y8

**Правильный вариант**

N80 G01 X3. Y3.

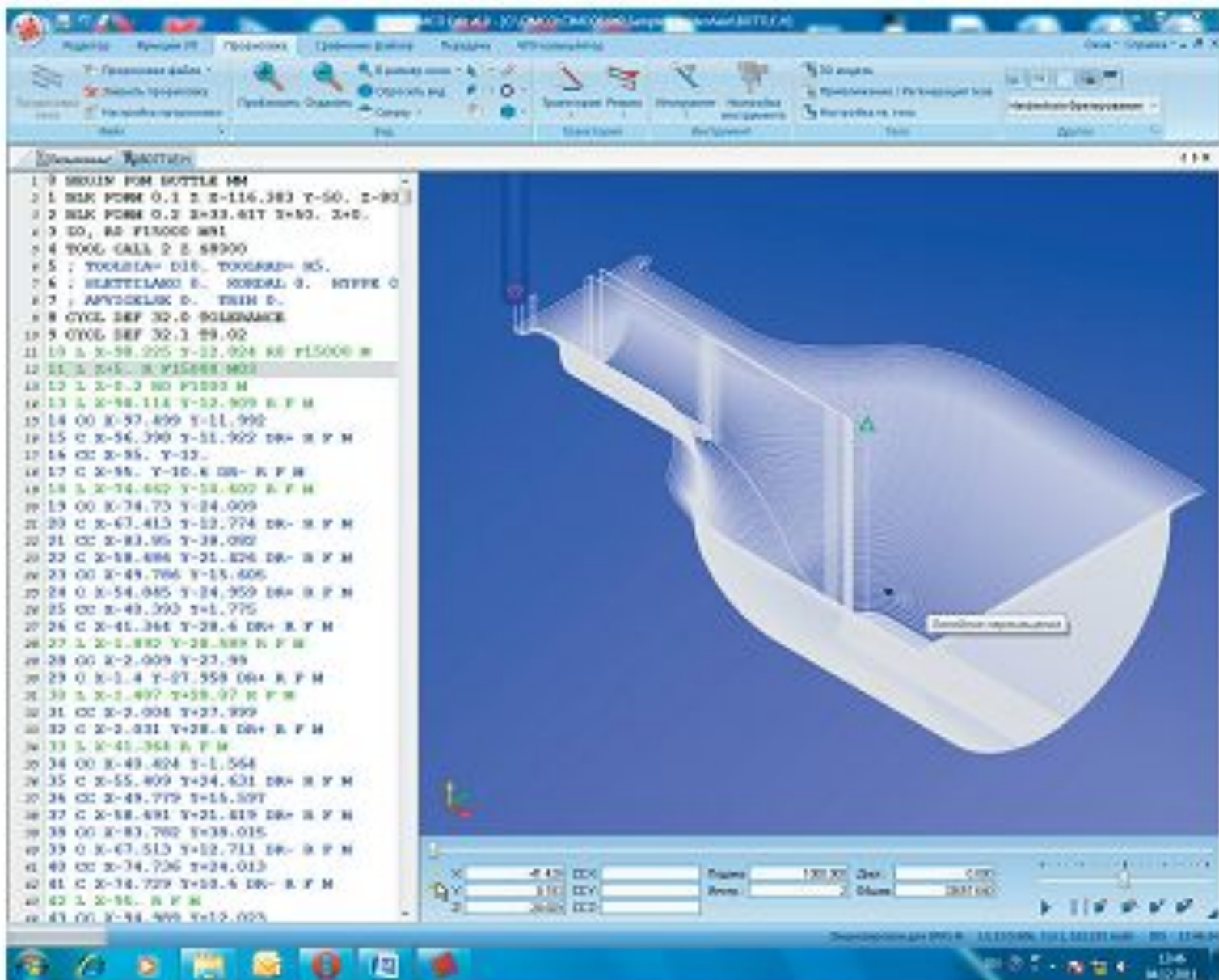
N90 G01 X7. Y3.

**Ошибочный вариант**

N80 G01 X3. Y3.

