

# Адаптация системы ЧПУ WinPCNC для станков лазерной графики

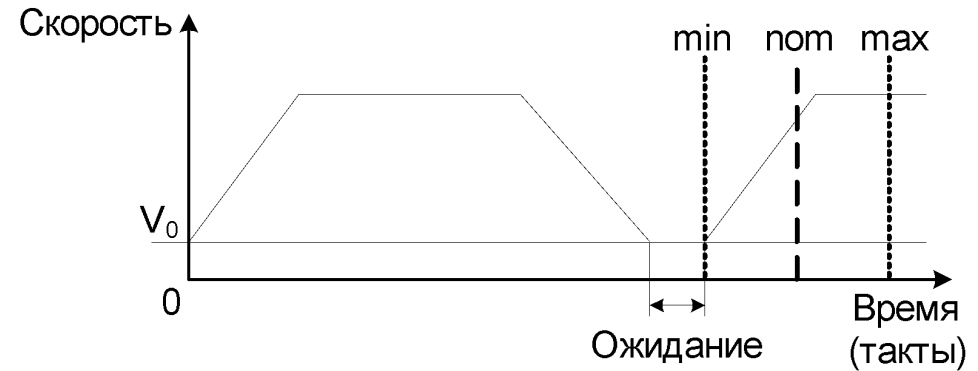
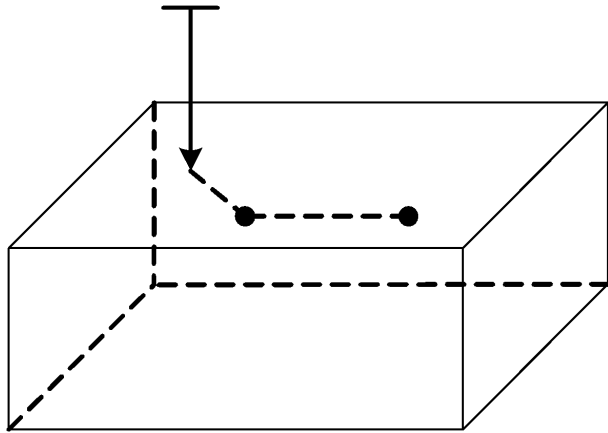
## **Цель работы:**

Сокращение времени обработки деталей на лазерном станке при сохранении качества получаемых изделий за счет оптимизации алгоритмов разгона и торможения, а также реализации сплайновой интерполяции в системе ЧПУ

## **Постановка задачи:**

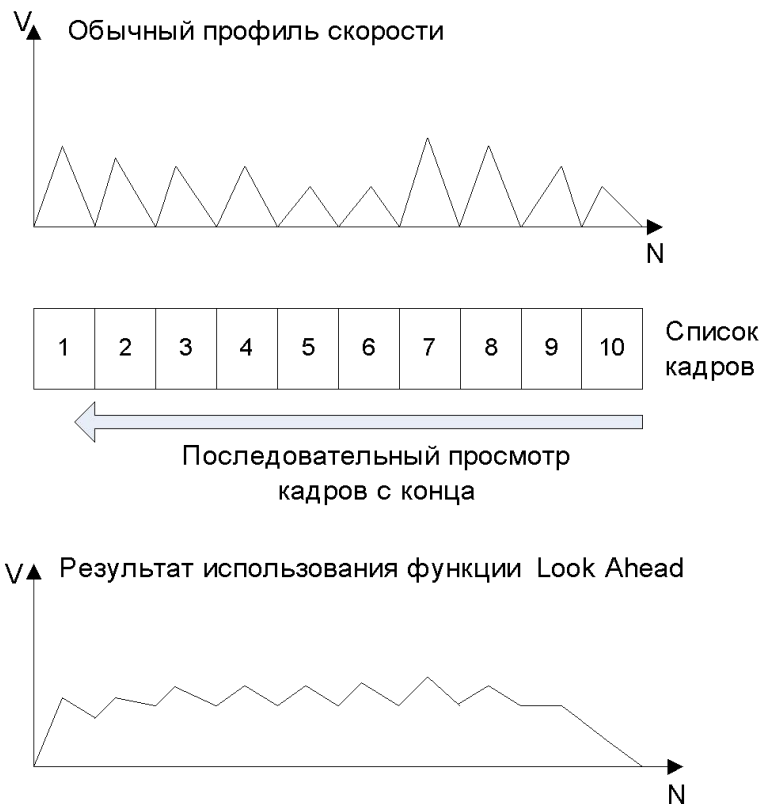
1. Анализ путей повышения производительности обработки изделий сложной формы при использовании системы ЧПУ
2. Разработка модели адаптации системы ЧПУ для станков лазерной графики на основе внедрения усовершенствованных алгоритмов управления
3. Практическая реализация алгоритмов управления лазерным станком в системе ЧПУ
4. Тестирование и анализ практических результатов работы

