

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**Санкт-Петербургский горный университет**

**Кафедра машиностроения**

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И  
ПРОГРАММИРОВАНИЕ  
ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ**

*Методические указания к практическим работам  
для студентов бакалавриата направления 15.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**  
**2021**

УДК 621.7 (073)

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ  
ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ:** Методические указания к практическим работам. /  
Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *Е.Г. Злотников, А.И. Кексин  
Д.Ю. Тимофеев*. СПб, 2021. 39 стр.

Методические указания к практическим работам по дисциплине «Системы управления и программирование оборудования с ЧПУ» предназначены для студентов направления подготовки 15.03.01 – «Машиностроение», направленность (профиль) «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Научный редактор проф. *В.В. Максаров*

Рецензент д.т.н., *Д.В. Васильков* (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

© Санкт-Петербургский  
горный университет, 2021

## **Общие указания к проведению практических работ**

Целью практических занятий является приобретение студентами навыков составления и отладки управляющих программ для выполнения токарной и фрезерной обработки для станков с ЧПУ. При подготовке к практическому занятию по заданной теме студенты привлекают рекомендованную преподавателем литературу и необходимые интернет – ресурсы. Занятия и изучение систем ЧПУ проводятся с использованием компьютерных технологий в интерактивном учебном классе (ауд.5500), оборудованном рабочими местами со специализированным программным обеспечением WinNC.

Компьютеризированные рабочие места студентов включают: персональный компьютер (ПК) в комплекте с устройствами ввода; тренажер, имитирующий станочный пульт управления, с возможностью смены панелей; сменные панели управления; монитор для визуализации учебных процессов программирования и обработки.

Учебное программное обеспечение рабочих мест WinNC, обеспечивает возможность интерактивного программирования, моделирования процессов обработки, диалога преподавателя и учащихся с использованием сетевого интерфейса и коммутационное оборудование учебного класса.

# Практическая работа №1

## Изучение органов управления и функциональных клавиш учебного тренажера

### 1.1 Описание клавиатуры управления

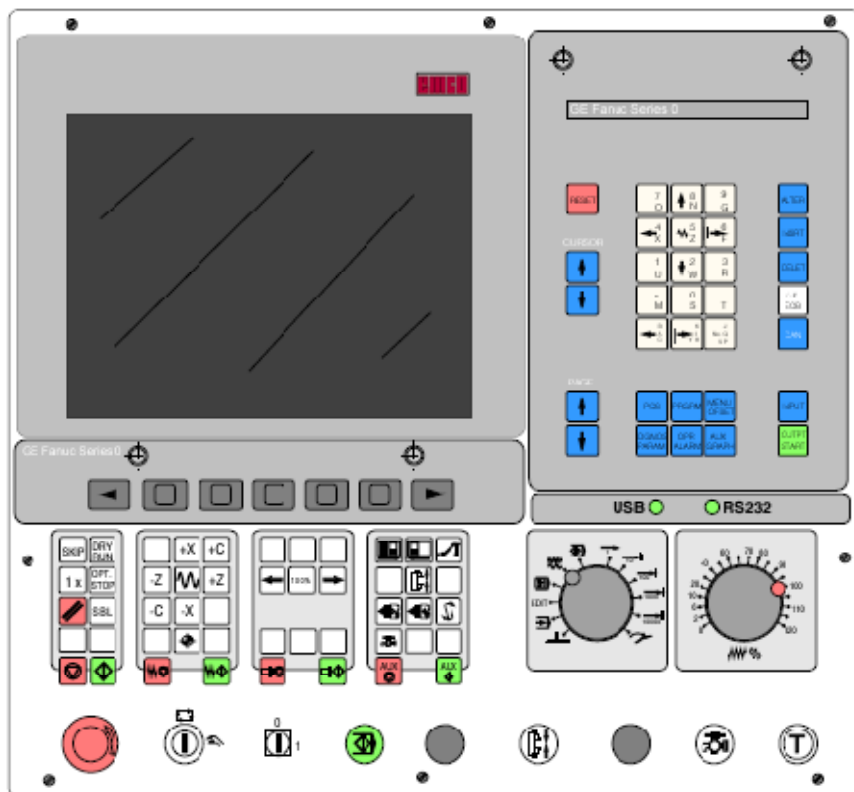


Рис. 1. Органы управления учебного тренажера и стойки системы ЧПУ Fanuc

Таблица 1

**Функциональные клавиши первой части панели ввода информации системы управления *Fanic* и их назначение**

<b>RESET</b>	Отмена тревоги, сброс ЧПУ (например, прерывание программы) и т.д.	<b>INPUT</b>	Ввода слова, ввод данных
<b>CURSOR</b>	Функция поиска, строка вверх/вниз, вызов программы	<b>OUTP START</b>	Начало ввода данных
<b>PAGE</b>	Страница вверх/вниз	<b>POS</b>	Текущие позиционные данные
<b>ALTER</b>	Изменение слова (замена)	<b>PRGRM</b>	Редактирование и дисплей программы, ввод данных в режиме MDI; дисплей заданного значения в автоматическом режиме
<b>INSERT</b>	Вставка слова, создание новой программы	<b>MENU OFF-SET</b>	Ввод и отображение значений коррекции, данных инструмента и износа, переменных
<b>DELETE</b>	Удаление (программы, кадра, с лова)	<b>DGNOS PA-RAM</b>	Ввода и отображение параметров и диагностических данных
<b>/, # EOB</b>	Пропуск кадра, Конец кадра	<b>OPR ALARM</b>	Дисплей сбойных сигналов и сообщений
<b>CAN</b>	Удаление программы, кадра, слова	<b>AUX GRAPH</b>	Графический дисплей

### **Клавиши ввода данных**

Каждая клавиша ввода данных (рис.2) выполняет несколько функций (числовые значения, адресные символы). Повторное нажатие клавиши включает следующую функцию данной клавиши.

### **Функциональные клавиши**

При нажатии клавиши F12 на клавиатуре ПК, функциональные клавиши отображаются в виде экранных клавиш.

