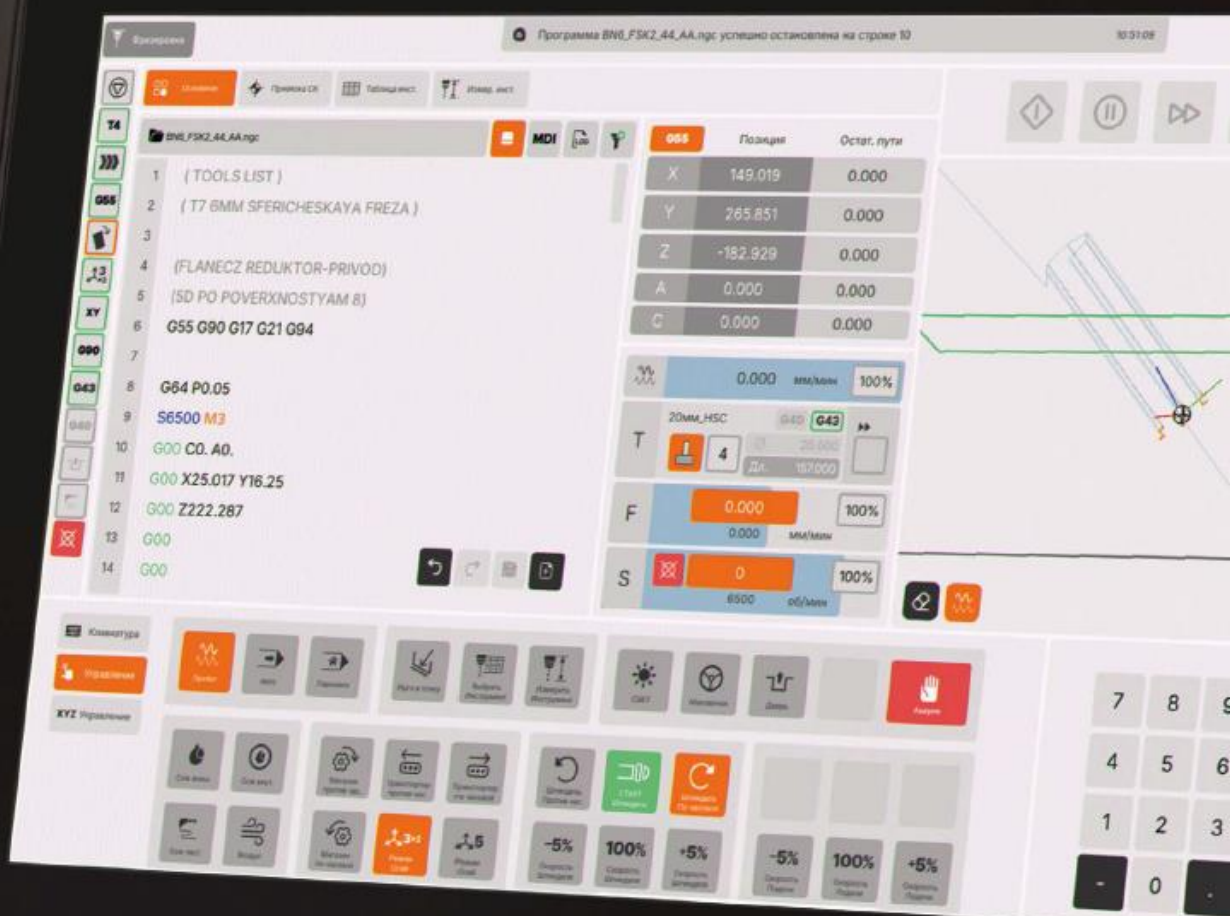


Инструкция по эксплуатации программного обеспечения системы числового программного управления UNIMILL

[Перейти в начало](#)



Индекс команд G-код

G-код	Описание
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2 и G3	Круговая интерполяция
G2.1 и G3.1	Функция круговой интерполяции по трём точкам
G4	Ожидать
G10 L1	Установить инструмент в таблицу
G10 L2	Установка смещения системы координат
G17 до G19	Выбор плоскости
G20 и G21	Единицы измерения
G28	Движения в нулевую точку станка
G30	Движения в установленную точку
G33	Нарезание резьбы
G33.1	Нарезание резьбы с отводом
G38.2 до G38.5	Прямой щуп
G40	Отключить компенсацию резца
G41 и G42	Компенсация резца

<u>G43</u>	Компенсация длины инструмента
<u>G43.4</u>	Включить 5 осевую обратную интерполяцию
<u>G43.7</u>	Изменить значение «длина трансформации»
<u>G43.9</u>	Выключить 5 осевую обратную интерполяцию
<u>G49</u>	Отменить коррекцию длины инструмента
<u>G53</u>	Перемещение в машинной системе координат
<u>G54-G59.3</u>	Смещения системы координат
<u>G61</u>	Режим точного позиционирования
<u>G61.1</u>	Режим точной остановки
<u>G64</u>	Режим максимальной скорости
<u>G68.2</u>	Установить поворотные оси перпендикулярно повернутой поверхности
<u>G69</u>	Отключить G68.2
<u>G73</u>	Цикл сверления с отбиванием стружки
<u>G74</u>	Цикл нарезания левосторонней резьбы с паузой
<u>G80</u>	Отмена текущего постоянного цикла
<u>G81</u>	Цикл сверления
<u>G82</u>	Цикл сверления с паузой

<u>G83</u>	Цикл глубокого сверления
<u>G84</u>	Цикл нарезания правосторонней резьбы с паузой
<u>G85</u>	Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче
<u>G86</u>	Цикл растачивания с выключением шпинделя
<u>G89</u>	Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче с паузой
<u>G90 G91</u>	Абсолютный и относительный режим
<u>G90.1 G91.1</u>	Абсолютный и относительный режим для G2 и G3
<u>G92</u>	Сдвиг нулевых точек всех систем координат
<u>G92.1 G92.2</u>	Отключает смещения G92
<u>G92.3</u>	Восстанавливает смещения G92
<u>G93 G94 G95</u>	Режимы подачи
<u>G96 G97</u>	Режимы скорости шпинделя
<u>G98 G99</u>	Отвод в постоянных циклах
<u>M0 M1</u>	Поставить программу на паузу
<u>M2 M30</u>	Завершить программу
<u>M3 M4 M5</u>	Управление шпинделем
<u>M6 Tn</u>	Автоматическая смена инструмента

<u>M6 Tn P1</u>	Ручная смена инструмента
<u>M7 M8 M9</u>	Управление СОЖ
<u>M19</u>	Положение шпинделя
<u>M48 M49</u>	Управление корректировкой скорости шпинделя и подачи
<u>M98</u>	Вызов подпрограмм
<u>M99</u>	Конец подпрограммы
<u>M700</u>	Сохранить текущее состояния активных G и M кодов
<u>M720</u>	Вернуть состояния G и M кодов сохранённых с помощью M700
О-код	Программирование

Оглавление

Индекс команд G-код	2
Основные кнопки переключения вкладок	13
Рабочие вкладки	14
Модули программного обеспечения	15
Основное	15
Привязка СК.....	16
Таблица инст.....	17
Измер. инст.	18
Состояние.....	19
Панель навигации	21
Панель индикаторов	26
Панель «Управление запуском»	30
Режимы обработки.....	32
Клавиатура.....	36
Управление	37
Раздел режимов	37
Раздел быстрых действий.....	37
Другие кнопки	38
Раздел управления шпинделем	40
Раздел управления подачей.....	42
Управление XYZ	43
Раздел управления холостым ходом	43
Кнопки направления	44
Раздел режима шага	44
Вызвать шпиндель	46
Выбрать инструмент.....	47
Измерить инструмент	49
Старт шпиндель.....	50

Модуль управляющей программы	51
Модуль текущих координат.....	56
Модуль рабочей информации (VTFS)	58
Модуль визуализации.....	63
Привязка Системы Координат.....	67
Привязка СК по текущему положению шпинделя	67
Автоматическое измерение детали	68
Ручное измерение детали	70
Циклы измерения	71
Измерение кромки заготовки по оси X	71
Измерение кромки заготовки по оси Y	73
Измерение кромки заготовки по оси Z.....	75
Установка оси X по кромке заготовки	77
Установка оси Y по кромке заготовки	79
Установка оси Z по плоскости заготовки	81
Поиск центра прямоугольника.....	83
Поиск центра прямоугольного кармана	86
Измерение расстояния между двумя кромками по оси X	88
Измерение расстояния между двумя кромками по оси Y	92
Измерение расстояния между двумя кромками по оси Z.....	96
Измерение наружного прямого угла	98
Измерение внутреннего прямого угла.....	101
Измерение наружного прямого угла с поворотом системы координат	103
Измерение внутреннего прямого угла с поворотом системы координат	106
Измерение вершины любого наружного угла с поворотом СК.....	109
Измерение вершины любого внутреннего угла с поворотом СК.....	112
Измерение центра окружности	115
Измерение центра окружности с поворотом СК.....	117
Измерение центра трёх окружностей с поворотом СК.....	119
Измерение центра четырёх окружностей с поворотом СК	122

Измерение центра отверстия.....	124
Измерение центра отверстий с поворотом СК.....	127
Измерение центра трёх отверстий с поворотом СК.....	129
Измерение центра четырёх отверстий с поворотом СК.....	132
Выравнивание плоскости	135
Параметры и функции калибровок и настроек	137
Калибровка измерительного щупа	137
Калибровка кинематики	139
Настройка поведения измерительного щупа.....	141
Таблица: Смещение привязки системы координат	143
Таблица инструментов	145
Таблица инструментов: Магазин.....	147
Таблица инструментов: Архив	149
Таблица инструментов: Коррекции.....	150
Таблица инструментов: Износ	151
Таблица инструментов: Перегрузка	153
Измерение инструмента	154
Вид измерения инструмента: «Вручную».....	155
Измерение инструмента в автоматическом режиме	156
Калибровка датчика	158
Настройки измерения.....	159
Настройки	159
Настройки: Персонализация	159
Настройки: Пробег, Шпиндель, Подача	160
Настройки: Визуализация.....	160
Пульт управления	162
Описание G-кода.....	164
Быстрое позиционирование.....	164
Линейная интерполяция	164
Круговая интерполяция	164

Функция круговой интерполяции по трём точкам.....	167
Ожидать.....	167
Установить инструмент в таблицу	167
Установка смещения системы координат	168
Выбор плоскости	169
Единицы измерения	169
Движения в нулевую точку станка	169
Движения в установленную точку.....	169
Нарезание резьбы	170
Нарезание резьбы с отводом	170
Прямой щуп	170
Отключить компенсацию резца	171
Компенсация резца.....	172
Компенсация длины инструмента	172
Включить 5 осевую обратную интерполяцию	173
Изменить значение «длина трансформации»	173
Выключить 5 осевую обратную интерполяцию.....	173
Отменить коррекцию длины инструмента	173
Перемещение в машинной системе координат	173
Смещения системы координат	174
Режим точного позиционирования.....	174
Режим точной остановки	174
Режим максимальной скорости.....	174
Установить поворотные оси перпендикулярно повёрнутой поверхности	175
Отключить G68.2.....	175
Цикл сверления с отбиванием стружки	175
Цикл нарезания левосторонней резьбы с паузой	176
Отмена текущего постоянного цикла.....	176
Цикл сверления.....	176
Цикл сверления с паузой	177

Цикл глубокого сверления	177
Цикл нарезания правосторонней резьбы с паузой	178
Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче.....	178
Цикл растачивания с выключением шпинделя	179
Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче с паузой	179
Абсолютный и относительный режим	179
Абсолютный и относительный режим для G2 и G3	180
Сдвиг нулевых точек всех систем координат.....	180
Отключает смещения G92	181
Восстанавливает смещения G92	181
Режимы подачи.....	181
Режимы скорости шпинделя	182
Отвод в постоянных циклах	182
Поставить программу на паузу	183
Завершить программу	183
Управление шпинделем.....	183
Автоматическая смена инструмента	183
Ручная смена инструмента	184
Управление СОЖ	184
Положение шпинделя	184
Управление корректировкой скорости шпинделя и подачи	185
Вызов подпрограмм	185
Конец подпрограммы.....	185
Сохранить текущее состояния активных G и M кодов	185
Вернуть состояния G и M кодов сохранённых с помощью M700.....	186
Частота вращения шпинделя.....	186
Подача	186
Модальные группы	186
Таблица модальных групп G-кодов.....	187
Таблица модальных групп M-кодов	190

Параметры	191
Типы и категории переменных	191
Подпрограммы и макросы.....	192
Определение подпрограммы/макроса	193
Вызов подпрограммы/макроса.....	193
Досрочный возврат/макроса.....	193
Передача параметров в подпрограмму.....	193
Таблица операторов сравнения.....	194
Логические бинарные операторы	195
Таблица арифметических операторов.....	195
Таблица основных математических функций	196
Таблица управляющих конструкций О-кодов	197
Дополнительные элементы управления потоком	198
Важные правила	198

Настоящая инструкция по эксплуатации распространяется на программное обеспечение UNIMILL (далее — программа UNIMILL или ПО UNIMILL), предназначенное для управления фрезерным обрабатывающим комплексом.

Инструкция предназначена для изучения функций и правил работы с ПО UNIMILL и может служить источником сведений о программе для составления соответствующих разделов эксплуатационной документации на **фрезерный обрабатывающий комплекс** (далее — **станок**) производства ООО «НПК МСА».

Работу на станке должен выполнять персонал, прошедший обучение у специалистов компании ООО «НПК МСА» и изучивший в полном объеме эксплуатационную документацию на оборудование, в том числе данную инструкцию. ПО UNIMILL поставляется в комплекте с приобретаемым фрезерным обрабатывающим комплексом либо по запросу через сервисную службу производителя. Адрес и контакты сервисного центра производителя:

ООО «НПК МСА»

192174, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Кибальчича, д. 26Е.