# Принцип работы станка лазерной графики

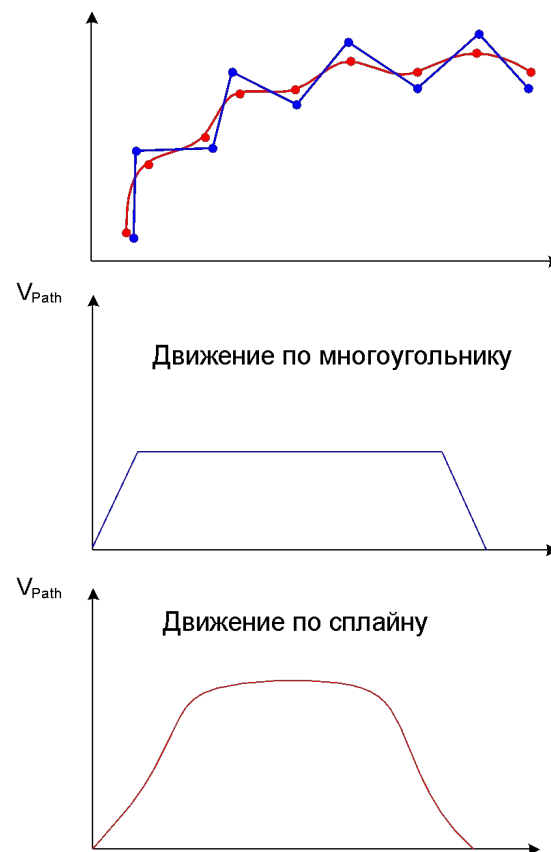


# Методы повышения производительности обработки при использовании системы ЧПУ

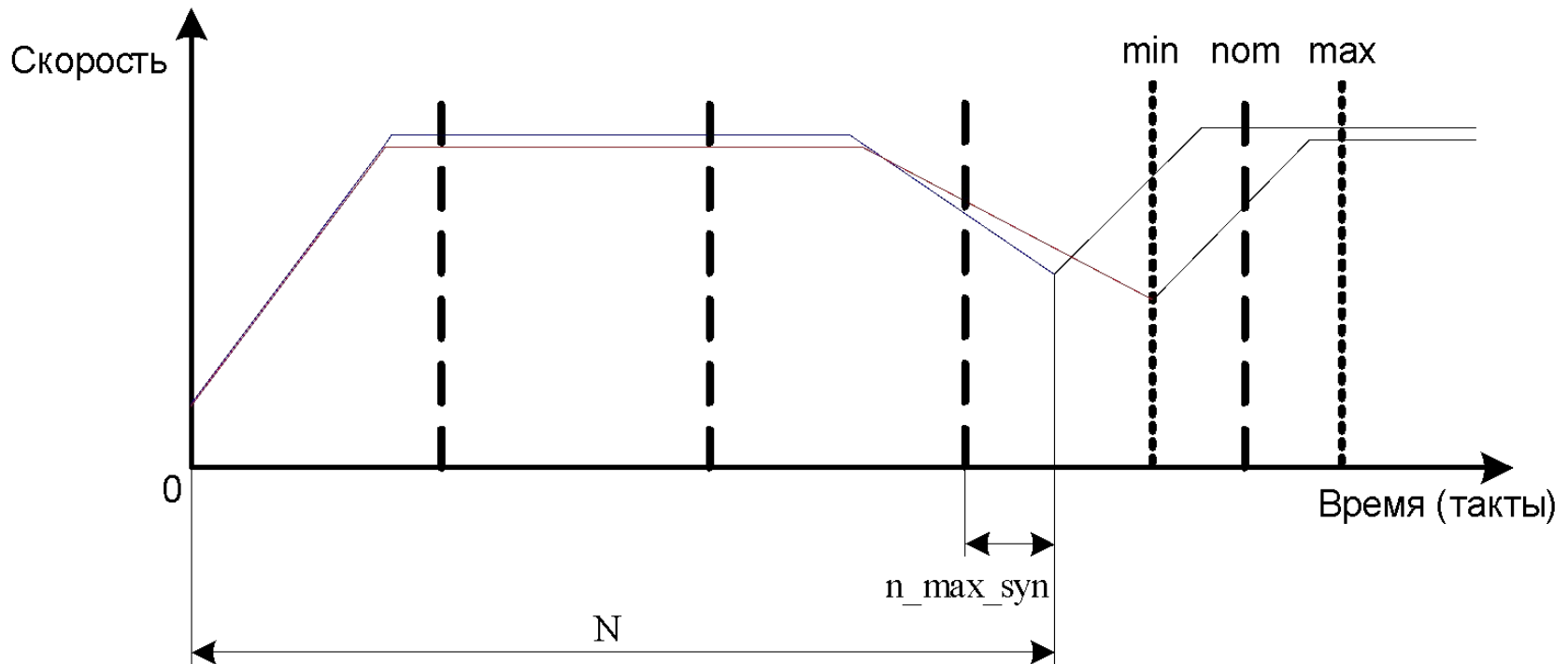