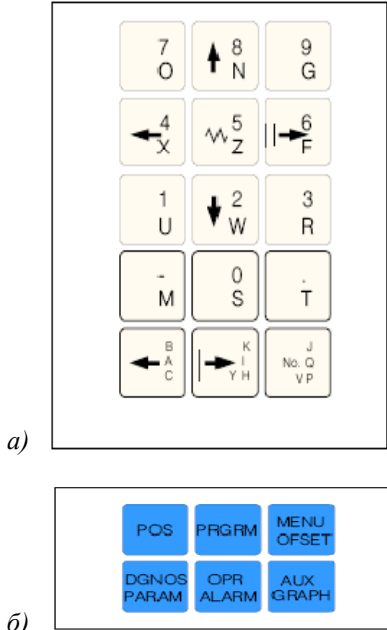


Рис. 2. Клавиши ввода данных (а) и функциональные клавиши (б)

На рисунке 3 и в таблице 2 представлены основные функциональные клавиши второй части панели ввода информации системы управления *Fanuc* и их назначение.

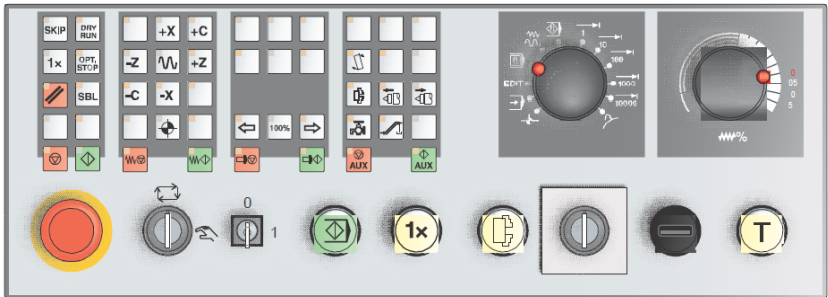








Рис. 3. Основные функциональные клавиши второй части панели ввода информации системы управления *Fanuc*

Таблица 2.








**Функциональные клавиши второй части панели ввода информации системы управления *Fanuc* и их назначение**


Клавиша	Назначение клавиши
	<p><b>Клавиша сброса (возврат)</b>            Нажатием клавиши сброса: прерывается выполнение текущей программы обработки заготовки; закрываются все контрольные сообщения, если это не тревожные сообщения о питании, включении, либо воспроизведении; вся буферная и рабочая память стирается, однако содержание программы обработки заготовки сохраняется; система управления находится в начальном состоянии и готова к новому выполнению программы.</p>
	<p><b>Остановка ЧПУ</b>            Нажатием данной клавиши выполнение текущей программы обработки заготовки прерывается. Продолжить обработку возможно при помощи нажатия клавиши старта ЧПУ.</p>
	<p><b>Старт ЧПУ</b>            Нажатием клавиши старта ЧПУ выбранная программа обработки заготовки начинается с текущего кадра.</p>
	<p><b>Отдельное предложение</b>            Данная функция предоставляет возможность выполнять программу обработки заготовки кадр за кадром. Отменить функцию возможно повторным нажатием клавиши отдельного предложения.</p>
	<p><b>Базовая точка</b>            Нажатием данной клавиши все оси перемещаются в базовые точки.</p>
	<p><b>Клавиши направлений</b>            Клавиши перемещения оси ЧПУ в ручном режиме.</p>

Клавиша	Назначение клавиши
	<p><b>Ускоренный ход</b> Клавиши ускоренного хода. Работают одновременно с одной из клавиш перемещений осей.</p>
	<p><b>Заднюю бабку вперед, заднюю бабку назад</b> С помощью данных клавиш задняя бабка перемещается вперед-назад.</p>
	<p><b>Охлаждающее вещество</b> С помощью данной клавиши можно включить/выключить систему охлаждающего вещества.</p>
	<p><b>Устройство для отвода стружки</b> С помощью данной клавиши можно включить/выключить устройство для отвода стружки.</p>
	<p><b>Зажимное устройство</b> С помощью данной клавиши приводится в действие зажимное устройство.</p>
	<p><b>Манипулятор инструментом</b> С помощью данной клавиши манипулятор инструментом перемещается в ручном режиме на одну позицию инструмента.</p>
	<p><b>Auxiliary OFF</b> С помощью данной клавиши выключаются вспомогательные агрегаты станка. Действует только при остановленных шпинделе и программе.</p>
	<p><b>Auxiliary ON</b> С помощью данной клавиши вспомогательные агрегаты станка приводятся в состояние готовности (гидравлическая система, приводы подачи, приводы шпинделей, смазка, устройство для отвода стружки, система охлаждающего вещества). Клавишу необходимо удерживать в течение примерно 1 с. Короткое нажатие клавиши AUX ON вызывает импульс смазки.</p>



Клавиша	Назначение клавиши
	<p><b>Аварийный выключатель</b>                      Нажимайте красную кнопку только в особых ситуациях. Действие: Как правило, аварийный выключатель останавливает все приводы с наиболее возможным моментом торможения. Деблокировка: повернуть кнопку. Для продолжения работы необходимо нажать следующие клавиши: RESET, AUX ON, ОТКРЫТЬ и ЗАКРЫТЬ дверцы.</p>
	<p><b>Замок-выключатель особого режима</b>                      Замок-выключатель может быть включен в положение «АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ» или «НАСТРОЙКА» (вручную). Текущая функция замка-выключателя активируется только после нажатия клавиши согласия (см. клавишу согласия). С помощью данного замка-выключателя можно выполнять определенные опасные движения при открытых раздвижных дверцах в шаговом режиме (через клавишу согласия).</p>
	<p><b>Ref</b>                      Перемещение в базовую точку (Ref) в толчковом режиме.</p>
	<p><b>Automatic</b>                      Управление станком посредством автоматического выполнения программ.</p>
<p><b>EDIT</b></p>	<p><b>Edit</b>                      Режим написания и редактирования управляющей программы. Также рекомендуется выставлять данный режим при работе с открытыми дверцами.</p>

Клавиша	Назначение клавиши
	<p><b>MDA- Manual Data Automatic</b> Управление станком в полуавтоматическом режиме, т.е. данный режим позволяет вводить частные команды, к примеру, включение шпинделя и задание ему скорости вращения, выбор инструмента, перемещение в определенные координаты режущего инструмента и т.д.</p>
	<p><b>Jog - Jogging</b> Режим ручного перемещения манипулятора инструментом в рабочем пространстве станка с ЧПУ.</p>
	<p>Без функции.</p>
	<p><b>Inc 1- Incremental Feed</b> Переместиться на шаг с твердо заданной шириной шага в 1, 10, 100 микрон (приращение).</p>
	<p>Без функции.</p>
	<p><b>Ручной выключатель (регулирование подачи)</b> Поворотный выключатель с фиксированными положениями позволяет изменять запрограммированное значение подачи F (соответствует 100 %). Установленное значение подачи F показывается на экране %. Диапазон установки от 0 % до 120 % запрограммированной подачи. На ускоренном ходу подача не превышает 100 %.</p>
	<p><b>Место присоединения USB (USB 2.0)</b> Посредством данного присоединения происходит обмен данными со встроенным ПК (копирование данных, установка программного обеспечения).</p>

Клавиша	Назначение клавиши
	<p><b>Главный выключатель</b>                      Функция:                      0 - ВЫКЛ 1 - ВКЛ                      Главный выключатель не имеет аварийной функции, т.е. приводы двигаются по инерции (не затормаживаясь).</p>

## 1.2 Клавиатура персональным компьютером

Ввод и редактирование управляющих программ удобно выполнять с клавиатуры персонального компьютера, на котором установлено программное обеспечение WinNC. Расположение функциональных клавиш управления станком на клавиатуре ПК показано на рис.4.