тел.: +7 (812) 622-23-10, +7 (812) 622-23-11, +7 (812) 677-09-21

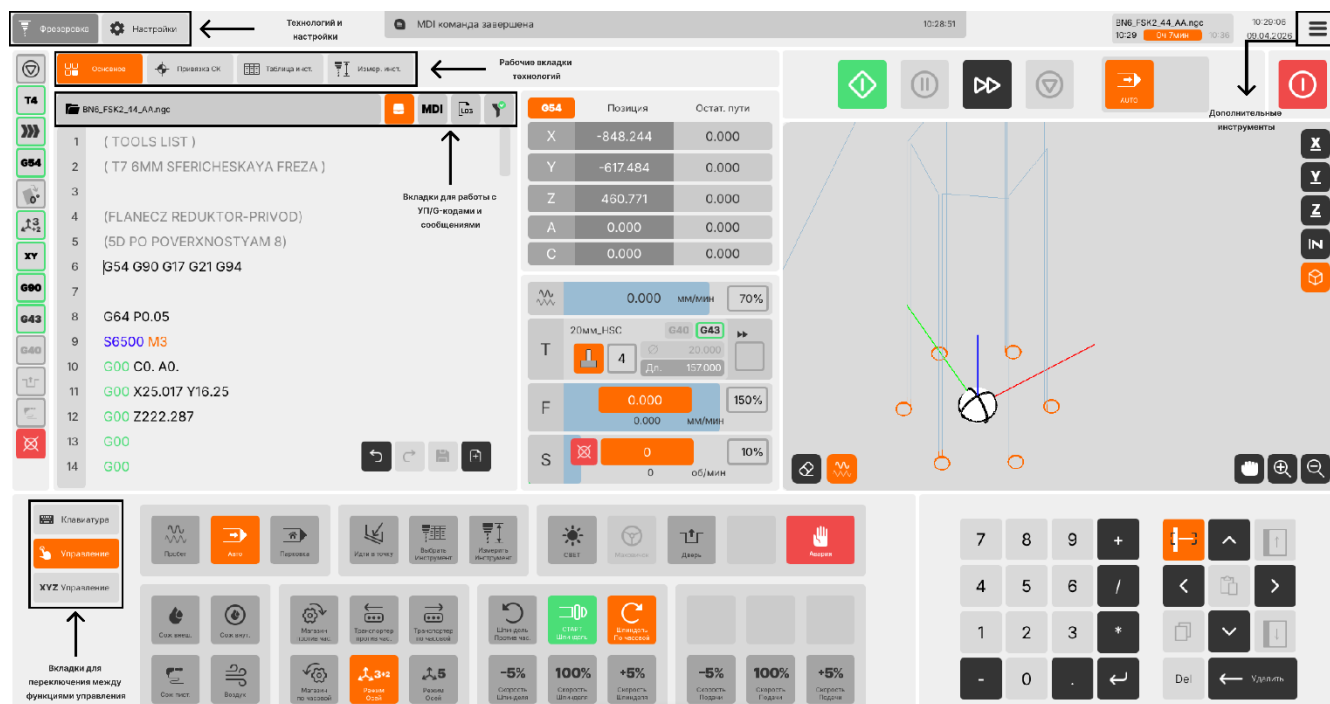
факс: +7 (812) 362-76-36

e-mail: service@unimach.ru

Производитель оставляет за собой право на изменение указанных в настоящей инструкции характеристик, конструкций и дизайна без какого-либо предварительного уведомления!

Классификатор программы 08.06 – Средства управления оборудованием с числовым программным управлением (САМ) (Программное обеспечение (модули), которое должно быть предназначено для подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением).

Основные кнопки переключения вкладок



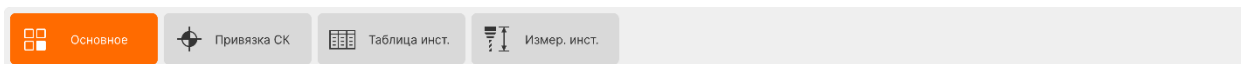
Технологий и настройки – Подробнее о **настройках** можно узнать по [этой ссылке](#).

Вкладки для работы с УП/G-кодами и сообщениями – Подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

Рабочие вкладки технологий – Подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

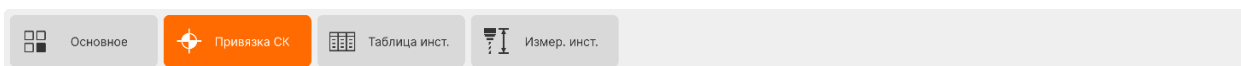
Дополнительные инструменты – Подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

Рабочие вкладки



Основное – Эта вкладка содержит управляющую программу, координаты позиций, визуализацию, информацию о скорости холостого хода, текущем инструменте, скорости подачи и шпинделе.

Подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).



Привязка СК – Этот модуль позволяет пользователю запускать измерительные циклы, а также вносить изменения в таблицу смещений системы координат. Для удобства оператора здесь также отображаются модуль координат и модуль общей информации.

Подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

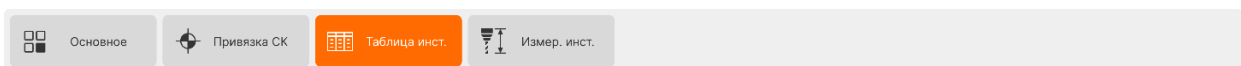
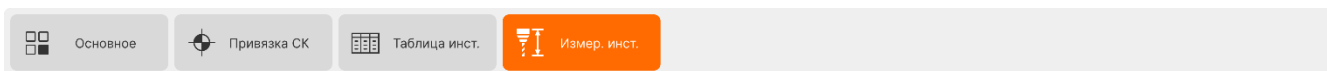


Таблица инст. – В этой вкладке находятся магазин инструментов и архив с неактивными инструментами. Также для удобства оператора предусмотрен модуль быстрого ввода MDI-команд.

Подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).



Измер. инст. – Здесь оператор может измерить или откалибровать инструмент. Для удобства оператора повторно отображаются таблица магазина инструментов, модуль координат и модуль общей информации.

Подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

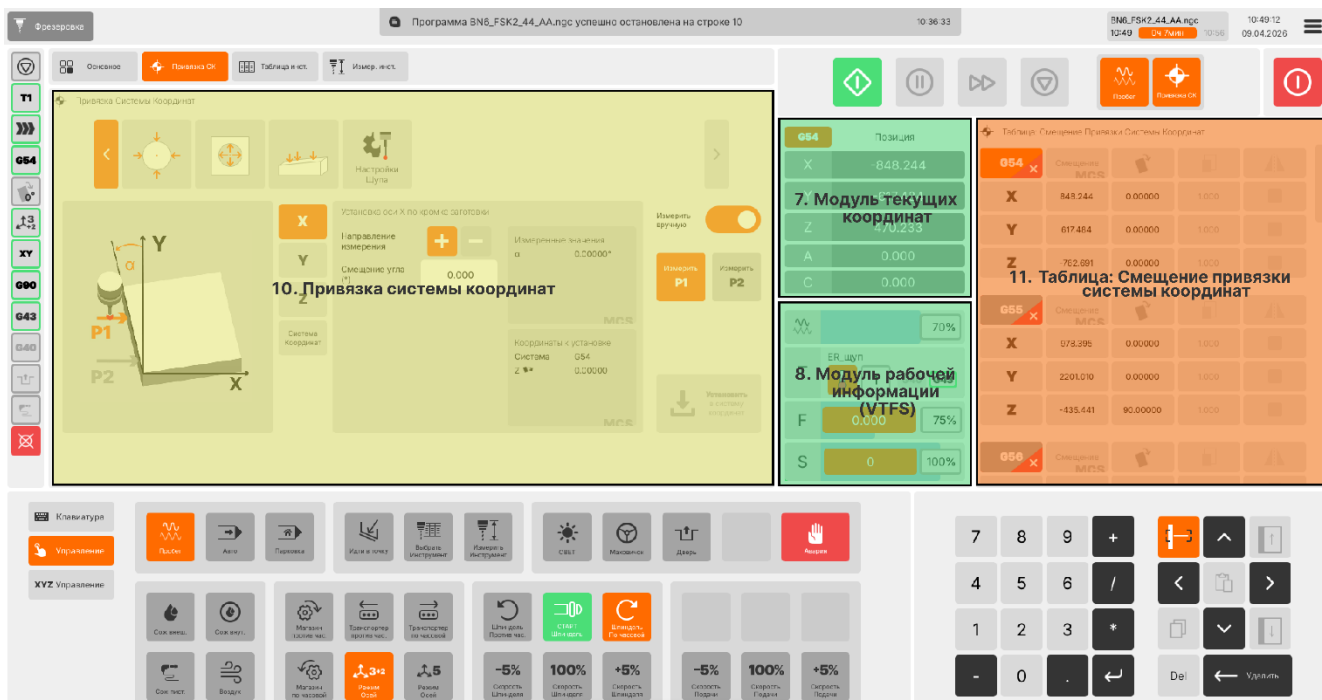
Модули программного обеспечения

Основное



1. **Рабочие вкладки** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
2. **Панель навигации** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
3. **Панель индикаторов** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
4. **Панель управления запуском** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
5. **Модуль управления** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
6. **Модуль управляющий программы** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
7. **Модуль текущих координат** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
8. **Модуль рабочей информации (VTFS)** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
9. **Модуль визуализации** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

Привязка СК



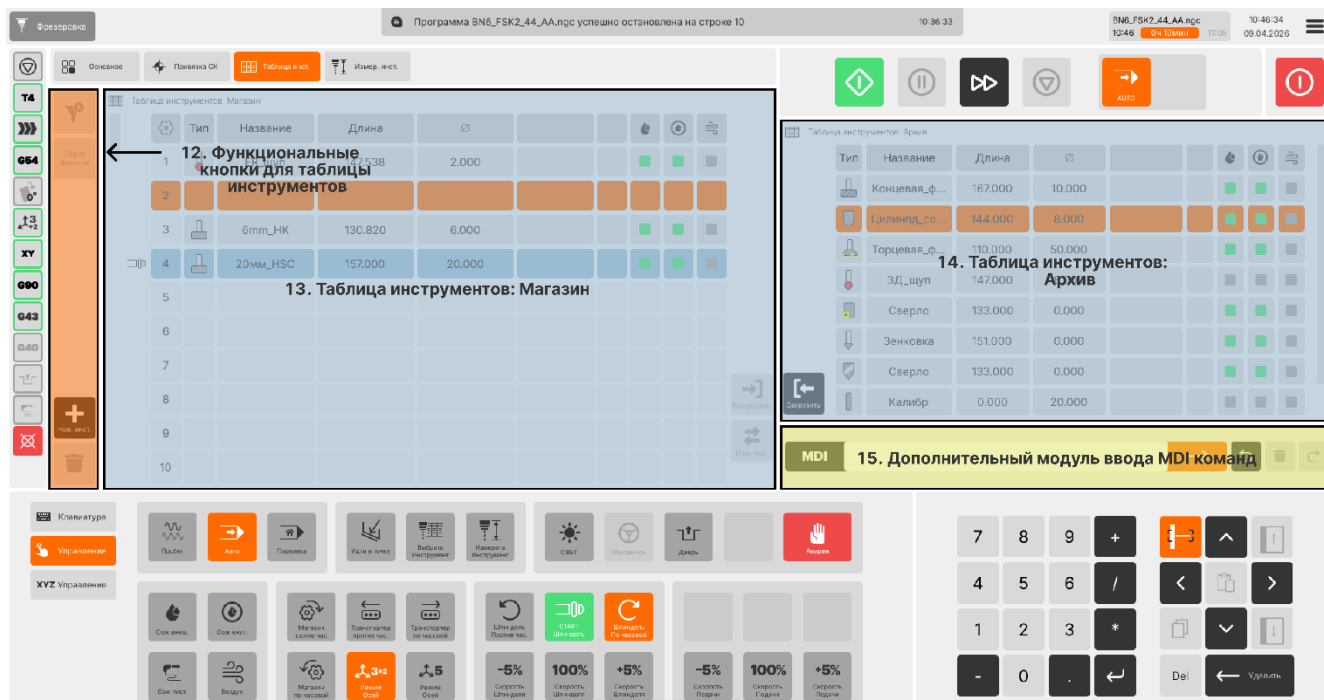
7. Модуль текущих координат – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

8. Модуль рабочей информации (VTFS) – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

10. Привязка системы координат – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

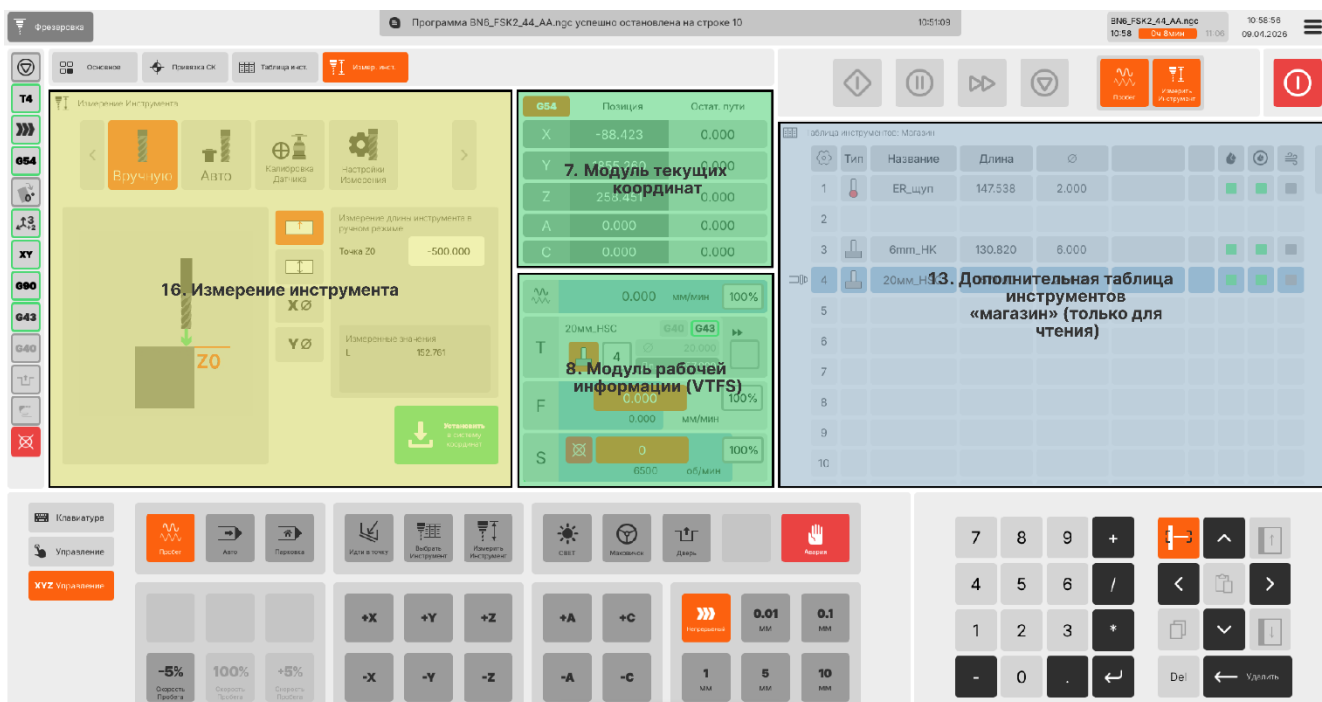
11. Таблица: Смещение привязки системы координат – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

Таблица инст.



12. **Функциональные кнопки для таблицы инструментов** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
13. **Таблица инструментов: Магазин** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
14. **Таблица инструментов: Архив** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).
15. **Дополнительный модуль ввода MDI команд** – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

Измер. инст.