## Алгоритм Look-Ahead



## Сплайновая интерполяция

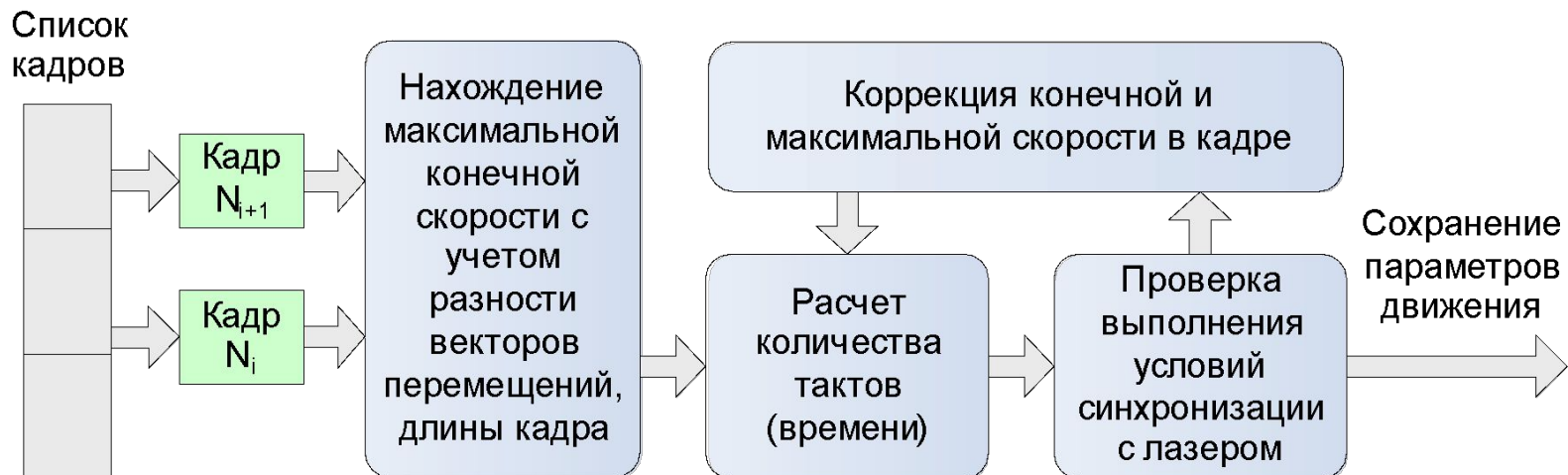
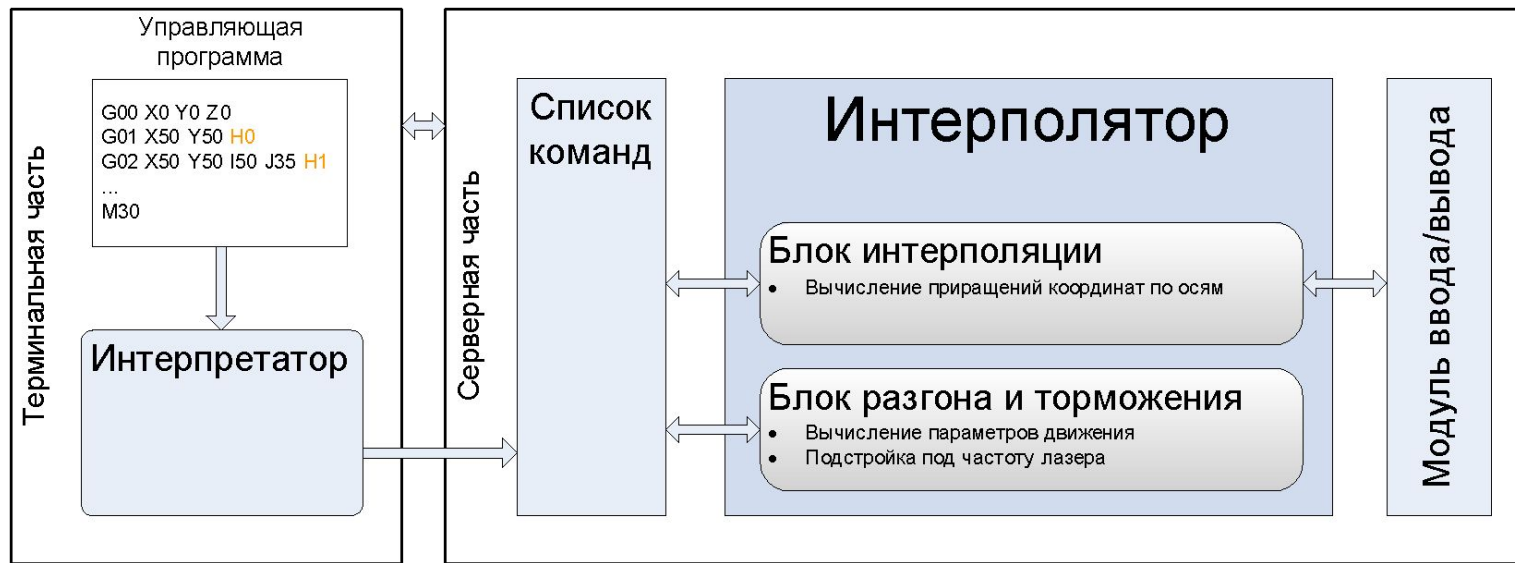


# Усовершенствованный алгоритм управления лазерным станком

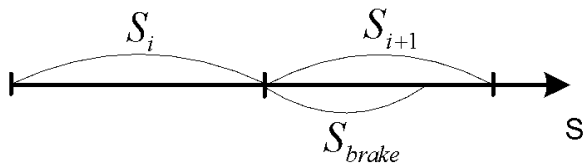


1. Вычисление максимальной конечной скорости исходя из заданных допусков на ускорение по осям
2. Коррекция скорости для синхронизации с лазером