Рис.4. Расположение и назначение функциональных клавиш на клавиатуре ПК

Некоторые тревоги отменяются клавишей ESC. При нажатии клавиши F1 режимы (MEM, EDIT, MDI, ...) отображаются в строке

экранных клавиш. Значение комбинации клавиш ctrl 2 зависит от станка:

EMCO PC TURN 50/55 Продув Вкл/Выкл.

При нажатии клавиши F12, функциональные клавиши POS, PROG, OFFSET SETTING, SYSTEM, MESSAGES и GRAPH отображаются в строке экранных клавиш. Машинные функции в числовом блоке активированы только при установке NUM lock.

## **Практическая работа №2**

### **Изучение основных принципов при настройке и программировании токарного станка с ЧПУ**

#### **2.1 Базовые точки для токарных станков**

Базовые точки в рабочей зоне, определяющие начало систем координат станка, детали, инструмента показаны на рис. 5.

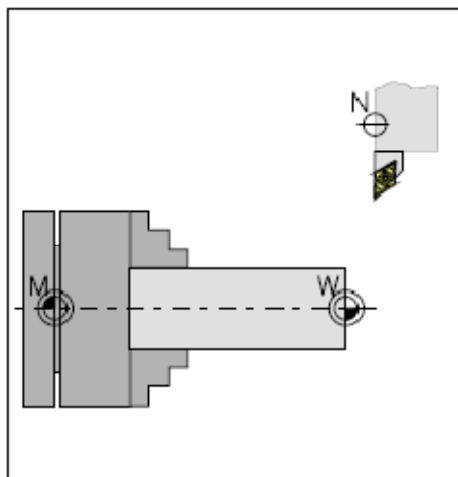


Рис.5. Базовые точки в рабочей зоне токарного станка:  
M - нуль отсчета станка; W - нуль отсчета детали; N - Базовая точка резцедержателя

#### **Определение базовых точек**

### **М = Нуль отсчета станка**

Неизменная базовая точка, устанавливаемая изготовителем станка. Находится на торце шпинделя токарного станка. Все измерения станка выполняются от этой точки. В то же время «М» является точкой отсчета абсолютной системы координат.

### **Р = Базовая точка**

Позиция в рабочей зоне станка, точно определяемая предельными выключателями. Информация о позициях салазок поступает в систему управления при подводе к «Р» при первом включении станка и системы ЧПУ. Подвод к точке «Р» необходимо также выполнять после каждого перерыва питания.

### **Н = Базовая точка резцедержателя**

Исходная точка для измерений параметров инструмента. «N» находится в некоторой точке системы резцедержателя, и устанавливается изготовителем станка. Расположение точки «N» указано в описании конкретной модели станка.

### **W = Нуль отсчета детали**

Исходная точка для установки всех размеров в программе обработки. Свободно устанавливается программистом в любом месте на детали (заготовке), и может перемещаться по желанию в программе обработки.

## **2.2 Система координат и смещение нуля**

В станках ЕМСО нуль отсчета станка «М» находится на оси вращения и на торце фланца шпинделя. Данная позиция не подходит в качестве точки отсчета для задания размеров. При использовании так называемого смещения нуля, система координат может быть перемещена в нужное положение в рабочей зоне станка.

В регистре смещений имеется одна регулируемая установка смещения нуля. После установки значения в регистре смещения, это значение учитывается при запуске программы, т.е. нулевая точка системы координат смещается из нуля станка М в нуль детали W (рис. 6).

Координата X отсчитывается по ходу поперечной направляющей, координата Z – по ходу продольной направляющей. Значе-

ния координат в отрицательном направлении описывают движение системы инструмента по направлению к детали. Значения в положительном направлении – от детали.

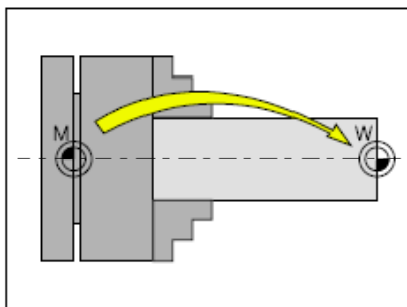


Рис. 6. Смещение нуля от нуля отсчета станка М к нулю отсчета детали W

**Система координат для программирования в абсолютных значениях.** Точка отсчета системы координат находится в нуле станка «М» или в нуле детали «W», в соответствии с запрограммированным смещением нуля (рис.7). Все целевые точки описываются относительно точки отсчета системы координат, путем указания относительных расстояний X и Z. Расстояния X указываются как диаметр (как указано на чертеже).

**Система координат для программирования в значениях с приращением.** Точка отсчета находится в базовой точке резцедержателя «N» или в точке резания после вызова инструмента.

Координата U отсчитывается по ходу поперечной направляющей, координата W – по ходу продольной направляющей. Положительное и отрицательное направления аналогичны направлениям при программировании в абсолютных значениях (рис.7).

При программировании в значениях с приращением, описывается фактическая траектория инструмента (от точки к точке). Расстояния X указываются как диаметр.

Нулевая точка детали может быть смещена в пределах программы при помощи функции «G92 – Установка системы координат».

Более подробное описание см. ниже в Описании команд.

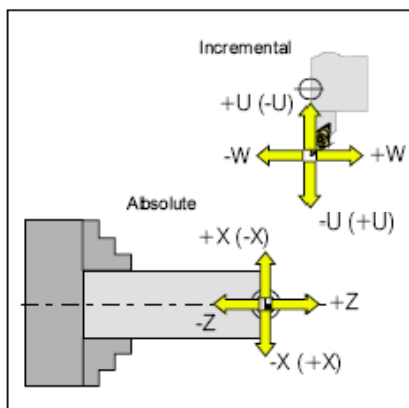




Рис. 7. Система координат для программирования в абсолютных значениях и в значениях с приращением.