7. Модуль текущих координат – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

8. Модуль рабочей информации (VTFS) – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

13. Таблица инструментов: Магазин – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

16. Измерение инструмента – подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

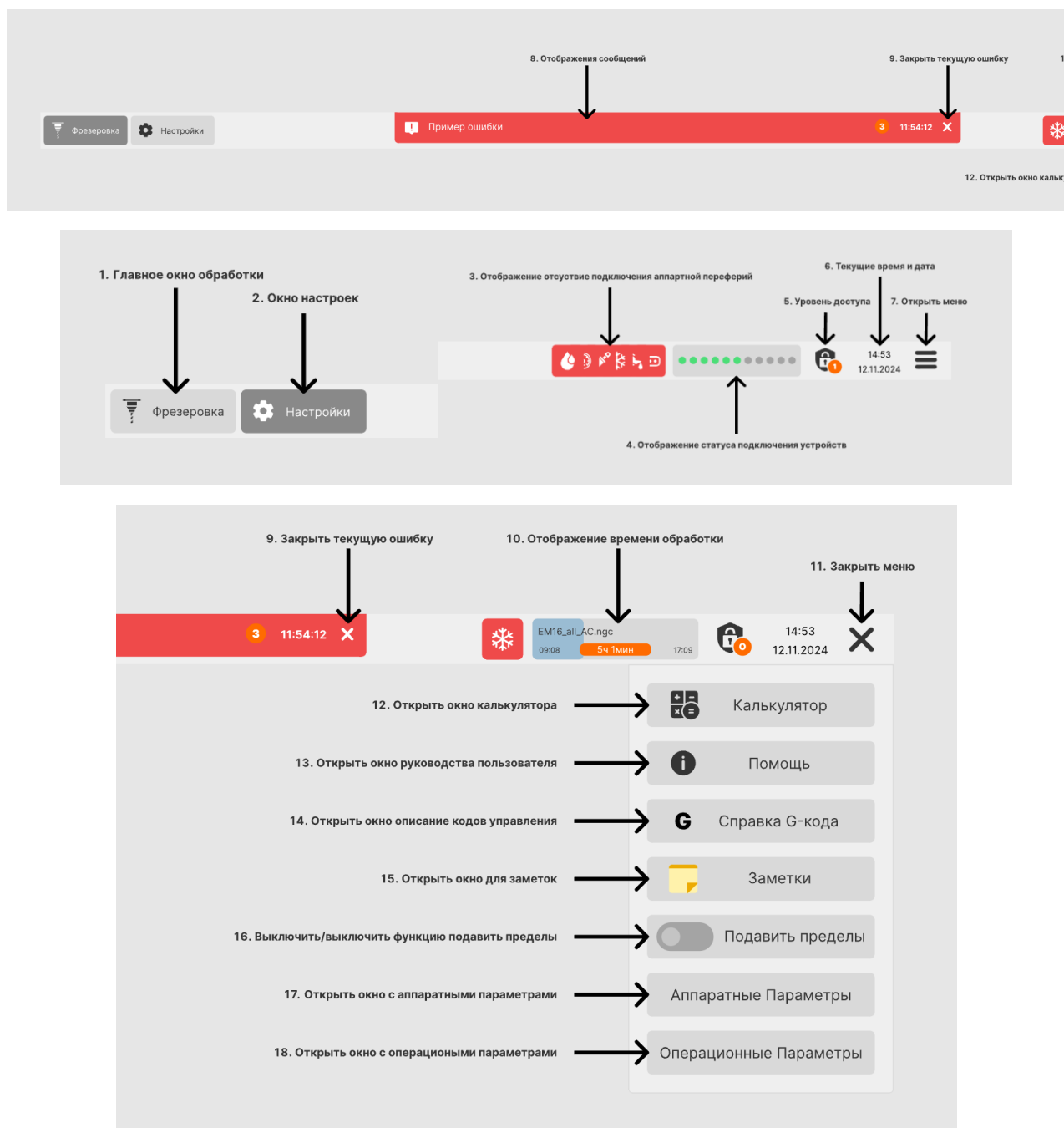
Состояние

Состояние станка – Текущее состояние станка отображается первым значком на панели индикаторов. Об индикаторах можно узнать в разделе по [этой ссылке](#).

Иконка в панели индикаторов	Состояние станка	Описание
	Авария	Станок может войти в состояние аварии, если пользователь нажал на аварийный грибок, кнопку аварии через интерфейс или поступил аварийный сигнал от подключённых устройств. При включении ЧПУ станок находится в этом состоянии. При этом управление движением станка недоступно. Связь с периферийными устройствами не прерывается. Включить станок можно через кнопку «Включить» в панели «Управление запуском».
	Выключен	Обозначает, что станок не припаркован (не занулён), так как станок не понимает, где находится. В этом состоянии у станка нет точки отсчёта, и движения осуществляются по суставам. Чтобы припарковать станок, необходимо начать парковку, используя режим парковки.
	Не припаркован	Обозначает, что УП, команда или цикл сейчас находится на паузе. Станок находится в обработке УП, команды или цикла, поэтому управление и запуск других элементов ЧПУ ограничены. Чтобы выйти из паузы, остановите или продолжите обработку через панель «Управление запуском».
	На паузе	

Иконка в панели индикаторов	Состояние станка	Описание
	В работе	Указывает, что станок сейчас обрабатывает УП, команду или цикл. Станок находится в обработке УП, команды или цикла, поэтому управление и запуск других элементов ЧПУ ограничены. Запустить УП, команду или цикл можно через панель «Управление запуском», команду «MDI» или «Быстрый выбор команд G&M CODE».
	В ожидании	Станок ожидает действия, входит в состояние ожидания при парковке станка или завершении обработки.

Панель навигации



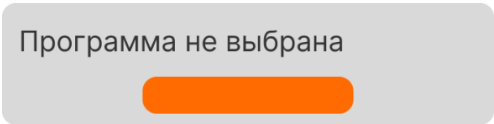
1. **Главное окно обработки** – Вернуться к управлению основной операцией (например, фрезерования). Если станок имеет несколько голов, здесь можно переключаться между ними. Активная вкладка определяет, какой инструмент сейчас под управлением. Управление можно переключать только в состоянии станка «В ожидании».
2. **Окно настроек** – С помощью этой кнопки пользователь может переключаться на окно настроек. О настройках можно узнать в разделе по [этой ссылке](#).
3. **Отображение отсутствия подключения аппаратной периферии** – Подсказывает о работоспособности или ошибке устройств перед работой станка. Пример устройств:

Иконка	Описание
	Одна или несколько станций СОЖ не подключены
	Один или несколько транспортёров не подключены
	Одна или несколько маслостанций не подключены
	Один или несколько чиллеров не подключены
	Одна или несколько систем гидравлики не подключены
	Одна или несколько систем пневматики не подключены

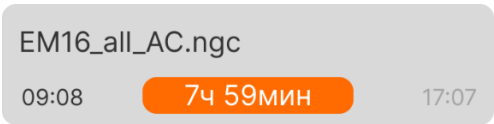
4. **Отображение статуса подключения устройств** – Показывает пользователю статус подключения частотных преобразователей, контроллеров и других устройств. Отображается в состояниях станка: «Авария», «Выключен» и «Не припаркован».
5. **Уровень доступа станка** – Отображает уровень доступа пользователя. Пока этот функционал не реализован.
6. **Время и дата** – Отображает текущие время и дату по данным операционной системы.
7. **Открыть меню** – Открывает всплывающее меню.
8. **Отображение сообщений** – Сообщает пользователю об ошибках, успешных событиях или сообщениях. Сообщения сохраняются во вкладке «Лог».

Графика	Сообщение	Объяснение
	Критическая ошибка	Предупреждает пользователя о критической угрозе
	Ошибка	Предупреждает пользователя об угрозе
	Предупреждение	Предупреждает пользователя о потенциальной угрозе
	Сообщения	Информирует пользователя, может быть вызвано командой (msg, ...)
	Сообщения об успехе	Информирует пользователя об успешном пуске или завершении операции
	Индикатор сообщений	Цифра указывает на количество непрочитанных сообщений

9. **Заккрыть текущую ошибку** – Кнопка закрывает текущую ошибку, если появляется новая ошибка, предыдущая закрывается автоматически. Пользователь может увидеть список всех предыдущих ошибок во вкладке «Лог».

10. Отображение времени обработки – Автоматически рассчитывает время обработки.**Картинка****Описание**

Отсутствует программа

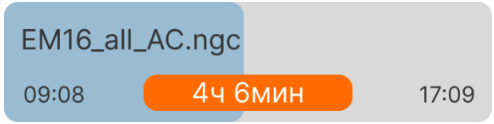


- Программа «EM16_all_AC.ngc» выбрана, но не запущена.

- 09:08 – время предполагаемого старта

- 7 ч 59 мин – расчёт времени обработки

- 17:07 – время окончания, если программу запустить сейчас

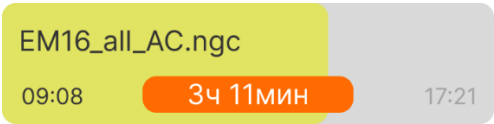


- Программа запущена, синий фон указывает на объём выполненной обработки.

- 09:08 – время старта

- 4 ч 6 мин – расчёт оставшегося времени обработки

- 17:09 – время окончания



- Жёлтый фон указывает, что программа на паузе.

- 09:08 – время старта

- 4 ч 6 мин – расчёт оставшегося времени обработки

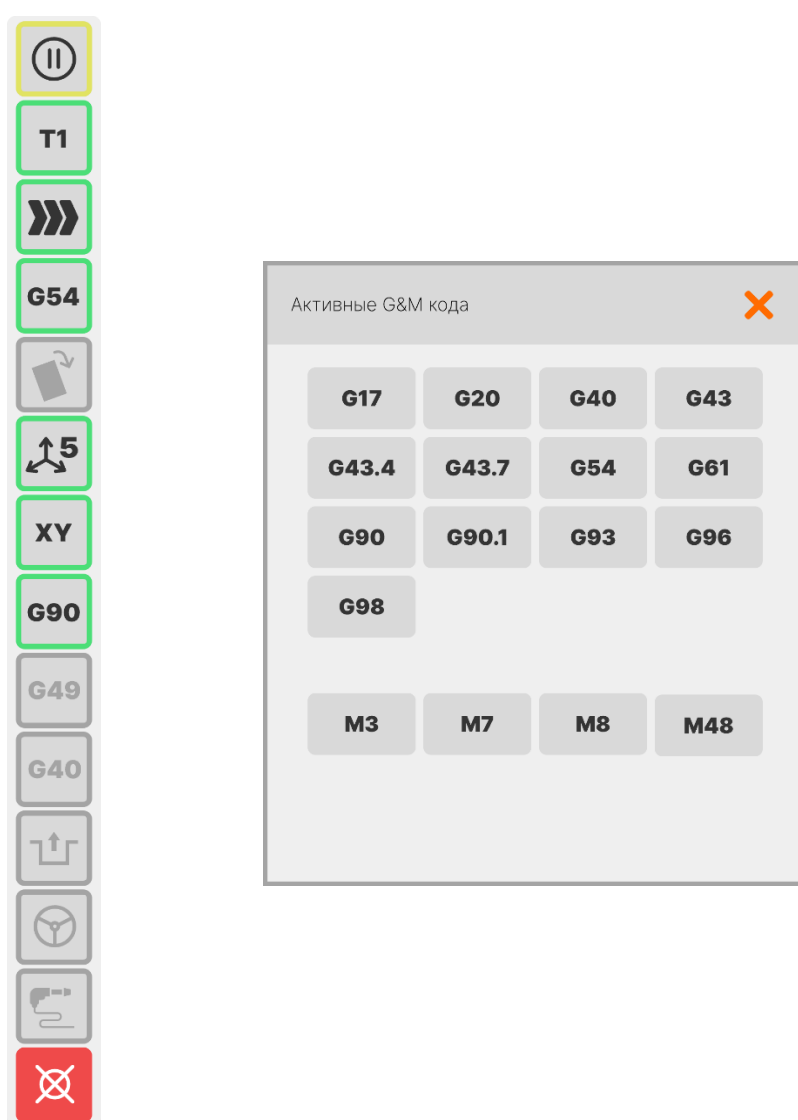
- 17:21 – время окончания, если программу снять с паузы сейчас

11. Закреть меню – Закрывает всплывающее меню.

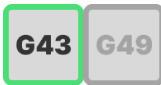
12. **Открыть окно калькулятора** – Открывает окно для простых арифметических вычислений.
13. **Открыть окно руководства пользователя** – Открывает окно с PDF-документом, содержащим полную документацию и описание эксплуатации СЧПУ UNIMILL.
14. **Открыть окно описания кодов управления** – Открывает окно с PDF-документом, содержащим полную документацию G- и M-кодов, а также программирование подпрограмм и макросов.
15. **Открыть окно для заметок** – Открывает маленькое окно для заметок оператора с поддержкой разметки «Markdown».
16. **Включить/выключить функцию подавить пределы** – Функция «подавить пределы» включится только тогда, когда сработает концевой выключатель («концевик»). Без этого она не работает. Эта функция отключает выход в ошибку СЧПУ из-за сработавшего концевого выключателя и из-за выхода за программные границы станка. Используйте эту функцию осторожно, так как она отключает систему безопасности станка. Доступна при уровне доступа «наладчик» и «администратор».
17. **Открыть окно аппаратных параметров** – Не реализовано.
18. **Открыть окно операционных параметров** – Не реализовано.

Панель индикаторов

Панель индикаторов показывает оператору основные состояния станка. При нажатии на панель открывается всплывающее окно с подробным описанием активных G- и M-кодов.

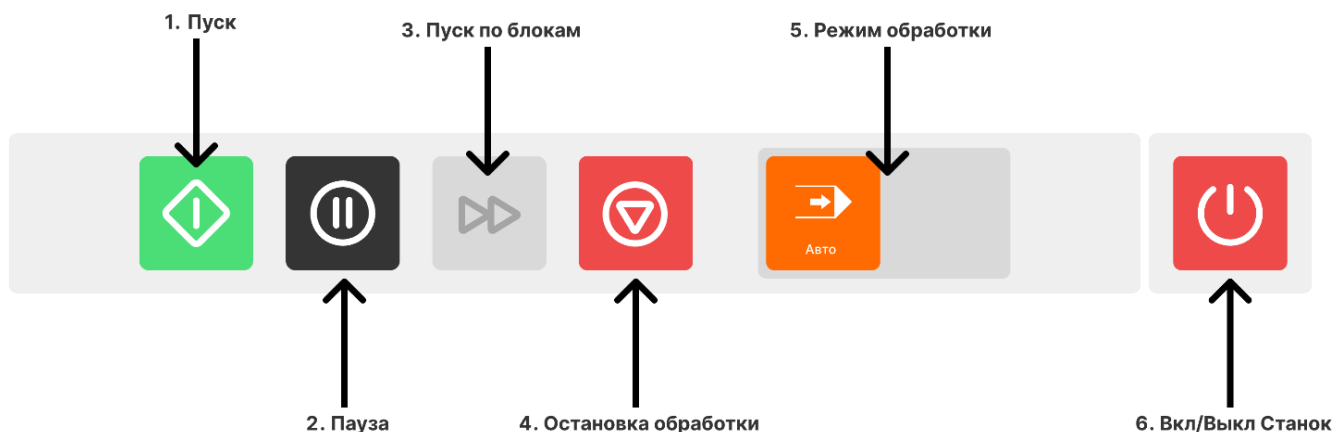


Иконка	Название	Описание
 	Состояние станка	Узнать больше в этом разделе
	Номер текущего инструмента	T0 – указывает на отсутствие выбранного инструмента T1–T999 – указывает на номер текущего инструмента
	Текущая система координат	Указывает на текущую пользовательскую систему координат (от G54 до G59.3). Пустая иконка указывает, что система координат не установлена.
 	Текущий режим шага	Указывает на режим шага, с которым будут выполняться движения в режиме пробег.
	Режим 5-осевой интерполяции	Режим 3+2 указывает на обработку с помощью кода G43.9 Режим 5-осевой одновременной интерполяции указывает на обработку с помощью кода G43.4 Об этих кодах можно узнать больше в руководстве G- и M-кодов.
	Плоскость обработки (G17, G18, G19)	Иконка XY – указывает, что текущая плоскость обработки — XY (G17)

Иконка	Название	Описание
		Иконка ZX – указывает, что текущая плоскость обработки — ZX (G18) Иконка YZ – указывает, что текущая плоскость обработки — YZ (G19) Об этих кодах можно узнать больше в руководстве G- и M-кодов.
	Абсолютные (G90) и относительные (G91) координаты	Об этих кодах можно узнать больше в руководстве G- и M-кодов.
	Смещение длины инструмента	G43 – указывает, что установлено смещение длины инструмента. G49 – указывает, что смещение длины инструмента отсутствует. Об этих кодах можно узнать больше в руководстве G- и M-кодов.
	Смещение диаметра инструмента	G40 – указывает, что смещение диаметра инструмента отсутствует. G41 – указывает, что установлено смещение диаметра инструмента слева от запрограммированного контура. G42 – указывает, что установлено смещение диаметра инструмента справа от запрограммированного контура. Об этих кодах можно узнать больше в руководстве G- и M-кодов.