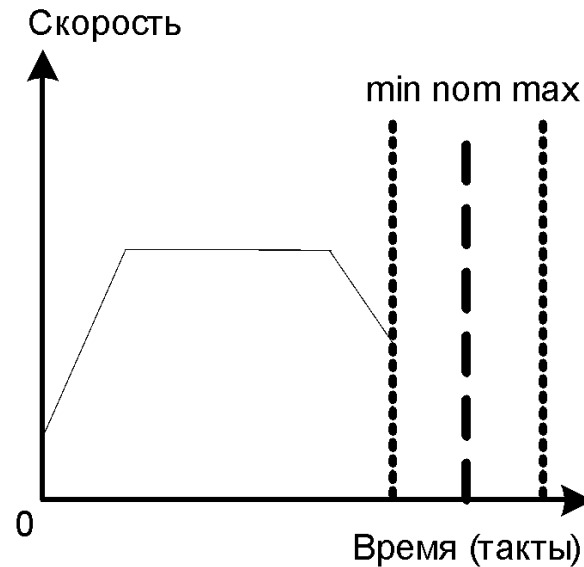
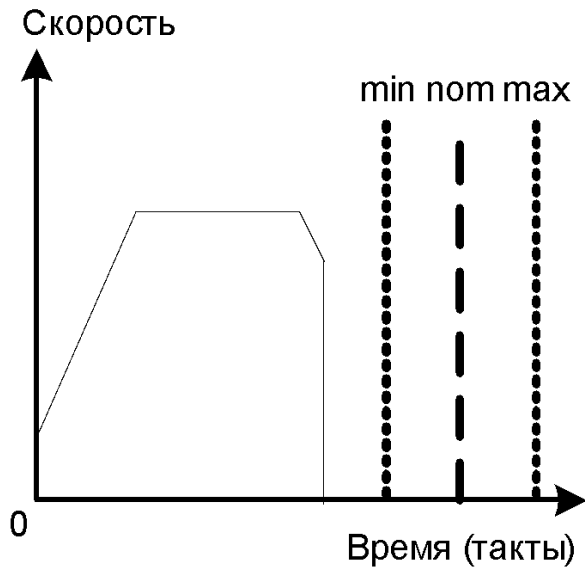
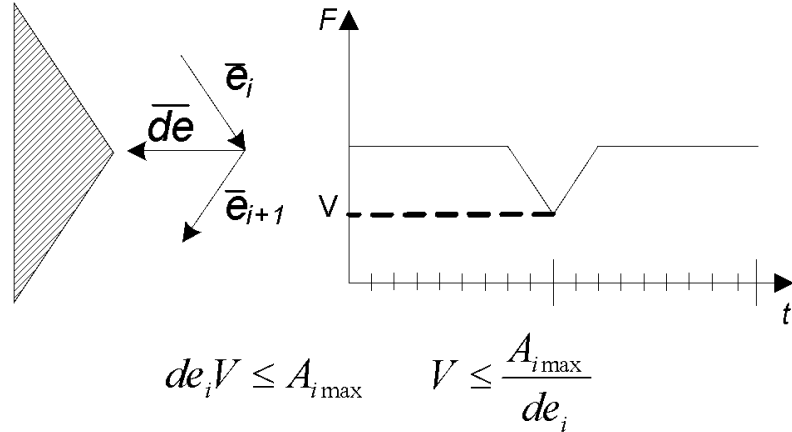
# Реализация алгоритмов управления движением