*Абсолютные координаты относятся к жесткой позиции, координаты с приращением – к позиции инструмента. Значения в скобках для X, -X, U, -U достоверны для PC TURN 50/55, т.к. инструмент находится перед центром вращения данного станка*

### 2.3 Ввод смещения нуля

- Нажать клавишу 
- Нажать экранную клавишу W.SHIFT (рабочее смещение)
- Открывается окно ввода (см. рис. 8)
- В пункте (SHIFT VALUES) X, Z можно ввести смещение **из нуля детали в нуль станка** (с отрицательным знаком).
- Ввести смещение (например, Z – 30.5) и нажать клавишу 
- Данный сдвиг всегда активен (без отдельного вызова).

#### Примечание:

При использовании данного сдвига, нуль системы координат смещается от фланца шпинделя к торцевой поверхности зажима.

Длина детали (смещение нуля к правому торцу детали) определяется в программе по G92.

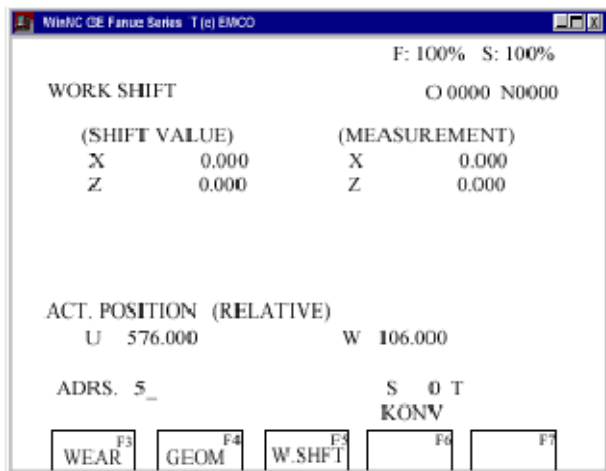


Рис.8. Окно ввода для смещения нуля

## 2.4 Измерение данных резца

### Цель измерений данных резца:

ЧПУ должно использовать для позиционирования вершину резца, а не базовую точку резцедержателя.

Каждый инструмент, используемый для обработки, должен быть измерен. Необходимо измерить расстояния в обоих направлениях оси между вершиной резца и базовой точкой резцедержателя «N» (рис. 9).

В регистре инструментов сохраняются измеренные коррекции на длину, радиус резца и номер позиции резца (стандарт 16).

Номер коррекции может быть любым номером регистра, но должен определяться вызовом инструмента в программе.

### Пример:

Коррекции на длину инструмента в позиции 4 револьверной головки сохранены как коррекция номер 4.



### Вызов инструмента в программе: T0404

Первые две цифры T-слова определяют позицию в револьверной головке, последние две цифры – определяют номер коррекции, относящийся к этой позиции.

Коррекции на длину могут измеряться автоматически, **радиус резца** и **позиция резца** устанавливаются вручную.

Ввод радиуса резца и позиции резца требуется только при использовании коррекции на радиус резца с данным инструментом.

Измерение данных инструмента выполняется как:

X – диаметр;

Z – абсолютное значение от точки «N»;

R – радиус вершины резца (рис. 10);

T – позиция резца (рис. 11).

В поле «**OFFSET WEAR**» устанавливается коррекция на неточность измерения данных инструмента, или износ инструмента после нескольких рабочих циклов. Введенные коррекции на длину добавляются или вычитаются из геометрических данных инструмента с приращением.

X+/- ...приращение в диаметре к геометрическому значению;

Z+/- ...приращение к геометрическому значению;

R+/- ... приращение к геометрическому значению.

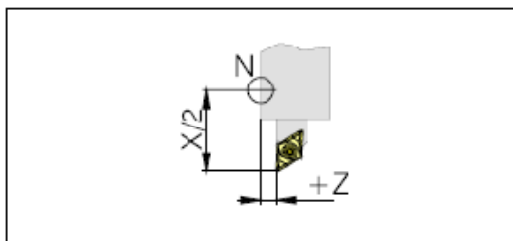


Рис. 9. Коррекция на длину

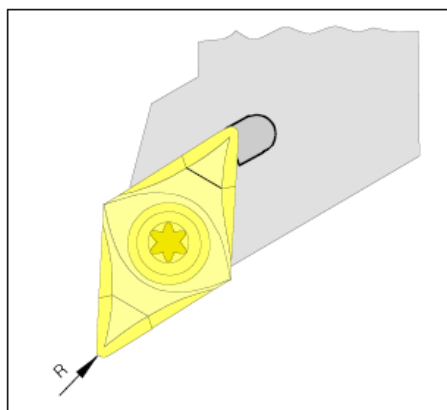


Рис. 10. Радиус вершины резца  $R$

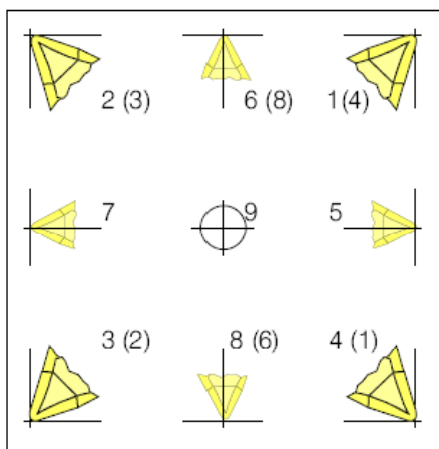


Рис. 11. Позиция резца  $T$

Для определения номера позиции резца (рис. 11) необходимо посмотреть на инструмент с точки зрения зажима на станке. Для станков, в которых инструмент находится под (перед) вращающимися центрами (например, PC TURN 50/55) используйте значения в скобках, т.к. направление +X противоположно.

## 2.5 Измерение данных инструмента цапанием

Схема измерений представлена на рис. 12.