Иконка	Название	Описание
	Состояние замка двери	Зелёная иконка указывает, что дверь открыта. Серая иконка указывает, что дверь закрыта. Индикатор может отсутствовать в зависимости от комплектации станка. Зелёная иконка указывает, что маховик доступен.
	Состояние электронного маховика	Серая иконка указывает, что маховик заблокирован. Индикатор может отсутствовать в зависимости от комплектации станка. Зелёная иконка указывает, что пистолет СОЖ доступен.
	Состояние пистолета СОЖ	Серая иконка указывает, что пистолет СОЖ заблокирован. Индикатор может отсутствовать в зависимости от комплектации станка. Иконка по часовой стрелке – вращение шпинделя по часовой стрелке (М3). Иконка против часовой стрелки – вращение шпинделя против часовой стрелки (М4). Иконка с крестиком – шпиндель не вращается (М5).
	Состояние шпинделя	

Панель «Управление запуском»



1. **Пуск** – Запускает управляющую программу или цикл в зависимости от текущего режима.

О режимах обработки можно узнать по [этой ссылке](#).

1. **Зелёный цвет** – Указывает, что обработка запущена и выполняется. При нажатии ничего не делает.
2. **Оранжевый цвет** – Кнопка может быть нажата для пуска обработки. Может запустить обработку, если она находится на паузе.
3. **Серый цвет** – Заблокирована.

2. **Пауза** – Останавливает обработку циклов, команд MDI и управляющей программы.

Пауза не может остановить выполнение парковки. Также если шпиндель был включён, пауза не остановит вращение шпинделя.

1. **Чёрный цвет** – Указывает, что обработка находится на паузе. При нажатии снимает обработку с паузы.
2. **Оранжевый цвет** – Кнопка может быть нажата для постановки обработки на паузу.
3. **Серый цвет** – Заблокирована.

3. **Пуск по блокам** – Запускает первую строку управляющей программы или цикла.

Последующие нажатия запускают следующие строки. Пуск по блокам ставит программу

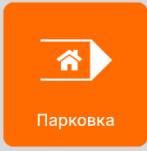
на паузу после обработки строки, поэтому, если снять программу с паузы, она будет обрабатываться как обычно, без пауз.

1. **Чёрный цвет** – При нажатии начинает обработку по блокам.
2. **Серый цвет** – Заблокирована.
4. **Остановка обработки** – Останавливает обработку управляющей программы, цикла или движения парковки. При этом останавливает вращение шпинделя.
 1. **Красный цвет** – Останавливает обработку.
 2. **Серый цвет** – Заблокирована.
5. **Режим обработки** – Показывает оператору, какой режим будет запущен или остановлен кнопками управления запуском. О режимах обработки можно узнать по [этой ссылке](#).
6. **Вкл/Выкл станка** – Кнопка используется для включения и выключения станка.

Выключение станка не влияет на статус парковки станка.

 1. **Красный цвет** – Нажатие на кнопку красного цвета выключает станок.
 2. **Зелёный цвет** – Нажатие на кнопку зелёного цвета включает станок.

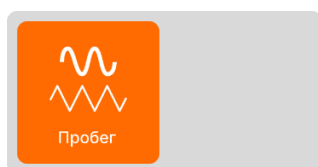
Режимы обработки

Режимы обработки	Название	Описание
	Парковка (зануление)	Выбрать этот режим можно через панель управления в интерфейсе. Режим парковки начинает движение станка в нулевую точку, указанную в конфигурации станка. Последовательность парковки осей: сначала ось Z, затем все остальные оси одновременно. Чтобы снять станок с парковки, в режиме парковки нажмите на кнопку «Пуск». Если оси уже припаркованы, появится сообщение с возможностью снять оси станка с парковки.
	Авто	Выбрать этот режим можно через панель управления в интерфейсе или через пульт на станке. Режим «Авто» запускает текущую выбранную управляющую программу. Как выбрать управляющую программу, можно узнать здесь.
	Авто из строки	Режим «Авто из строки» запускает текущую выбранную управляющую программу из строки, указанной пользователем. Как выбрать строку, из которой запускать программу, можно узнать здесь. Число на индикаторе указывает на строку начала выполнения программы. Программа запустится с вычислением, то есть сначала

Режимы обработки

Название

Описание

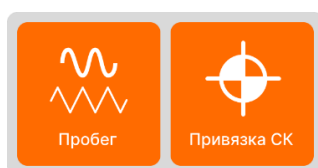


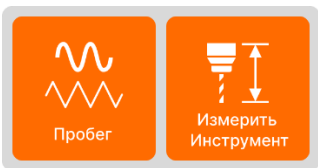
Пробег

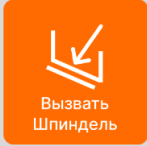
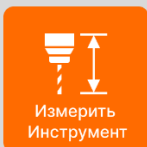
выполнит некоторые предшествующие в файле команды G- и M-кодов, сменит инструмент на тот, который соответствует последней команде M6, и затем приступит к выполнению программы. Список G- и M-кодов, которые будут выполнены, совпадает с теми, которые сохраняются при выполнении команд M700 и M720. О них можно узнать в документации G- и M-кодов.

В режиме «Пробег» оператор может перемещать станок кнопками управления через пульт на станке, через интерфейс или с помощью электронного маховика.

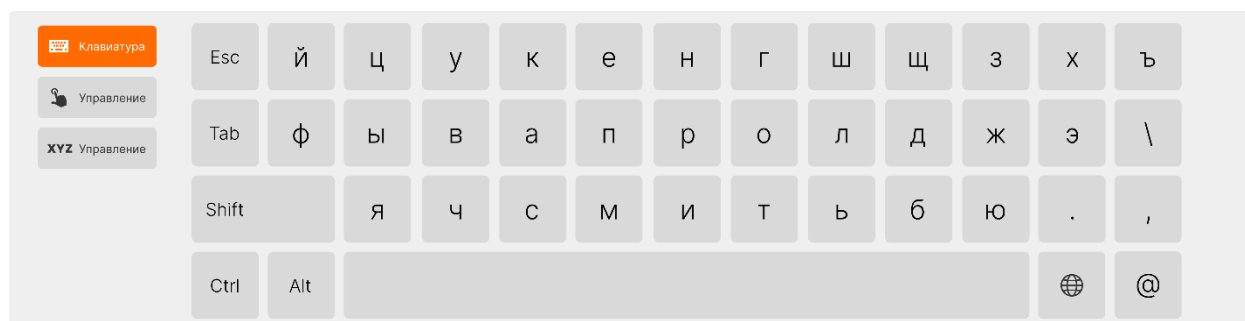
Этот режим позволяет запускать измерительные циклы для привязки системы координат к заготовке. Функционал режима «Пробег» доступен в этом режиме; также появляется возможность запустить текущий выбранный цикл измерения через кнопку «Пуск». Режим можно выбрать, нажав на кнопку режима «Пробег» в панели управления и выбрав вкладку «Привязка СК» в панели вкладок. Узнать больше об измерительных циклах можно по [этой ссылке](#).

Режим запуска
измерительного цикла

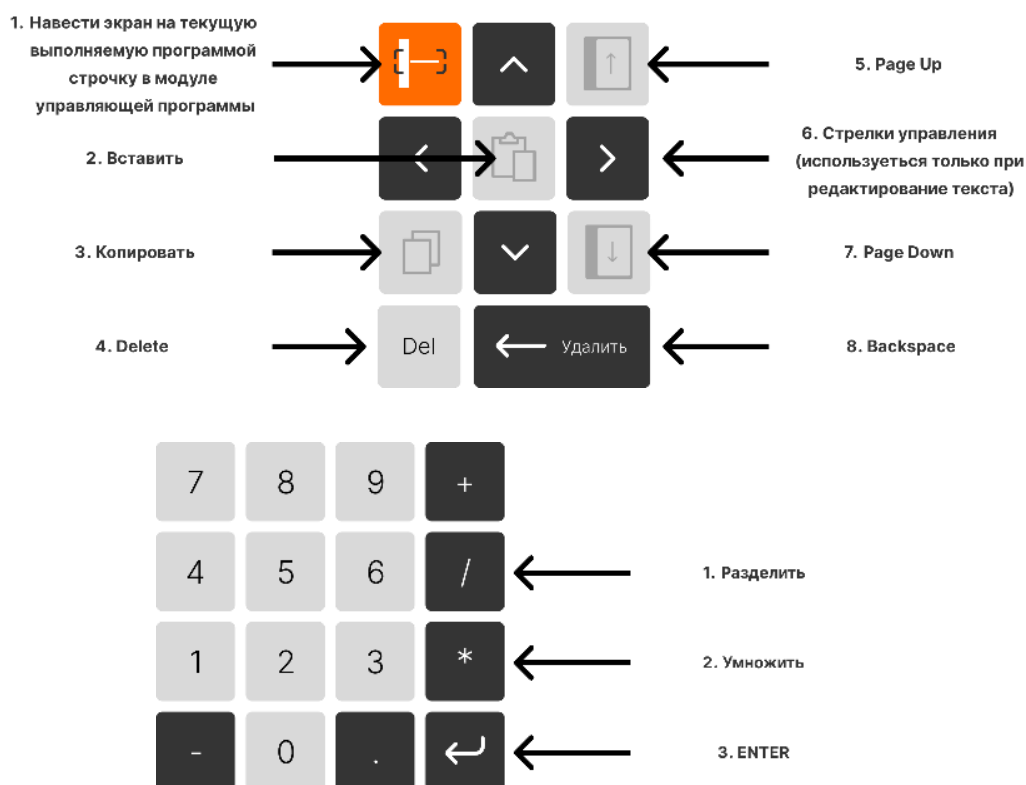
Режимы обработки	Название	Описание
	Режим запуска измерения инструмента	Этот режим позволяет запускать подпрограммы измерения инструмента или измерить инструмент вручную. Функционал режима «Пробег» доступен в этом режиме; также появляется возможность запустить текущую подпрограмму измерения инструмента через кнопку «Пуск». Также можно измерить инструмент вручную. Режим можно выбрать, нажав на кнопку режима «Пробег» в панели управления и выбрав вкладку «Измер. инст.» в панели вкладок. Узнать больше об измерении инструмента можно по этой ссылке.
	MDI	MDI не похож на остальные режимы, так как он не запускается через кнопку «Пуск». Команду можно запустить в любом режиме через ввод MDI. Подробнее о вводе команд можно узнать по этой ссылке. Индикатор режима MDI будет виден только при обработке команды. MDI-команды могут быть поставлены на паузу и остановлены через кнопки управления запуском.

Режимы обработки	Название	Описание
 Вызвать Шпиндель	Быстрые команды	Быстрые команды представляют собой команды MDI, которые запускаются через панель управления, в разделе быстрых действий. Обозначаются другой иконкой для удобства оператора.
 Выбрать Инструмент		
 Измерить Инструмент		

Клавиатура

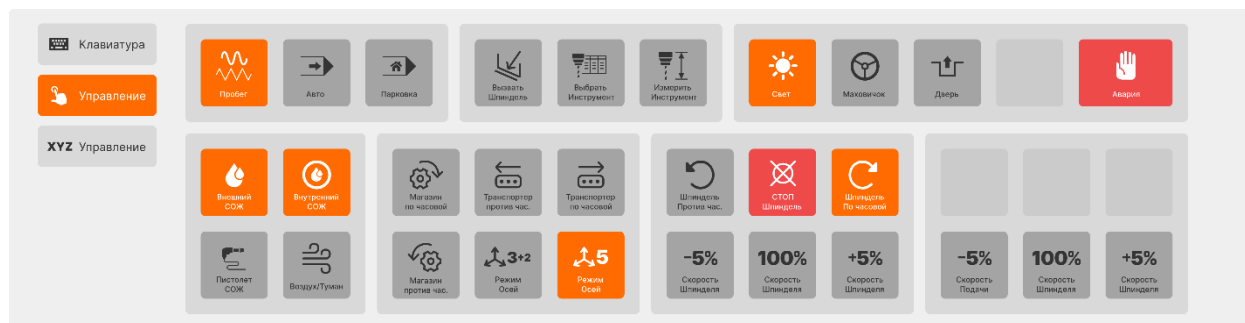


Клавиатура – Через вкладку клавиатуры в модуле управления пользователь может вводить данные через сенсорный экран или используя компьютерную мышь.

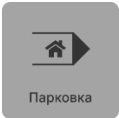


Клавиатурная панель – На этой панели есть дополнительные кнопки управления модулем управляющей программы и редактирования текста.

Управление

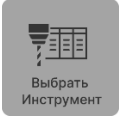


Раздел режимов

Кнопка	Функция	Описание
	Включает/выключает режим «Пробег»	Подробнее можно узнать по этой ссылке .
	Включает/выключает режим «Авто»	Подробнее можно узнать по этой ссылке .
	Включает/выключает режим «Парковка»	Подробнее можно узнать по этой ссылке .

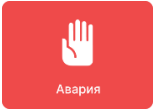
Раздел быстрых действий

Кнопка	Функция	Описание
	Открывает всплывающую панель «Вызвать шпиндель»	Подробнее можно узнать по этой ссылке .

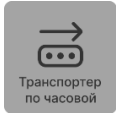
Кнопка	Функция	Описание
	Открывает всплывающую панель «Выбрать инструмент»	Подробнее можно узнать по этой ссылке .
	Открывает всплывающую панель «Измерить инструмент»	Подробнее можно узнать по этой ссылке .

Другие кнопки

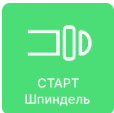
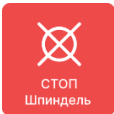
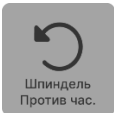
Функции могут отсутствовать в зависимости от комплектации станка.