# Реализация алгоритмов управления движением(2)



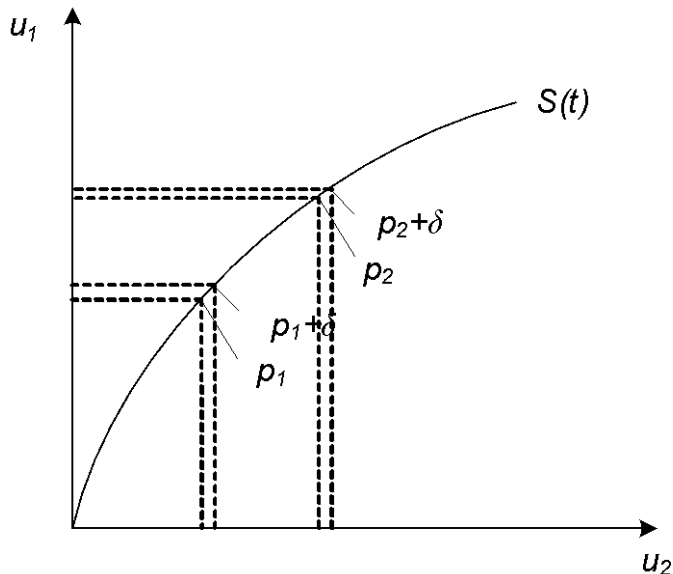
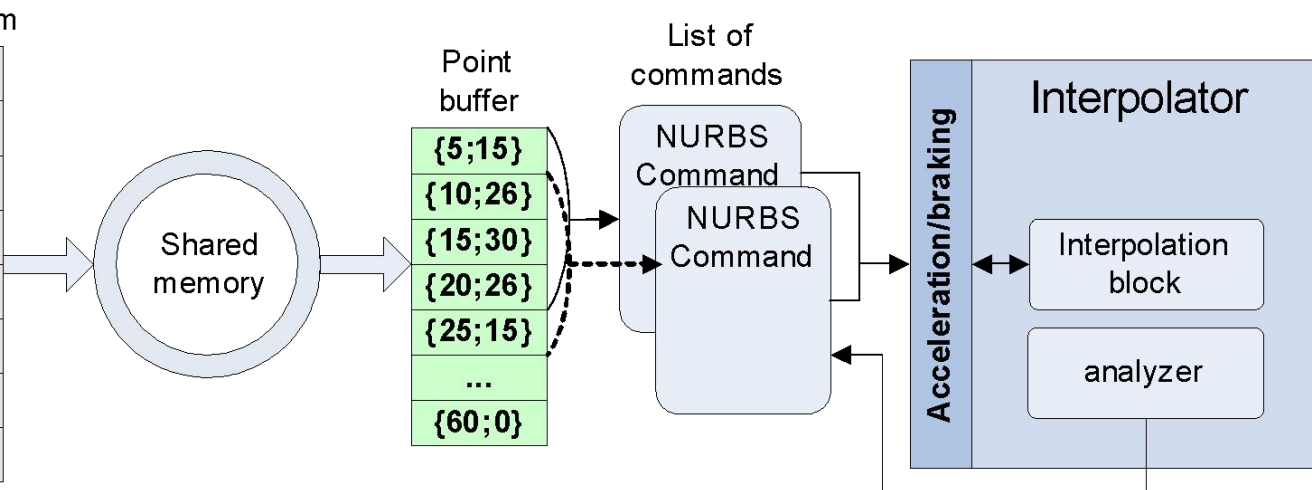
$$S_{brake} = \frac{V_{fin}}{2} \text{int} \left[ \frac{V_{fin}}{A_{max}} \right] \leq S_{i+1}$$



# Схема реализации сплайновой интерполяции на примере NURBS

ISO-7bit program

BSPLINE
X5 Y15
X10 Y26
X15 Y30
X20 Y26
X25 Y15
...
X60 Y0



$$\frac{dS}{dt}(p_1) \approx \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{u_i(p_1 + \delta) - u_i(p_1)}{\delta} \right]^2}$$