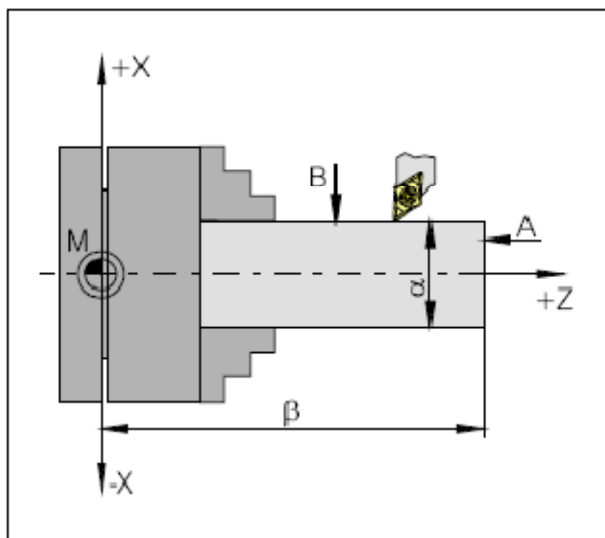














Рис. 12. Схема измерения данных инструмента методом цапания:  
A – цапание торца; B – цапание по окружности; D – диаметр детали;  
 $\beta$  – длина детали + длина патрона

### Порядок проведения измерения инструмента:

- Измерить расстояние  $\beta$  (длина детали + патрон) и диаметр детали  $\alpha$ .
- Запустить шпиндель в режиме MDI (M03/M04 S ...)
- При необходимости выполнения цапания со стационарным шпинделем, положите лист бумаги между инструментом и деталью. Зафиксировать значение в момент, когда инструмент приближен настолько, чтобы вы больше не смогли вытащить лист бумаги.
- Выбрать режим JOG.

- Переместить поверхность инструментального диска (подача 1%) при помощи клавиш направления к торцу А детали.
- Нажать клавишу  и экранную клавишу REL.
- Нажать последовательность клавиш  и  (значение W отменяется).
- Повернуть необходимый инструмент в рабочую позицию.
- Выполнить перемещение вершины резца при помощи клавиш направления к торцу А детали (царапание).
- Нажать клавишу .
- Нажать экранную клавишу GEOM.
- Выбрать номер гнезда инструментального магазина для соответствующего инструмента при помощи клавиш курсора  .
- Нажать клавиши  и .
- Значение W (разница между вершиной резца и точкой N) переносится в память данных инструмента.
- Выполнить перемещение вершины резца при помощи клавиш направления к окружности В детали (царапание).
- Нажать клавишу  и экранную клавишу ABS.
- Вычесть диаметр детали из отображаемого значения.
- Нажать клавишу .
- Нажать экранную клавишу GEOM.
- Ввести  результат вычитания и нажать .

Повторить данную процедуру для каждого инструмента.

## 2.6 Рабочие режимы и операционные последовательности, задаваемые селектором режимов пульта тренажера (станка)

### 1. ZRN

В данном рабочем режиме выполняется подвод к базовой точке. По достижении базовой точки дисплей фактического положения устанавливается на значение координат базовой точки.

Тем самым система управления определяет положение направляющих в рабочей зоне.

Подвод к базовой точке необходимо выполнить в следующих ситуациях:

- После включения станка;
- После прерывания питания;
- При появлении тревоги «Подвод к базовой точке» или «Не достигнута базовая точка».

После столкновений или если направляющие заблокированы по причине перегрузки.

### 2. AUTO

Для выполнения программы обработки система управления выполняет вызов кадров по одному и обрабатывает их.

При обработке учитываются все коррекции, вызов которых осуществляется в программе.

Обработанные таким образом кадры выполняются по одному.

### 3. EDIT

В режиме EDIT выполняется ввод программ обработки детали и передача данных.



### 4. MDI





В режиме MDI выполняется включение шпинделя и поворот инструментальной оправки.

Система управления обрабатывает введенные кадры и удаляет промежуточные данные для нового ввода.


5. **JOG** 

При помощи клавиши JOG выполняется перемещение салазок в ручном режиме.

6. S1 ... S1000  ... 10000 

В данном операционном режиме салазки могут перемещаться на требуемое значение приращения (1 ... 1000 в  $\mu\text{м}/10^{-4}$  дюйм) при помощи клавиш JOG    .

Выбранный инкремент (1, 10, 100, ...) должен быть больше разрешения станка (наименьший допустимый момент перемещения), иначе движения не происходит.

7. **REPOS** 

Повторное позиционирование, подвод обратно к контуру в режиме JOG.


8. **Teach In** 




Создание программ в процессе диалога со станком в режиме MDA.

## 2.7 Подвод к базовой (реферной) точке

Посредством подвода к базовой точке система управления синхронизируется со станком. Выполняется следующим образом:

- Перейти в режим ZRN.


- Активировать сначала клавиши направления 

или , затем  или , для выполнения подвода к базовой точке в указанных направлениях.

Выполняя привязку станка и системы к базовой точке необходимо учитывать опасность столкновения. Следует обратить внима-



ние на присутствие препятствий в рабочей зоне (зажимные приспособления, зажатые детали, и т.д.).

После достижения базовой точки, ее позиция отображается на экране монитора как фактическая позиция. Теперь система управления синхронизирована со станком.

- При помощи клавиши  выполняется автоматический подвод по обеим координатам (клавиатура РС).

## 2.8 Ввод данных зубчатой передачи

Для обеспечения правильной скорости вращения шпинделя при работе станка, необходимо установить в программе EMCO WinNC позицию зубчатой передачи (ремня) станка (выполняется только для станка EMCO PC Turn 55). Порядок ввода данных:

- Нажать клавишу 
- Нажать клавишу  несколько раз, до открытия окна установок (GENERAL).
- Переместить курсор на поле ввода GEAR и ввести соответствующую позицию зубчатой передачи.  
1 позиция 1 120 – 2000 U/мин;  
2 позиция 2 280 – 4000 U/мин.

## Практическая работа №3

### Изучение основных принципов ввода, редактирования и выполнения управляющих программ

#### 3.1 Установка языка и директории детали

- Нажать клавишу 
- Нажать клавишу  несколько раз, до открытия окна установок (GENERAL).

#### **Рабочая директория**

В рабочей директории сохраняются программы ЧПУ созданные оператором. Рабочая директория является поддиректорией директории, определенной при установке. В поле ввода «PATH=...» введите название рабочей директории, используя клавиатуру PC, максимум 8 символов, без дискетов и маршрутов. Создается несуществующая директория.

#### **Язык**


Выбор осуществляется из установленных языков. Выбранный язык активируется после перезапуска программного обеспечения. Введите значок языка в поле ввода «LANG.=...»:

- DT - немецкий;
- EN - английский;
- FR - французский;
- SP - испанский.

#### 3.2 Ввод программы

Ввод программ обработки и подпрограмм выполняется в режиме EDIT.