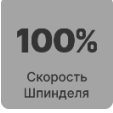
Кнопка	Функция	Описание
	Включает/выключает подсветку на станке	
	Включает/выключает работу замка на двери станка	С включённым замком дверь будет невозможно открыть.
	Включает/выключает работу электронного маховика станка	Работа электронного маховика возможна только в режиме «Пробег» и его подрежимах.
	Включает/выключает аварийное состояние станка	Подробнее про состояние станка можно узнать по этой ссылке .

Кнопка	Функция	Описание
	Включает/выключает подачу внешней СОЖ	
	Включает/выключает подачу внутренней СОЖ	
	Включает/выключает блокировку подачи СОЖ в пистолет	
	Включает/выключает подачу воздуха или тумана	
	Поворачивает револьвер магазина инструментов против часовой стрелки на один инструмент	
	Поворачивает револьвер магазина инструментов по часовой стрелке на один инструмент	
	Включает/выключает движение транспортёра против часовой стрелки	При включении запускается движение транспортёра в указанном направлении. Повторное нажатие на включённую кнопку останавливает движение.

Кнопка	Функция	Описание
	Включает/выключает движение транспортёра по часовой стрелке	При включении запускается движение транспортёра в указанном направлении. Повторное нажатие на включённую кнопку останавливает движение.
	Включает режим G43.9 (Режим 3+2 осей)	Кнопка включена, если текущий режим — 3+2 осей. Подробнее о команде G43.9 можно узнать по этой ссылке .
	Включает режим G43.4 (Режим 5 осей)	Кнопка включена, если текущий режим — 5 осей. Подробнее о команде G43.4 можно узнать по этой ссылке .

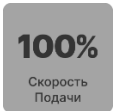
Раздел управления шпинделем

Кнопка	Функция	Описание
	Включить/выключить шпиндель	Стоп шпинделя – Если шпиндель включён, его можно выключить с помощью этой кнопки. Если шпиндель был включён в управляющей программе, его можно выключить только если программа на паузе. Старт шпинделя – Открывает всплывающую панель управления шпинделем, подробнее можно узнать по этой ссылке .
		
	Функция 1: Индикатор направления вращения. Функция 2: Начать вращение против	Функция 1: Когда запущена управляющая программа, эту кнопку невозможно нажать. Она подсказывает оператору, в каком направлении сейчас вращается шпиндель. Функция 2: Если установлено значение S, вы можете нажать на эту

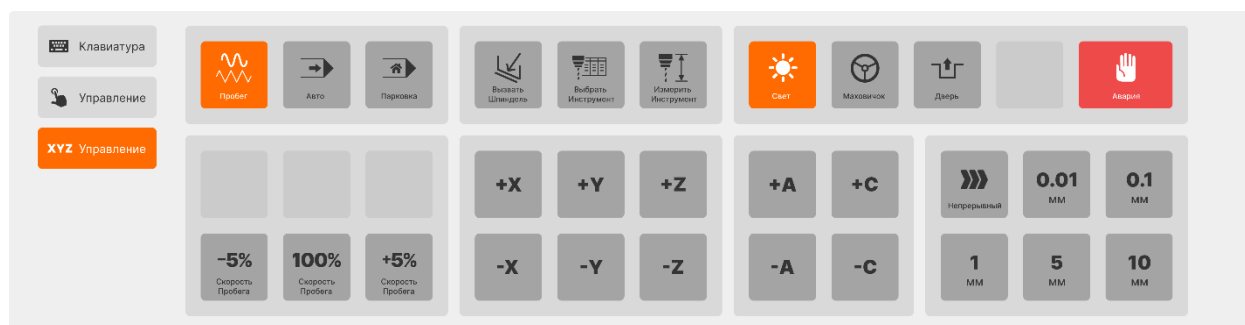
Кнопка	Функция	Описание
 Шпиндель По часовой	часовой стрелки с текущим значением S.	кнопку и запустить шпиндель с текущей скоростью S (вращение будет осуществляться в выбранном направлении). Установленное значение S можно узнать в модуле VTFS с рабочей информацией.
	Функция 1: Индикатор направления вращения. Функция 2: Начать вращение по часовой стрелке с текущим значением S.	Функция 1: Когда запущена управляющая программа, эту кнопку невозможно нажать. Она подсказывает оператору, в каком направлении сейчас вращается шпиндель. Функция 2: Если установлено значение S, вы можете нажать на эту кнопку и запустить шпиндель с текущей скоростью S (вращение будет осуществляться в выбранном направлении). Установленное значение S можно узнать в модуле VTFS с рабочей информацией.
	Уменьшает скорость шпинделя на 5% от установленного «мастер»-значения S	
	Устанавливает скорость шпинделя на 100% от установленного «мастер»-значения S	
	Увеличивает скорость шпинделя на 5% от	

Кнопка	Функция	Описание
	установленного «мастер»-значения S	

Раздел управления подачей

Кнопка	Функция	Описание
	Уменьшает скорость подачи на 5% от установленного «мастер»-значения F	Кнопка по умолчанию отключена (её возможно включить в настройках).
	Устанавливает скорость подачи на 100% от установленного «мастер»-значения F	Кнопка по умолчанию отключена (её возможно включить в настройках).
	Увеличивает скорость подачи на 5% от установленного «мастер»-значения F	Кнопка по умолчанию отключена (её возможно включить в настройках).

Управление XYZ



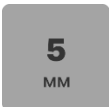
Раздел управления холостым ходом

Кнопка	Функция	Описание
	Уменьшает скорость холостого хода на 5% от установленного максимума	Кнопка по умолчанию отключена (её возможно включить в настройках).
	Устанавливает скорость холостого хода на 100% от установленного максимума	Кнопка по умолчанию отключена (её возможно включить в настройках).
	Увеличивает скорость холостого хода на 5% от установленного максимума	Кнопка по умолчанию отключена (её возможно включить в настройках).

Кнопки направления

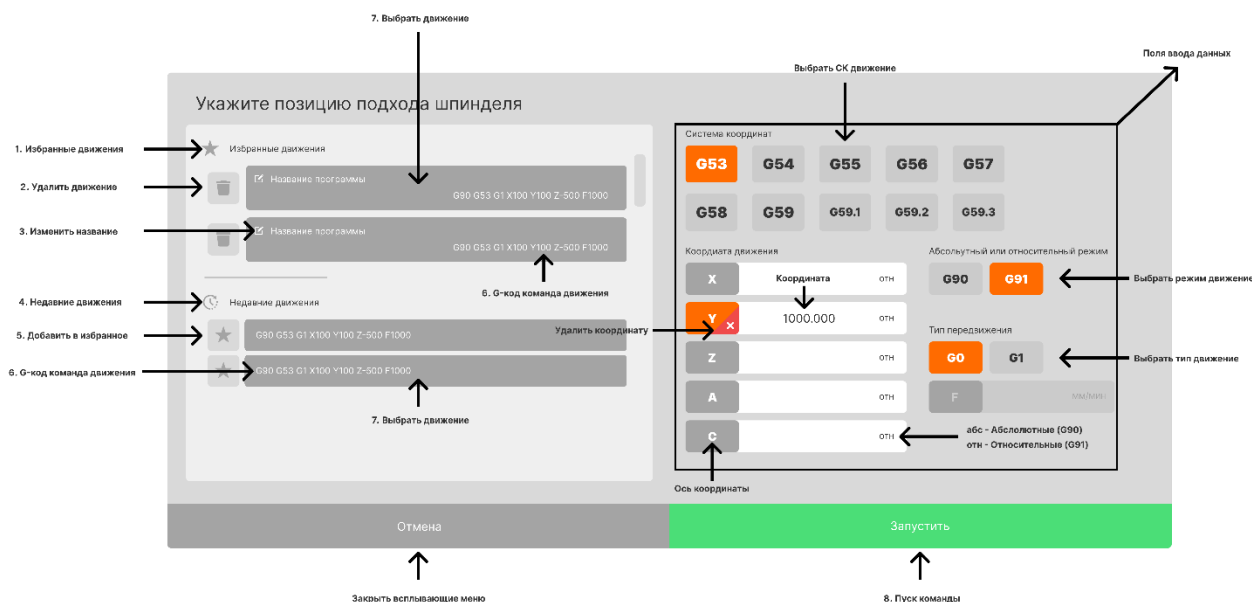
Кнопки	Функция	Описание
+X +Y +Z +A +B +C	Движение с холостой скоростью в положительном направлении выбранной оси	
-X -Y -Z -A -B -C	Движение с холостой скоростью в отрицательном направлении выбранной оси	

Раздел режима шага

Кнопка	Функция	Описание
 Непрерывный	Непрерывный режим	Нажатие на кнопки направления в интерфейсе или на пульте управления приводит станок в непрерывное движение.
 10 мм	10 миллиметров	Нажатие на кнопки направления в интерфейсе или на пульте управления приводит к перемещению на 10 миллиметров в выбранном направлении.
 5 мм	5 миллиметров	Нажатие на кнопки направления в интерфейсе или на пульте управления приводит к перемещению на 5 миллиметров в выбранном направлении.

Кнопка	Функция	Описание
	1 миллиметр	Нажатие на кнопки направления в интерфейсе или на пульте управления приводит к перемещению на 1 миллиметр в выбранном направлении.
	0,1 миллиметра	Нажатие на кнопки направления в интерфейсе или на пульте управления приводит к перемещению на 0,1 миллиметра в выбранном направлении.
	0,01 миллиметра	Нажатие на кнопки направления в интерфейсе или на пульте управления приводит к перемещению на 0,01 миллиметра в выбранном направлении.

Вызвать шпиндель

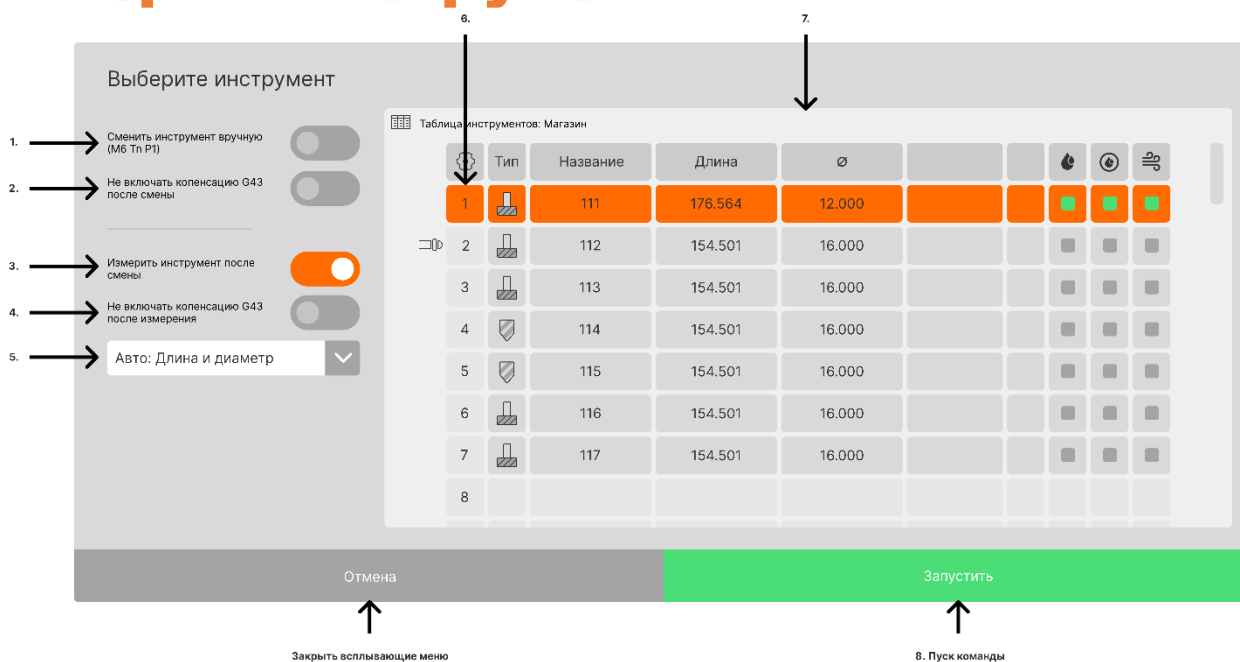


Открыть панель «вызвать шпиндель» можно через кнопку «вызвать шпиндель» в разделе быстрых действий. С помощью этой панели оператор может запускать команды движения в запомненные координаты, а также быстро вносить новые команды движения шпинделя.

- 1. Избранные движения** – Список избранных движений позволяет оператору хранить часто используемые команды движения. Оператор может запустить их без ввода данных.
- 2. Удалить движение** – Полностью удаляет избранное движение из списка.
- 3. Изменить название** – Позволяет изменить название движения, которое показано на карточке движения. Чтобы изменить название, необходимо дважды нажать на карточку — после этого появится возможность изменить название.
- 4. Недавние движения** – Список недавних движений показывает оператору все движения, которые были запущены через панель «вызвать шпиндель». Оператор может запустить их без ввода данных.
- 5. Добавить в избранное** – С помощью этой кнопки оператор может добавить недавние движения в список избранных движений.

6. **G-код команды движения** – Показывает пользователю, какой набор команд запустится в режиме MDI.
7. **Выбрать движение** – Если пользователь нажмёт на карточку движения, G-код команды движения запишется в поля ввода данных панели «вызвать шпиндель». После этого пользователь сможет запустить движение с помощью кнопки «Запустить команду».
8. **Запустить команду** – При нажатии запускает текущую MDI-команду, используя данные из полей ввода панели «вызвать шпиндель». Если кнопка серая, это означает, что недостаточно данных для выполнения команды.

Выбрать инструмент



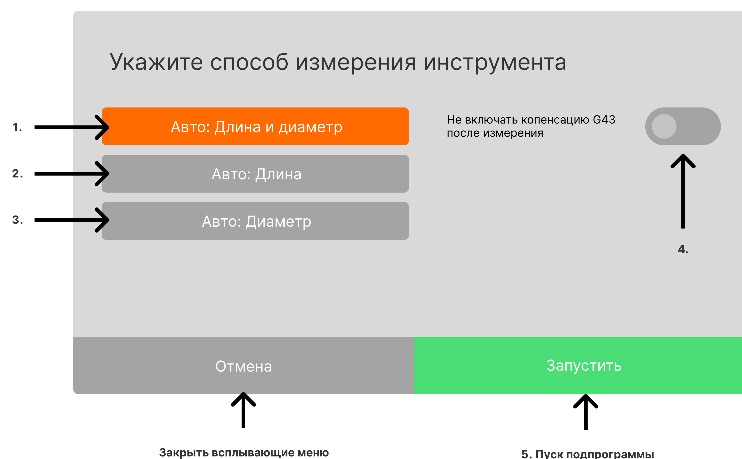
Открыть панель «Выбрать инструмент» можно через кнопку «Выбрать инструмент» в разделе быстрых действий. С помощью этой панели оператор может запускать команды для смены инструмента, а также измерять инструменты сразу после смены.

1. **Переключатель** позволяет оператору выбрать инструмент без автоматической смены (ручная смена). Необходимо выбрать инструмент (см. пункт 6). После нажатия на кнопку «Запустить» (пункт 8) запустится команда «M6 Tn P1», где «n» – номер инструмента.

После смены применяется компенсация длины нового инструмента (G43), если не активирован переключатель из пункта 2.