$$p_2 = p_1 + dt$$

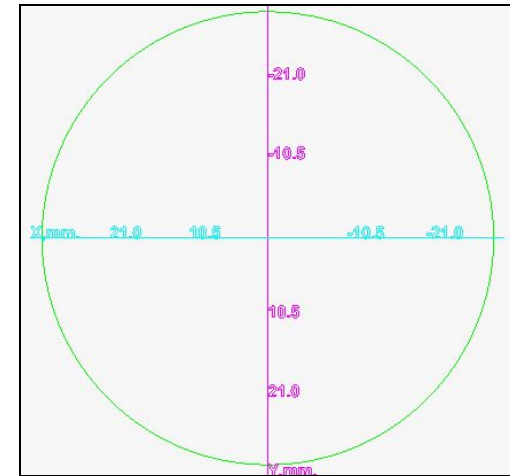
$$\frac{dS}{dt}(p_2) \approx \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{u_i(p_2 + \delta) - u_i(p_2)}{\delta} \right]^2}$$

$$\frac{dS}{dt} \approx \frac{\left[ \frac{dS}{dt}(p_1) + \frac{dS}{dt}(p_2) \right]}{2}$$

# Тестирование

Проверка  
правильности и  
точности  
реализации  
алгоритмов с  
помощью  
специальных  
тестовых программ

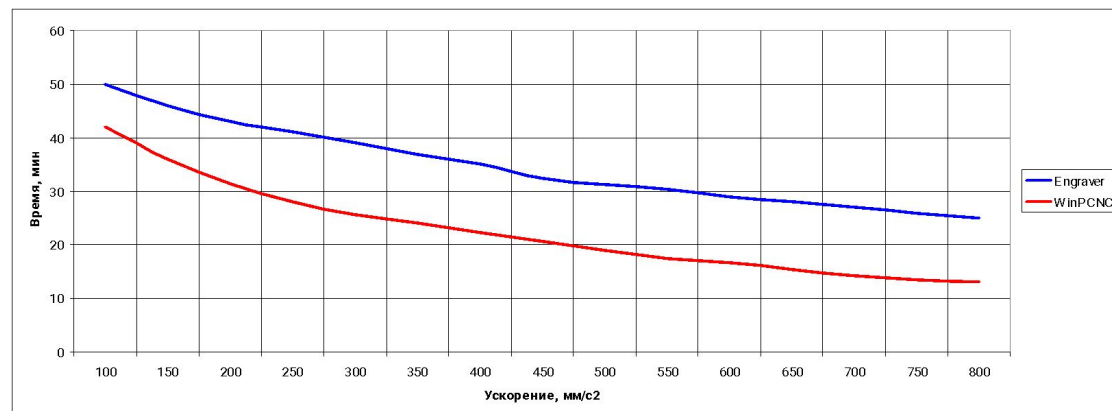
```
G00 X30 Y0 Z0
BSPLINE X30 Y30 PW=0.707 SD=2
PL=0.25
X0 Y30 PW=1 PL=0.0
X-30 Y30 PW=0.707 PL=0.25
X-30 Y0 PW=1 PL=0.0
X-30 Y-30 PW=0.707 PL=0.25
X0 Y-30 PW=1 PL=0.0
X30 Y-30 PW=0.707 PL=0.25
X30 Y0 PW=1 PL=0.0
G00 X0 Y0
M02
```



Анализ выходных  
сигналов



Сравнение  
производительности  
при различных  
параметрах





# Выводы

1. В ходе работы решена научно-практическая задача – адаптация однокомпьютерной системы ЧПУ WinPCNC для станков лазерной графики.
2. Модель оптимизации лазерной обработки может послужить основой для адаптации к лазерным станкам многих систем ЧПУ, построенных по модульному принципу и обладающих открытой архитектурой.
3. Использование разработанных алгоритмов оптимизации обработки позволило на 30-50% сократить время изготовления при сохранении качества получаемых изделий.
4. Принципы реализации сплайновой интерполяции и алгоритмов разгона-торможения имеют универсальный характер и могут быть использованы при модернизации системы ЧПУ для других методов обработки.
5. Параметризация качественных показателей обработки позволяет пользователю системы точно определять приоритет и величину точностных и скоростных характеристик, экспериментально находить между ними оптимальное соотношение.