#### **Вызов программы:**

- Перейти в режим EDIT.
- Нажать клавишу .




- При помощи экранной клавиши L1B выводятся на экран существующие программы.
- Ввести номер программы O ...  
(Использование номеров программ от 9500 не допускается, т.к. они зарезервированы для внутренних целей).

### Создание новой программа:

Нажать клавишу 

### Вызов существующей программы:

Нажать экранную клавишу  .

### Ввод кадра

Пример:

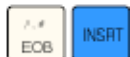


Номер кадра (не обязательно)

1. слово

2. слово

EOB – конец кадра



или 

(на клавиатуре PC, также )

### Примечание:

При помощи параметра «SEQ» (SETTING 1) можно устанавливать необходимость автоматической нумерации кадров (1 = да, 0 = нет), используя окно выбора интерфейса ввода/вывода, см. рис. 13.

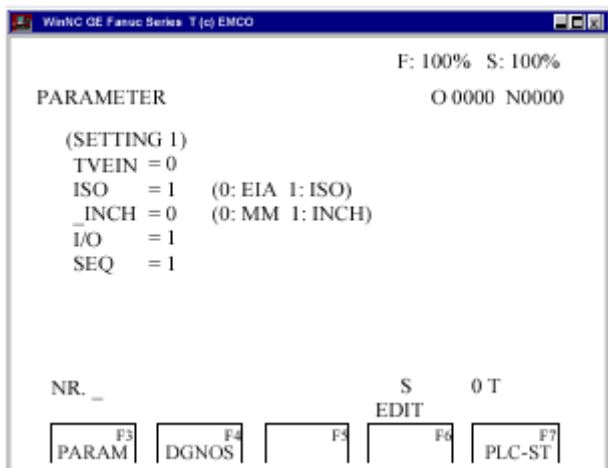


Рис. 13. Выбор интерфейса ввода/вывода

### 3.3 Редактирование программы:

#### **Поиск слова** в программе при работе со стойки ЧПУ:

Ввести адрес слова для поиска (например, X) и нажать экранную



клавишу .


#### **Вставка слова**

Установить курсор перед словом, которое должно находиться перед вставляемым словом, ввести новое слово (адрес и значение) и




нажать клавишу .

#### **Изменение слова**

Установить курсор перед словом, которое должно быть изменено, ввести слово и нажать клавишу  .


#### **Удаление слова**

Установить курсор перед словом, которое должно быть удалено, ввести слово и нажать клавишу .


### **Вставка кадра**

Установить курсор перед знаком ЕОВ «;» в кадре, который должен находиться перед вставляемым кадром, и ввести кадр для вставки.


### **Удаление кадра**

Ввести номер кадра (при отсутствии номера кадра: NO) и нажать клавишу .


### **Удаление программы**

Режим EDIT. Ввести номер программы (например, O22) и нажать клавишу .

### **Удаление всех программ**

Режим EDIT. Ввести номер программы 00 - 9999 и нажать клавишу .

### **Ввод/вывод данных**

- Нажать клавишу . На экране открывается (SETTING 3).
- Под «I/O» можно ввести последовательный интерфейс (1 или 2) или дисковод (A, B или C):
  - 1 - последовательный интерфейс COM1;
  - 2 - последовательный интерфейс COM2;
  - A - дисковод A;
  - B - дисковод B;
  - C - жесткий диск C, директория детали (созданная при установке или в (GENERAL));
  - P - принтер LPT1.

### 3.4 Настройка последовательного интерфейса

Выполняется в следующей последовательности:

- Нажать клавишу .
- Нажимать клавишу , до открытия окна (PARAMETERS OF SERIAL INTERFACE).

Используя окно настройки, показанное на рис. 14, определить параметры последовательного интерфейса:

**Установки:** скорость передачи данных в бодах 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600;

**Четность:** E, O, N;

**Стоп-биты:** 1, 2;

**Биты данных:** 7, 8.

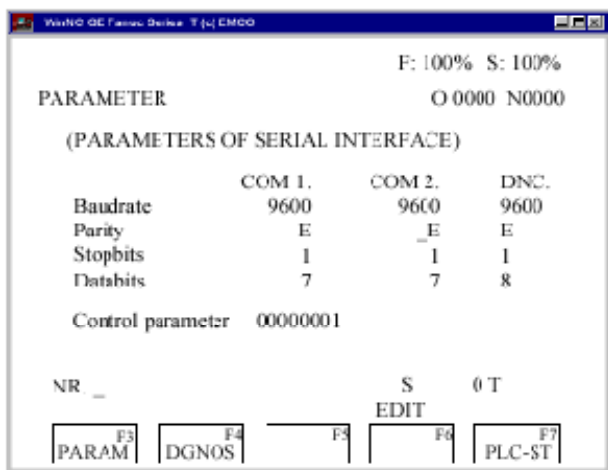


Рис. 14. Настройка последовательного интерфейса

**Примечание:** При использовании интерфейсной расширительной платы (например, для COM 3 и COM 4), следует убедиться, что для каждого интерфейса используется отдельное прерывание (например, COM 1 – IRQ 4, COM 2 – IRQ 3, COM 3 – IRQ 11, COM 4 – IRQ 10).

**Передача данных** от/в исходную систему выполняется только в кодировке ISO.

**ISO:**

7 битов данных, контроль по четности (= E).

**Параметры системы управления:**

Бит 0: 1...Передача прекращается кодом ETX (конец текста).

0...Передача прекращается при помощи RESET

Бит 7: 1...Перезапись программы обработки без сообщения

0... Сообщение, если программа обработки уже суще-

ствует

Код ETX: % (25H).

### 3.5 Вывод-ввод программы и коррекции на инструмент

**Вывод программы**


- Режим EDIT
- Ввести принимающее устройство в (SETTING 1) под

«I/O»

- Нажать клавишу .
- Ввести номер программы для передачи (например,:

O22).


При вводе, например, O5 – 15, выполняется вывод всех программ, с номерами с 5 по 15 включительно. При вводе номера 0 – 9999 осуществляется вывод всех программ.

- Нажать клавишу .
- 

**Ввод программы**


- Режим EDIT
- Ввести принимающее устройство в (SETTING 1) под

«I/O»

- Нажать клавишу .
- При вводе с диска или жесткого диска необходимо



ввести номер программы

- Введите номер программы для считывания одной программы (например, 022).
- При вводе, например, 05 – 15, все выполняется считывание всех программ с номерами с 5 по 15 включительно. При вводе 0 – 9999 осуществляется передача всех программ.