2. **Переключатель** позволяет сменить инструмент, не применяя компенсацию длины инструмента (G43). Работает как для автоматической, так и для ручной смены инструмента.
3. **Переключатель** позволяет оператору сменить и измерить инструмент в одном цикле. Переключатель недоступен при ручной смене инструмента. После автоматической смены выполняется измерительный цикл, выбранный в пункте 5.
4. **Переключатель** позволяет сменить инструмент, выполнить измерение и не применять компенсацию длины инструмента (G43). Работает только для автоматической смены инструмента.
5. Позволяет оператору выбрать способ измерения инструмента. Варианты: измерение длины, измерение диаметра, измерение длины и диаметра.
6. **Выбор инструмента** – оператор может выбрать инструмент для смены, нажав на карточку инструмента – карточка выделится оранжевым цветом.
7. **Таблица инструментов: Магазин** – о таблице можно узнать по [этой ссылке](#).
8. **Запуск команды** – запускает команду, сформированную через панель. После смены применяется компенсация длины нового инструмента (G43), если не активированы переключатели из пунктов 2 или 4.

Измерить инструмент



Открыть панель «Измерить инструмент» можно через кнопку «Измерить инструмент» в разделе быстрых действий. С помощью этой панели оператор может быстро запускать циклы измерения инструмента.

1. **Выбор вида измерения** – Оператор может выбрать этот вид, нажав на него. При нажатии на кнопку «Запустить» (пункт 5) запустится цикл измерения инструмента «Авто: Длина и диаметр».
2. **Выбор вида измерения** – Оператор может выбрать этот вид, нажав на него. При нажатии на кнопку «Запустить» (пункт 5) запустится цикл измерения инструмента «Авто: Длина».
3. **Выбор вида измерения** – Оператор может выбрать этот вид, нажав на него. При нажатии на кнопку «Запустить» (пункт 5) запустится цикл измерения инструмента «Авто: Диаметр».
4. **Переключатель** – Позволяет не применять компенсацию длины инструмента (G43) после измерения.
5. **Пуск команды** – Сразу запускает команду, которая была выбрана через панель. Применяет компенсацию длины инструмента (G43) после измерения, если не активирован переключатель (пункт 4).

Старт шпиндель

Установите скорость и направление вращения

1. Поле ввода скорости вращения

↓

3000 Об/мин

2. Выбор направления вращения

3. Быстрый выбор оборотов в минуту

Шпиндель
Против час.

Шпиндель
По час.

1000 Об/мин

6000 Об/мин

8000 Об/мин

10000 Об/мин

12000 Об/мин

Отмена

Запустить

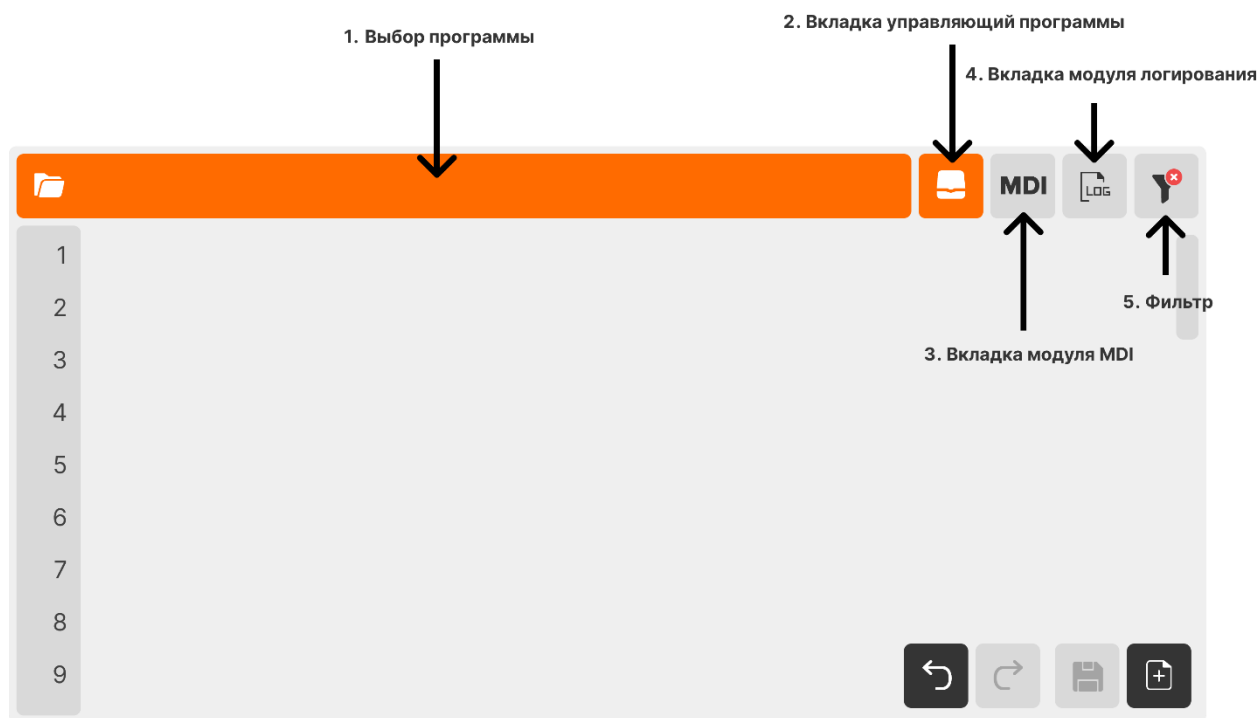
↑

Заккрыть всплывающее меню

4. Пуск команды

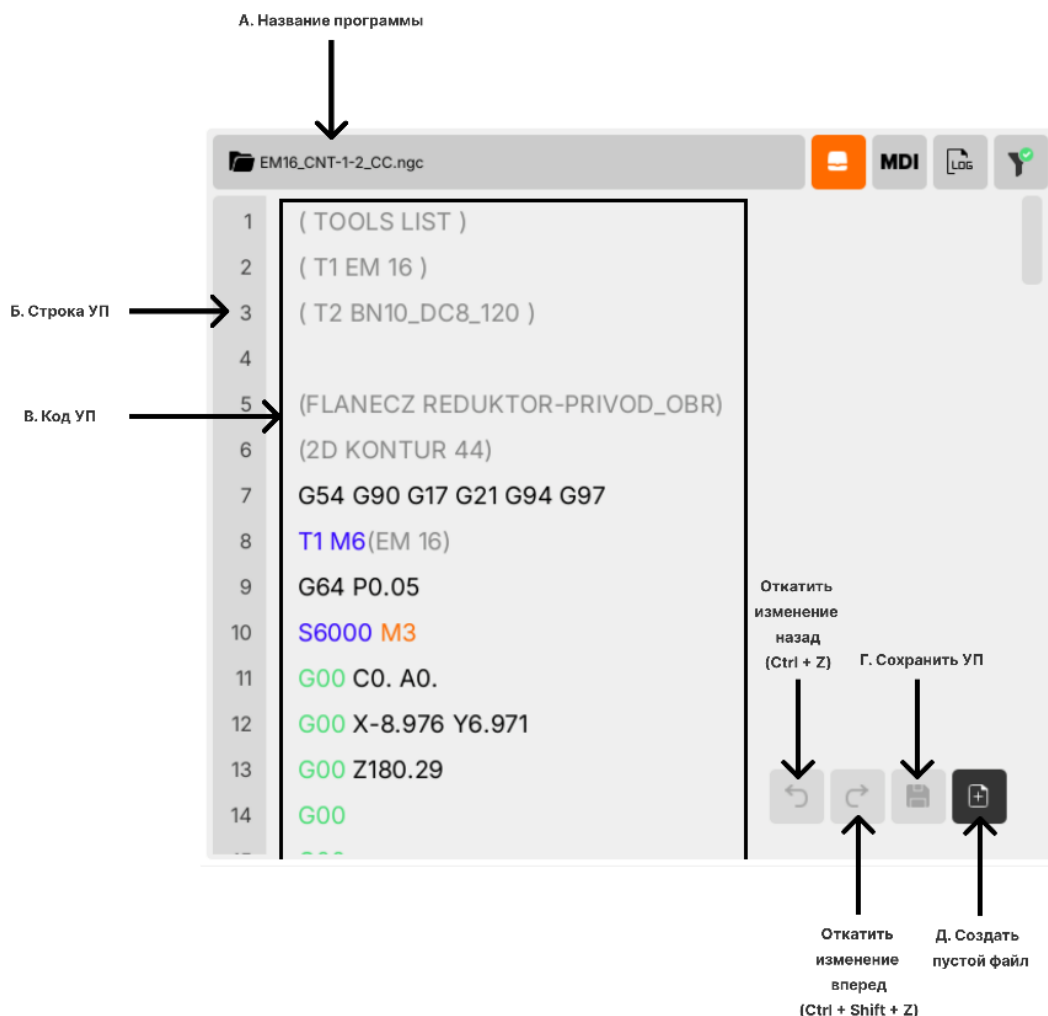
- 1. Поле ввода скорости вращения** – оператор указывает желаемые обороты шпинделя
- 2. Выбор направления вращения** – оператор выбирает направление вращения шпинделя
- 3. Быстрый выбор оборотов в минуту** – оператор может выбрать обороты из сформированного списка. Его можно изменить в настройках, по [этой ссылке](#).
- 4. Пуск команды** – после нажатия на «запустить» станок начнёт раскручивать шпиндель.

Модуль управляющей программы



1. **Выбор программы** – При нажатии открывает проводник установленной ОС и даёт пользователю возможность выбрать файл управляющей программы для обработки станком. Если вы не можете найти вашу программу, убедитесь, что файл имеет одно из следующих расширений: .txt, .gcode, .nc, .ngc, .k.

2. Вкладка управляющей программы



А. Название программы – Показывает название выбранного файла управляющей программы.

Б. Строка УП – Отображает строки G-кода в управляющей программе. Нажатие на строку выбирает её для запуска в режиме «Авто из строки».

В. Код УП – Пользователь может просматривать G-код с выделением команд отдельными цветами в управляющей программе. Также можно редактировать содержимое управляющей программы, только когда станок находится в ожидании. С помощью кнопок «Копировать» и «Вставить» можно копировать и вставлять целые

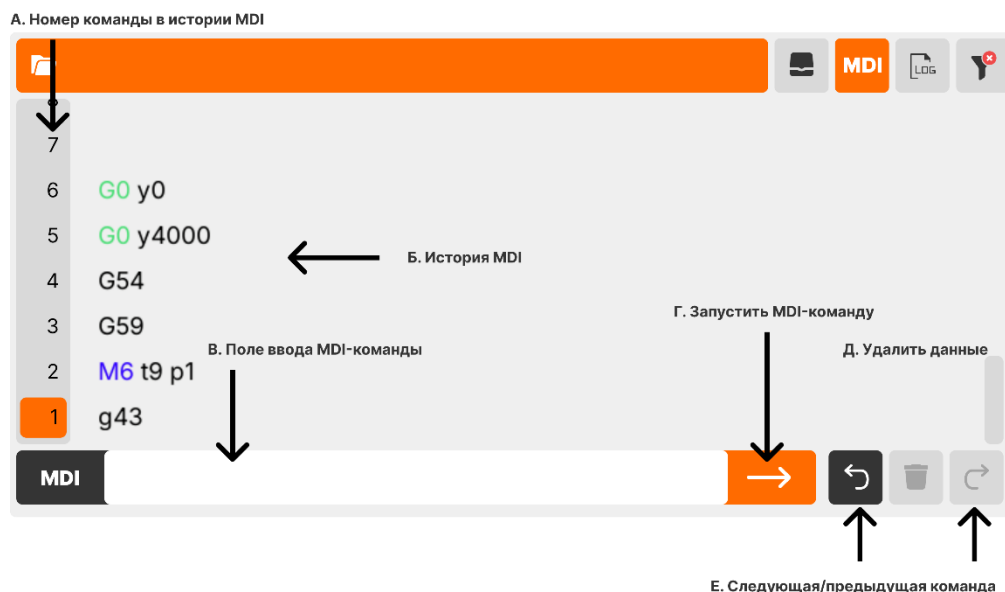
строки.

Г. Сохранить УП – Кнопка доступна, если есть несохранённые изменения в пункте «В. Код УП». При нажатии изменения сохраняются в файл. Визуализация обновляется в соответствии с новыми данными.

Д. Создать пустой файл – При нажатии даёт возможность создать новый пустой файл по пути, заданному в настройках.

Авто из строки – Запустить режим «Авто из строки» можно, нажав на номер строки управляющей программы (Б. Строка УП). После нажатия номер будет выделен оранжевым цветом. Теперь пользователь сможет запустить программу, начиная с выделенной строки. О режиме «Авто из строки» можно узнать по [этой ссылке](#).

3. Вкладка модуля MDI



А. Номер команды в истории MDI – Указывает на позицию MDI-команды в истории. При нажатии на кнопку с цифрой данные выбранной строки вставляются в поле ввода MDI-команды.

Б. История MDI – Сохраняет все ранее успешно запущенные MDI-команды.

В. Поле ввода MDI-команды – Допускает ввод цифр и букв для выполнения MDI-

команд.

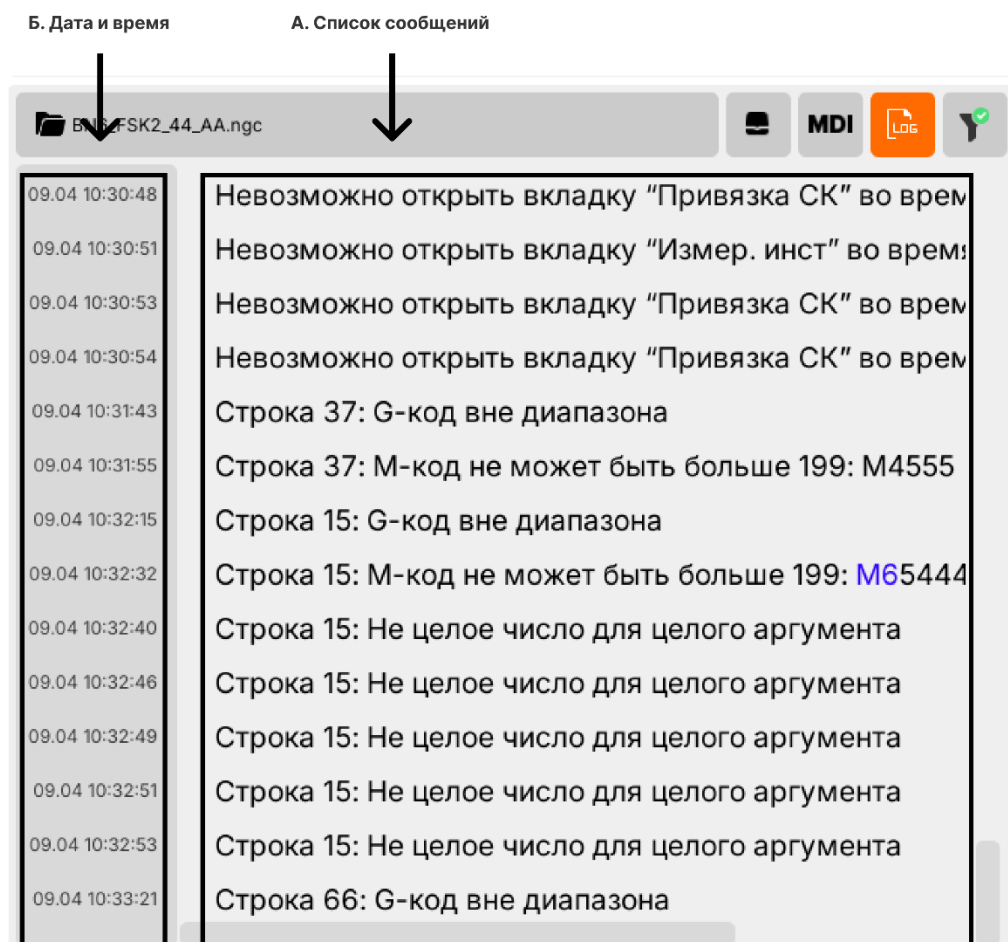
Г. **Запустить MDI-команду** – Запускает MDI-команду, введенную в поле ввода.