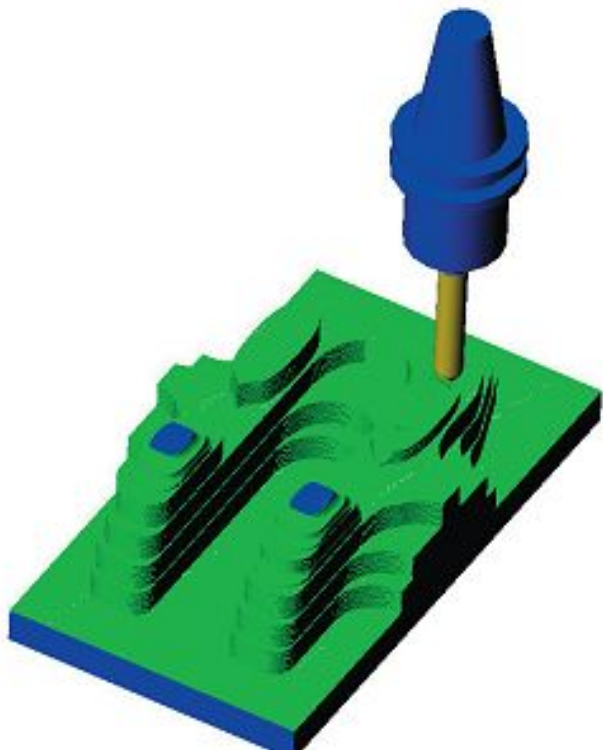
N90 G01 X7. Y.3

<b>Кадры УП</b>	<b>Описание кадра</b>
%	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-1 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

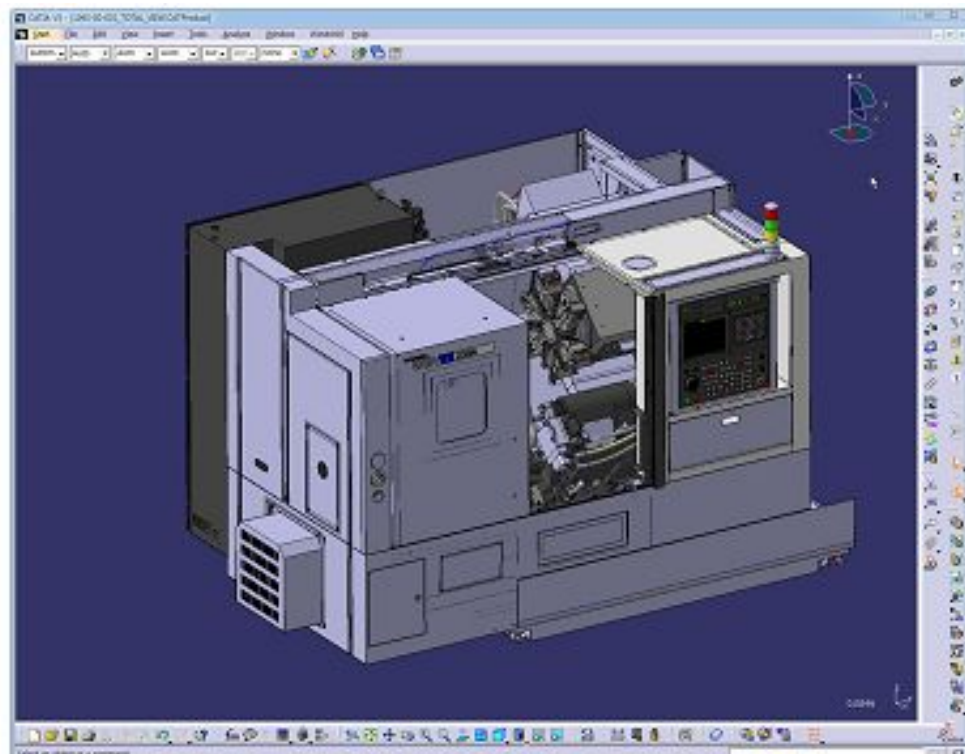


Прорисовка траектории в редакторе Cimco Edit





*Твердотельная верификация – это удобный и наглядный способ проверки управляющей программы*



*Твердотельная верификация с проверкой столкновений узлов станка называется **симуляцией обработки***