Нажать клавишу .



### **Вывод коррекции на инструмент**

- Режим EDIT
- Ввести принимающее устройство в (SETTING 1) под «I/O»


- Нажать клавишу  и .
- Если принимающим устройством является дисковод (A, B или C), дополнительно выполняется передача смещения нуля.


### **Ввод коррекции на инструмент**

- Режим EDIT
- Ввести передающее устройство в (SETTING 1) под «I/O»

- Нажать клавишу  и .

### **Печать программы**





- Принтер должен быть подключен к LPT1 и находиться в состоянии ON LINE.
- Режим EDIT
- Ввести P (принтер) в (SETTING 1) под «I/O»
- Нажать клавишу .
- Ввести номер программы для печати (например, 022), при необходимости вывода на печать одной программы..
- При вводе, например, 05 – 15, все программы с номерами с 5 по 15 включительно выводятся на печать. При вводе номеров 0 – 9999 осуществляется вывод всех программ.

Нажать клавишу .

### 3.6 Выполнение программы


#### Запуск программы обработки

Перед запуском программы, система управления и станок должны быть готовы к выполнению программы.

- Активировать режим EDIT. 
- Нажать клавишу 
- Ввести необходимый номер программы обработки..
- Нажать клавишу 
- Перейти в режим AUTOMATIC.
- Нажать клавишу 

#### Дисплей в ходе выполнения программы


В ходе выполнения программы могут отображаться различные значения.


- Нажать экранную клавишу PRGRM (базовое состояние). В ходе выполнения программы отображается фактический текущий кадр программы.
- Нажать экранную клавишу CHECK. В ходе выполнения программы отображаются текущий кадр программы, текущие позиции, активные команды G и M, скорость, подача и инструмент.
- Нажать клавишу . На экране в увеличенном виде отображаются позиции.


#### Поиск кадра

При помощи данной функции программа обработки может быть запущена с любого программно кадра. При поиске кадра вы-

полняются такие же вычисления, как при нормальном выполнении программы, но движения салазок не происходит.

- Режим EDIT
- Выбрать программы для выполнения.
- Переместить курсор при помощи клавиш  или

 на кадр, с которого должна начаться обработка.

- Перейти в режим AUTOMATIC.
- Запустить программу при помощи клавиши .

**Режимы, используемые при отладке программы и обработке детали:**

### **DRY RUN**

DRY RUN используется для тестирования программы. Основной шпиндель не включается, и все движения выполняются с быстрой подачей.

Если активирована функция DRY RUN, в первой строке на экране отображается DRY.

### **SKIP**

При помощи функции SKIP выполняется пропуск кадров, отмеченных «/» (например: /N0120 G00 X...), а программа продолжается со следующего кадра, не содержащего знака «/».

Если активирована функция SKIP, в первой строке на экране отображается SKIP.

### **Прерывание программы**

Покадровый режим

После каждого программного кадра программа останавливается. Продолжение выполнения программы активируется клавишей





## **M00**

После M00 (программируемый останов) в программе, выполнение программы останавливается. Продолжение программы




активируется клавишей

## **M01**

Если активирована функция OPT.STOP, (дисплей OPT в первой строке экрана) M01 работает как M00, иначе M01 не эффективна.

### **Версия программного обеспечения**

- Нажать клавишу 
- Нажать экранную клавишу DGNOS.
- 

Отображается версия EMCO WinNC и подключенных устройств RS485.

## **3.7 Счетчик деталей и индикатор времени обработки**

Под позиционным дисплеем расположены счетчик деталей и индикатор времени обработки детали (рис.15, 16).

Счетчик деталей указывает количество циклов выполнения программы. Каждая команда M30 (или M02) увеличивает показания счетчика деталей на 1.

Индикатор RUN TIME указывает общее время выполнения всех циклов программы.

Индикатор CYCLE TIME указывает время выполнения текущей программы и сбрасывается на 0 при каждом запуске программы.

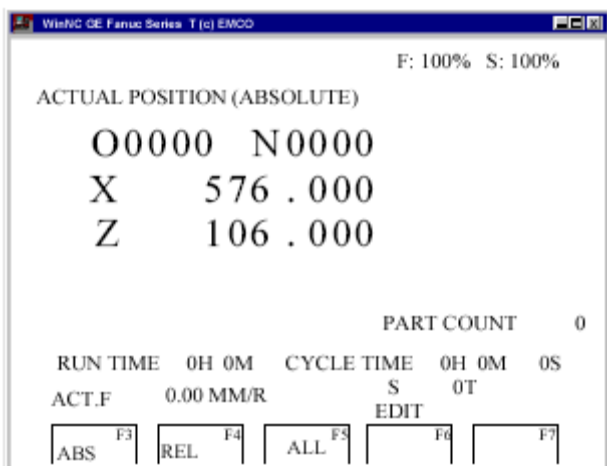


Рис. 15. Счетчик деталей и индикатор времени обработки

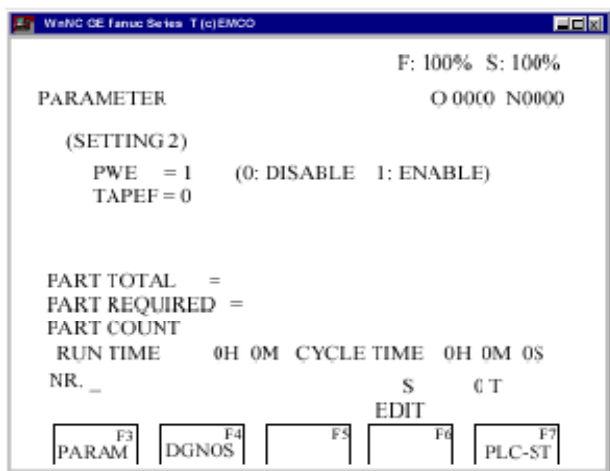


Рис. 16. Настройка счетчика детали

### Сброс счетчика деталей



Сброс счетчика деталей на ноль при нажатии клавиши



(P) и затем



Сброс индикатора RUN TIME

Сброс индикатора RUN TIME (общее время) на ноль при нажатии клавиши  (P) и затем .

### **Предварительная установка счетчика деталей**

Вы можете выполнить предварительные установки счетчика деталей в (SETTING 2). Переместите курсор на необходимое значение и введите новое значение.

### **PART TOTAL:**


Каждая команда M30 увеличивает это количество на 1. В подсчет включается каждый прогон каждой программы (= количество всех прогонов программ).