Доступно, только когда станок находится в ожидании.

Д. **Удалить данные** – Очищает поле ввода MDI-команды.

Е. **Следующая/предыдущая команда** – заполняет поле ввода MDI-команды предыдущей или следующей командой из списка MDI истории.

4. Вкладка модуля логирования

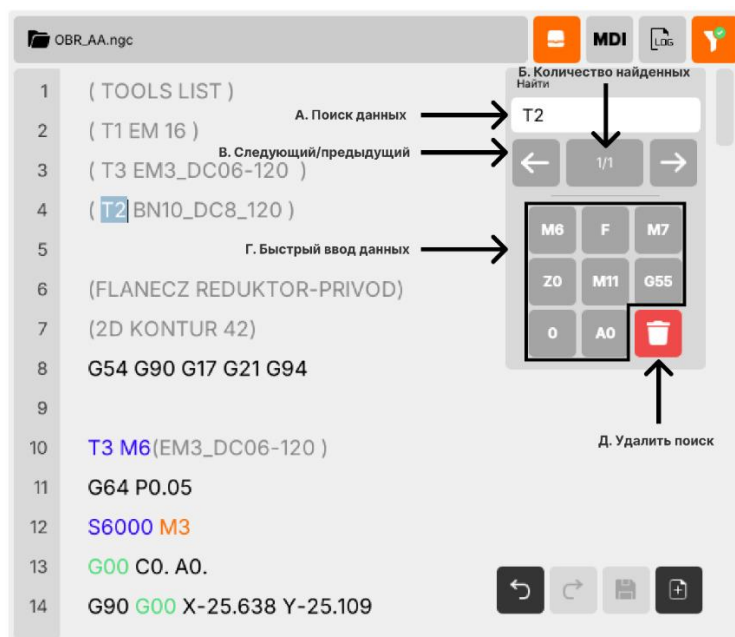


А. **Список сообщений** – Показывает пользователю, какие сообщения приходили при использовании СЧПУ. Сообщения автоматически удаляются через 30 дней после

отправки, если в конфигурации СЧПУ не указано иное.

Б. **Дата и время** – Отображает дату и время отправки сообщения пользователю.

5. Фильтр



А. **Поиск данных** – Позволяет находить команды, слова, символы или цифры в управляющей программе, истории MDI или в модуле логирования. Найденные элементы выделяются оранжевым цветом.

Б. **Количество найденных** – Указывает на общее количество найденных элементов в управляющей программе, истории MDI или модуле логирования. Текущий выбранный элемент подсвечивается голубым цветом, остальные оранжевым.

В. **Следующий/предыдущий** – Позволяет переходить к предыдущему или следующему элементу среди найденных.

Г. **Быстрый ввод данных** – Вставляет в поле «Поиск данных» значение из нажатой кнопки быстрого ввода. Содержимое кнопок можно изменить в настройках.

Д. **Удалить поиск** – Очищает поле «Поиск данных».

Модуль текущих координат



- Переключение СК** – Кнопка показывает, какая система координат установлена в данный момент. При нажатии на кнопку появляется всплывающая панель с возможностью изменить текущую систему координат.
- Текущая позиция** – Показывает текущую позицию станка в миллиметрах относительно машинного нуля. Учитывает смещение и поворот системы координат (G54 – G59.3), длину трансформации (G43.7), сдвиг систем координат (G52 и G92), компенсацию длины инструмента (G43) и пятиосевую обработку (G43.4).
- Остаток пути** – Показывает, сколько осталось проехать станку в миллиметрах до завершения движения по текущей команде или строке.
- Зона переключения вида** – Нажав на зону переключения вида, можно переключить вид «3. Остаток пути» на вид «6. Текущая позиция в машинной системе координат».
- Ось** – Указывает на ось, к которой относятся координаты в строке.
- Текущая позиция в машинной системе координат** – Показывает текущую позицию станка в миллиметрах относительно машинного нуля. Без смещений.
- Индикатор MCS** – Обозначает, что координата отображается в машинных координатах. MCS – Machine Coordinate System.

Модуль координат в режиме «Парковка»

Ось не припаркована

	Позиция	Остат. пути
X	3294.932	0.000
Y	129.139	0.000
Z	0.000	0.000
A	0.000	0.000
C	0.000	0.000

Ось успешно припаркована

Если пользователь находится в режиме «Парковка», в модуле текущих координат появляются индикаторы, обозначающие статус парковки оси.

Модуль координат с отображением нагрузки на мотор/ось

Через настройки пользователь может включить индикатор нагрузки крутящего момента на моторах станка. Каждый столбец обозначает один мотор.

Светло-зелёный цвет: нагрузка крутящего момента на мотор менее 60%.

Светло-жёлтый цвет: нагрузка крутящего момента на мотор от 60% до 80%.

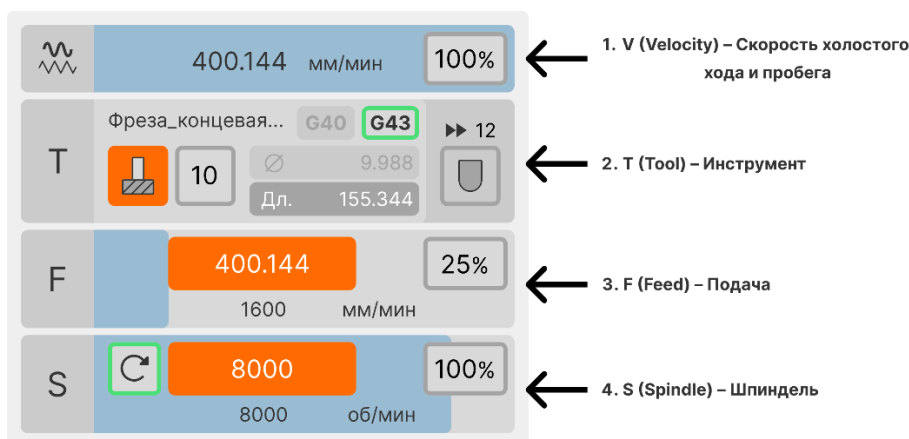
Светло-красный цвет: нагрузка крутящего момента на мотор от 80% до 100%.

Красный цвет: нагрузка крутящего момента на мотор свыше 100%.

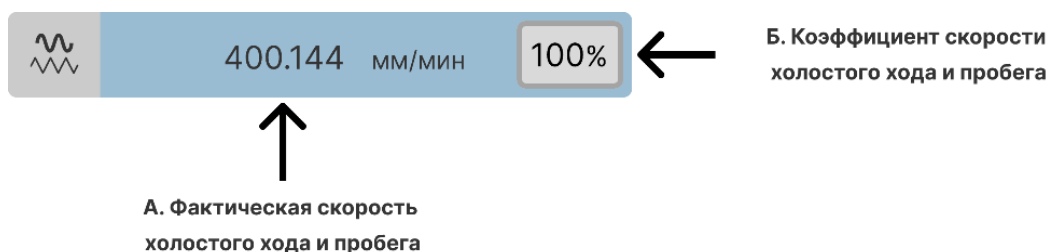
G54	Позиция	Остат. пути
X	9999.999	9999.999
Y	9999.999	9999.999
Z	9999.999	9999.999
A	359.999	34.999
C	359.999	34.999

Модуль рабочей информации (VTFS)

Модуль показывает оператору важную рабочую информацию для выполнения фрезерной обработки.



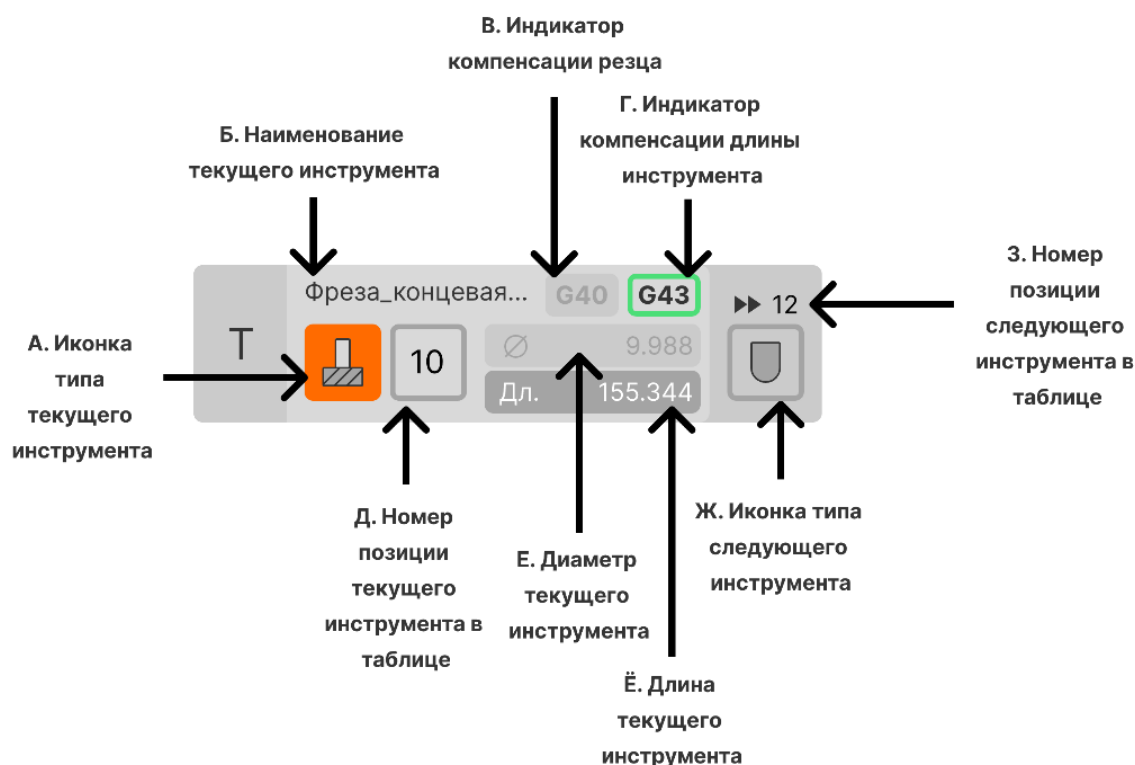
1. V (Velocity) – Скорость холостого хода



А. Фактическая скорость холостого хода и пробега – показывает скорость станка, учитывая «Б. Коэффициент скорости холостого хода и пробега». Здесь отображаются скорости ручных перемещений в режиме «Пробег» и холостых перемещений (G0).

Б. Коэффициент скорости холостого хода и пробега – устанавливает скорость относительно максимальной скорости, заданной в конфигурации станка. Может находиться в пределах от 0% до 100% от максимума.

2. T (Tool) – Инструмент



А. Иконка текущего типа инструмента – визуальное обозначение типа инструмента для быстрого определения. Берётся из таблицы инструментов; иконка устанавливается при создании инструмента.

Б. Наименование текущего инструмента – название инструмента. Берётся из таблицы инструментов.

В. Индикатор компенсации резца – показывает состояние компенсации на диаметр. Если компенсация выключена, отображается «G40» серым цветом.

Г. Индикатор компенсации длины инструмента – показывает состояние компенсации длины. Если компенсация выключена, отображается «G49» серым цветом.

Д. Номер позиции текущего инструмента в таблице – позиция выбранного инструмента в таблице инструментов. Берётся из таблицы инструментов.

Е. Диаметр текущего инструмента в таблице – показывает текущий установленный диаметр для компенсации резца.

Состояние:

- Светло-серый фон – компенсация резца не включена, диаметр не влияет на движение станка.
- Тёмно-серый фон – компенсация резца включена. Текущее установленное смещение диаметра соответствует диаметру выбранного инструмента в таблице инструментов.
- Красный фон – компенсация резца включена. Текущее установленное смещение диаметра **НЕ** соответствует диаметру выбранного инструмента в таблице инструментов.

Ё. Длина текущего инструмента – показывает текущую установленную длину для компенсации длины инструмента.

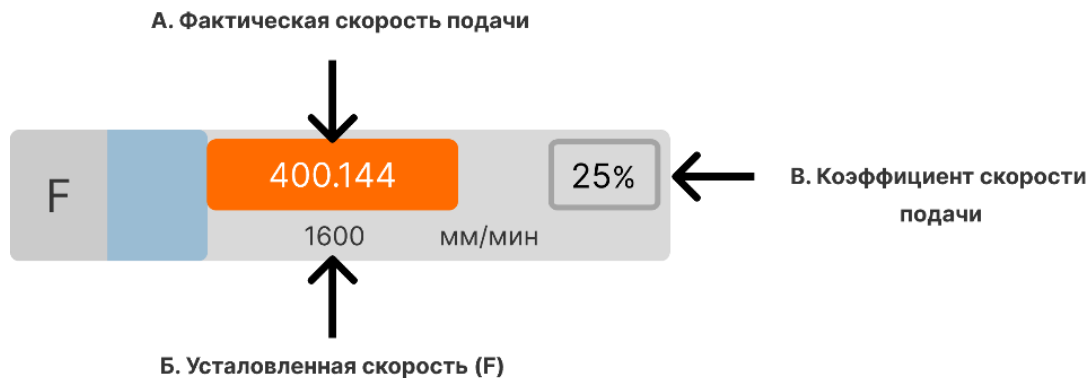
Состояние:

- Светло-серый фон – компенсация длины инструмента не включена, длина не влияет на движение станка.
- Тёмно-серый фон – компенсация длины включена. Текущее установленное смещение длины соответствует длине выбранного инструмента в таблице инструментов.
- Красный фон – компенсация длины включена. Текущее установленное смещение длины **НЕ** соответствует длине выбранного инструмента в таблице инструментов.

Ж. Иконка типа следующего инструмента – показывает оператору иконку следующего инструмента, который прописан в управляющей программе.

З. Номер позиции следующего инструмента в таблице – показывает оператору номер в таблице инструментов следующего инструмента, который прописан в управляющей программе.