### **PART REQUIRED:**

Установите количество деталей. По достижении этого количества выполнение программы будет остановлено и отображается сообщение 7043 PIECE COUNT REACHED. После этого последующий запуск программы возможен только после сброса счетчика деталей или увеличения количества деталей.

## **3.8 Графическое моделирование**

Для проверки и отладки управляющей программы имеется возможность графического моделирования программ ЧПУ. Чтобы открыть окно ввода данных для графического моделирования (рис. 17) необходимо:

Нажать клавишу .

Зона моделирования отображается в виде прямоугольного окна, которое определяется верхней правой и нижней левой кромками (рис. 18).

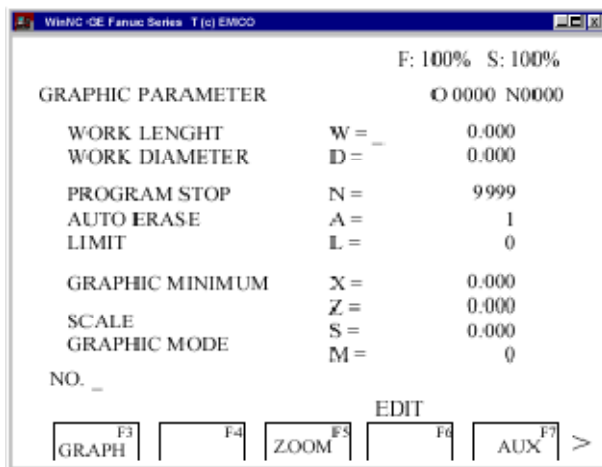


Рис. 17. Окно ввода данных для графического моделирования

**Ввод данных:**


WORK LENGTH (длина детали) W

WORK DIAMETER (диаметр детали) D

Здесь введите верхнюю правую кромку зоны моделирования.

GRAPHIC MINIMUM X,Z

Здесь введите нижнюю левую кромку зоны моделирования.

После нажатия клавиши  отображается экранная клавиша 3DVIEW.

Win3DVIEW является опцией и не входит в базовый пакет программного обеспечения.

Переход в окно моделирования (рис.18) выполняется при помощи клавиши GRAPH.

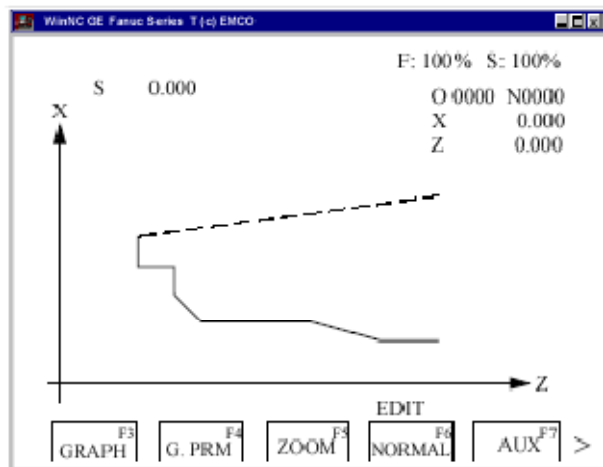


Рис. 18. Окно графической функции

Переход обратно в окно ввода данных для графического моделирования (рис. 17) выполняется при помощи клавиши G.PRM.

Экранная клавиша START – запуск графического моделирования.

Экранная клавиша STOP – остановка графического моделирования.

Экранная клавиша RESET – прерывание графического моделирования.

Движения быстрого перемещения отображаются пунктирными линиями, движения с рабочей скоростью перемещения отображаются сплошными линиями (рис. 18).

## **Библиографический список Основной**

1. *Балла О.М.* Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 368 с.

2. *Звонцов И.Ф.* Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.Ф. Звонцов, К.П. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 588 с.

3. Программирование постоянных запоминающих устройств вычислительных средств систем управления [Электронный ресурс] / Л.Д. Певзнер [и др.]. – Электрон. дан. – Москва: Горная книга, 2010. – 32 с.

## **Дополнительный**

5. *Некрасов Ю.И.* Диагностика процессов нагружения и накопления повреждений инструмента при обработке на станках с ЧПУ [Электронный ресурс]: монография / Ю.И. Некрасов, У.С. Путилова, Р.Ю. Некрасов. – Электрон. дан. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 120 с.

6. *Базаров Е.В.* Проектирование операции обработки на электроэрозионном станке с ЧПУ: Методические указания к лабораторной работе по курсам «Проектирование операции обработки на станках с ЧПУ», «Технология машиностроительного производства» [Электронный ресурс]: метод. указ. / Е.В. Базаров, И.Н. Гемба, Е.А. Заставный. – Электрон. дан. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 16 с.

## Содержание

Общие указания к проведению практических работ .....	3
Практическая работа №1 .....	4
Изучение органов управления и функциональных клавиш .....	4
учебного тренажера.....	4
1.1 Описание клавиатуры управления.....	4
1.2 Клавиатура персональным компьютером .....	11
Практическая работа №2 .....	12
Изучение основных принципов при настройке и .....	12
программировании токарного станка с ЧПУ .....	12
2.1 Базовые точки для токарных станков .....	12
2.2 Система координат и смещение нуля .....	13
2.3 Ввод смещения нуля .....	15
2.4 Измерение данных резца .....	16
2.5 Измерение данных инструмента царапанием .....	19
2.6 Рабочие режимы и операционные последовательности, ....	21
задаваемые селектором режимов пульта тренажера (станка)..	21
2.8 Ввод данных зубчатой передачи .....	23
Практическая работа №3 .....	24
Изучение основных принципов ввода, редактирования и выполнения управляющих программ .....	24
3.1 Установка языка и директории детали .....	24
3.2 Ввод программы .....	24
3.3 Редактирование программы: .....	26
3.4 Настройка последовательного интерфейса.....	28
3.5 Вывод-ввод программы и коррекции на инструмент .....	29
3.6 Выполнение программы .....	31

3.7 Счетчик деталей и индикатор времени обработки.....	33
3.8 Графическое моделирование.....	35
Библиографический список.....	38



## **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ**

*Методические указания к практическим работам  
для студентов бакалавриата направления 15.03.01*

Сост.: *Е.Г. Злотников, А.И. Кексин Д.Ю. Тимофеев*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
машиностроения

Ответственный за выпуск *.Е.Г. Злотников*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 26.05.2021. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 2,3. Усл.кр.-отт. 2,3. Уч.-изд.л. 2,0. Тираж 75 экз. Заказ 473.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2