3. F (Feed) – Подача

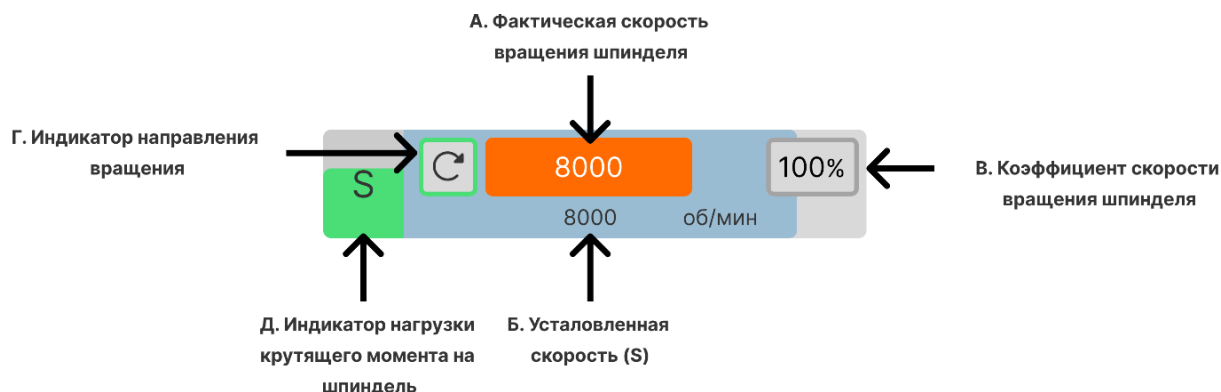


А. Фактическая скорость подачи – показывает скорость станка при рабочих перемещениях, учитывая «Б. Коэффициент скорости подачи». Здесь отображаются скорости рабочих подач (G1, G2, G3).

Б. Коэффициент скорости подачи – устанавливает скорость относительно заданной скорости подачи (F). Может находиться в пределах от 0% до 200% от заданной.

В. Установленная скорость (F) – показывает заданную скорость подачи (F). Установить скорость подачи можно через слово F; подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

4. S (Spindle) – Шпиндель



А. Фактическая скорость вращения шпинделя – показывает скорость вращения шпинделя, учитывая «В. Коэффициент скорости вращения шпинделя».

Б. Установленная скорость (S) – показывает заданную скорость вращения шпинделя (S). Установить скорость вращения можно через слово S; подробнее можно узнать по [этой ссылке](#).

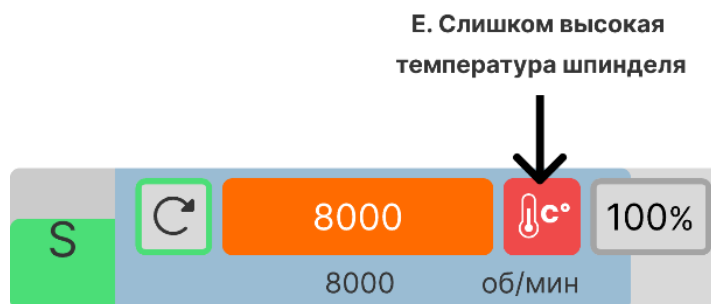
В. Коэффициент скорости вращения шпинделя – устанавливает скорость относительно заданной скорости вращения шпинделя (S). Может находиться в пределах от 35% до 120% от заданной.

Г. Индикатор направления вращения – показывает пользователю направление вращения шпинделя. Иконка по часовой стрелке соответствует коду M3, против часовой стрелки – коду M4.

Д. Индикатор нагрузки крутящего момента на шпиндель – шкала отображает значение крутящего момента на шпинделе (если такая функция поддерживается шпинделем).

Состояние:

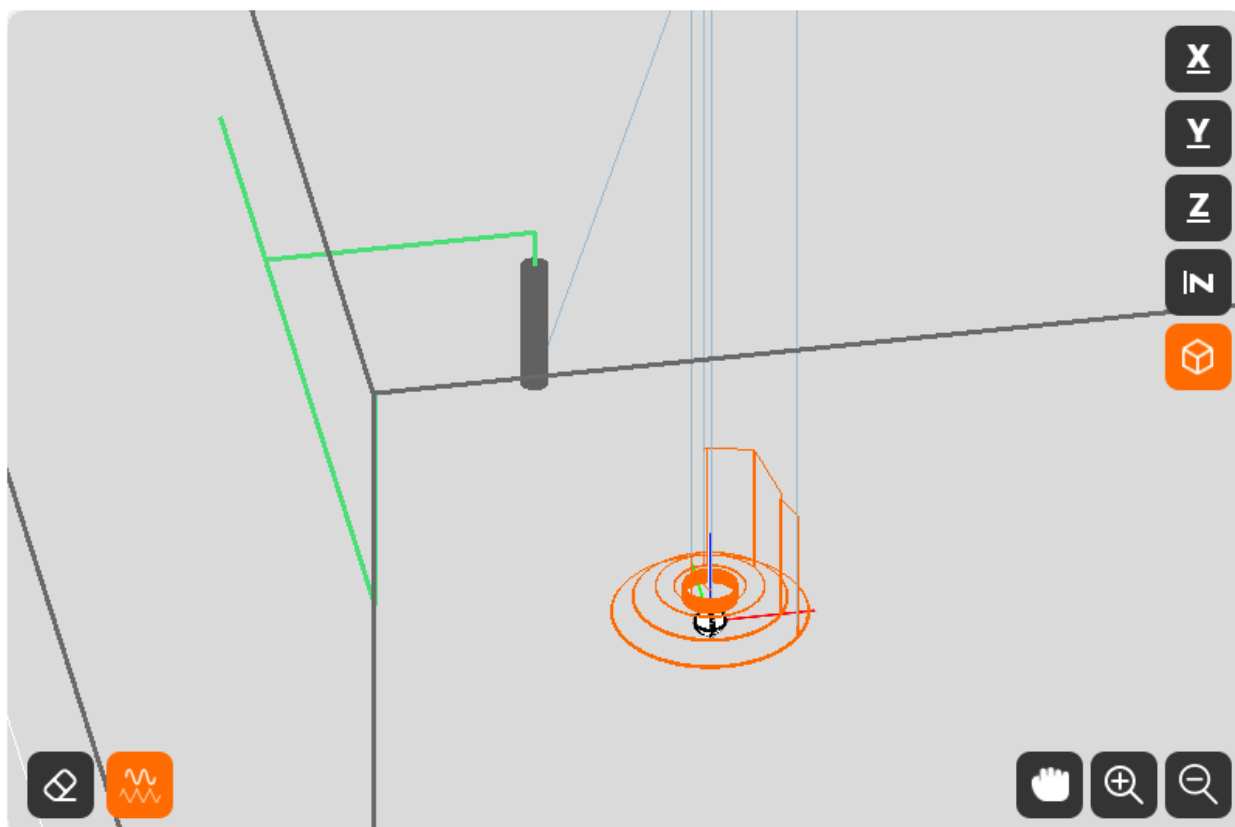
- Серый фон – нагрузка отсутствует или функция не поддерживается шпинделем.
- Зелёный фон – нагрузка от 0% до 85%.
- Жёлтый фон – нагрузка от 85% до 115%.
- Красный фон – нагрузка свыше 115% (полная заливка красным означает, что нагрузка равна 135% или выше).



Е. Слишком высокая температура шпинделя – означает, что температура шпинделя превысила максимальное значение, указанное в конфигурации. Если в этот момент выполнялось движение, оно будет приостановлено (поставлено на паузу).

Убедитесь, что все охлаждающие устройства подключены и включены. Об индикаторах отсутствия подключения систем охлаждения можно узнать по [этой ссылке](#).

Модуль визуализации

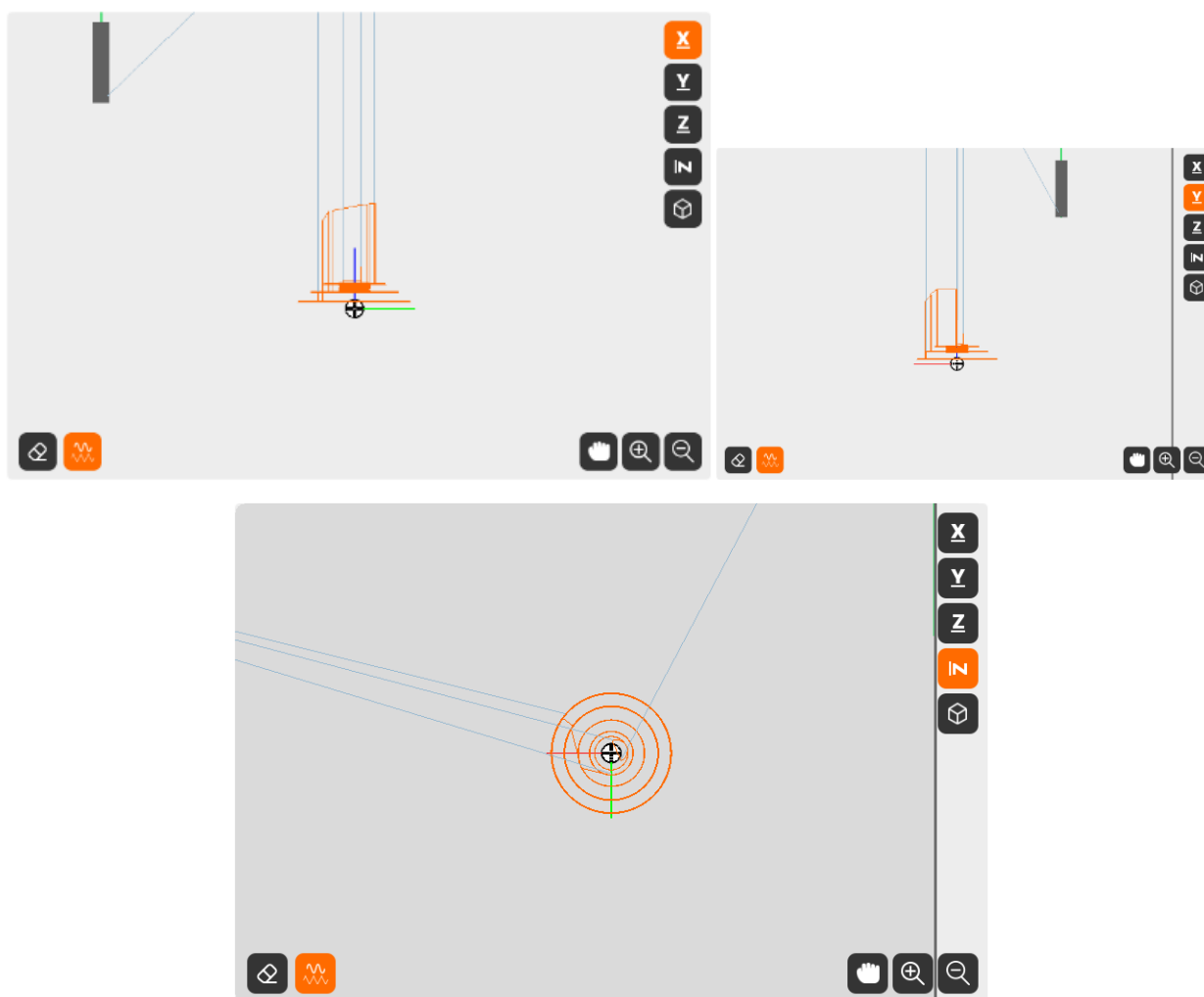


Показывает пользователю траекторию движения выбранной управляющей программы в виртуальной среде. Визуализация также выступает в качестве симуляции станка в реальном времени, имитируя движения физического станка.

Визуализация состоит из нескольких частей:

- **Инструмент** – показывает геометрию установленного инструмента, использует данные длины и диаметра из таблицы инструментов. Если инструмент не выбран, отображается стандартная форма, имитирующая пустой шпиндель. Прозрачность инструмента можно изменить в настройках.

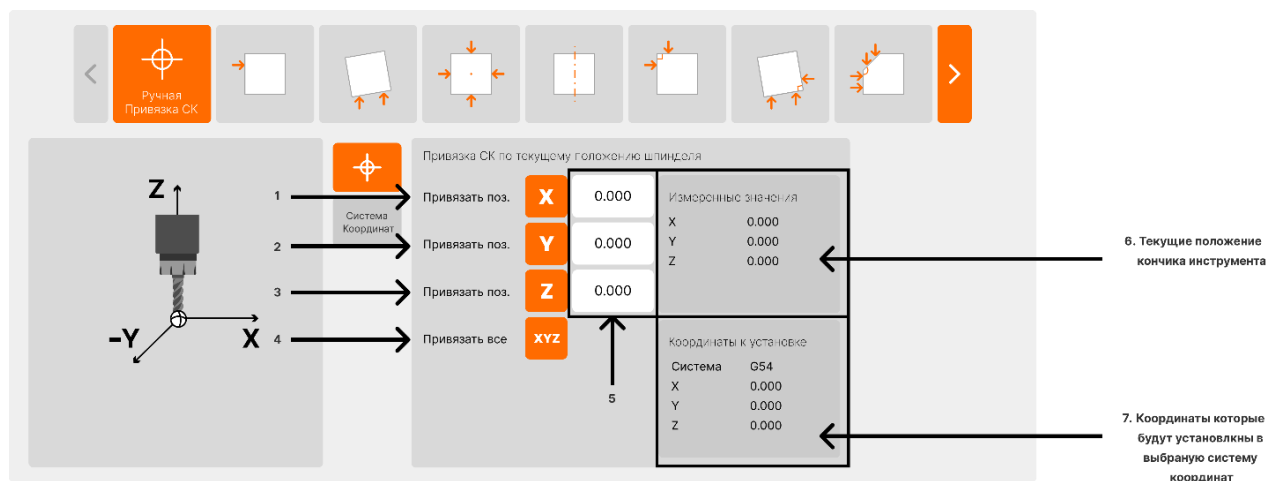
- **Индикатор системы координат** – белый шар с чёрной обводкой и красной, зелёной и синей линиями. Указывает на положение в пространстве выбранной системы координат.
 - Красная линия указывает на положительное направление X.
 - Зелёная линия указывает на положительное направление Y.
 - Синяя линия указывает на положительное направление Z.
- **Зелёные линии передвижения** – показывают все движения, уже пройденные станком. Линии можно очистить кнопкой «Очистить линии передвижения».
- **Оранжевые линии подачи (G1, G2, G3)** – показывают все движения на рабочей подаче, которые будут выполнены в выбранной управляющей программе.
- **Голубые линии холостого хода (G0)** – показывают все движения холостого хода, которые будут выполнены в выбранной управляющей программе. Эти линии можно скрыть с помощью кнопки «Скрыть холостой ход».
- **Программные пределы станка** – указывают границы движения станка относительно точки трансформации. Границы определяются в конфигурации станка.
- **Стол** – отображает положение физического стола в виртуальной среде. Стол выполняет косметическую функцию; пользователь может изменить форму и положение стола в настройках. Также в настройках можно изменить параметры прозрачности стола.



Иконка	Функция
	Очистить линии передвижения
 	Показать/скрыть холостой ход
 	Переключение управления камерой визуализации
	Уменьшить масштаб
	Увеличить масштаб
	Вид спереди (в X+)
	Вид сбоку (в Y+)
	Вид сверху (в Z-)
	Вид сверху (в Z- перевернутый на 90 градусов)
	Вид в изометрии

Привязка Системы Координат

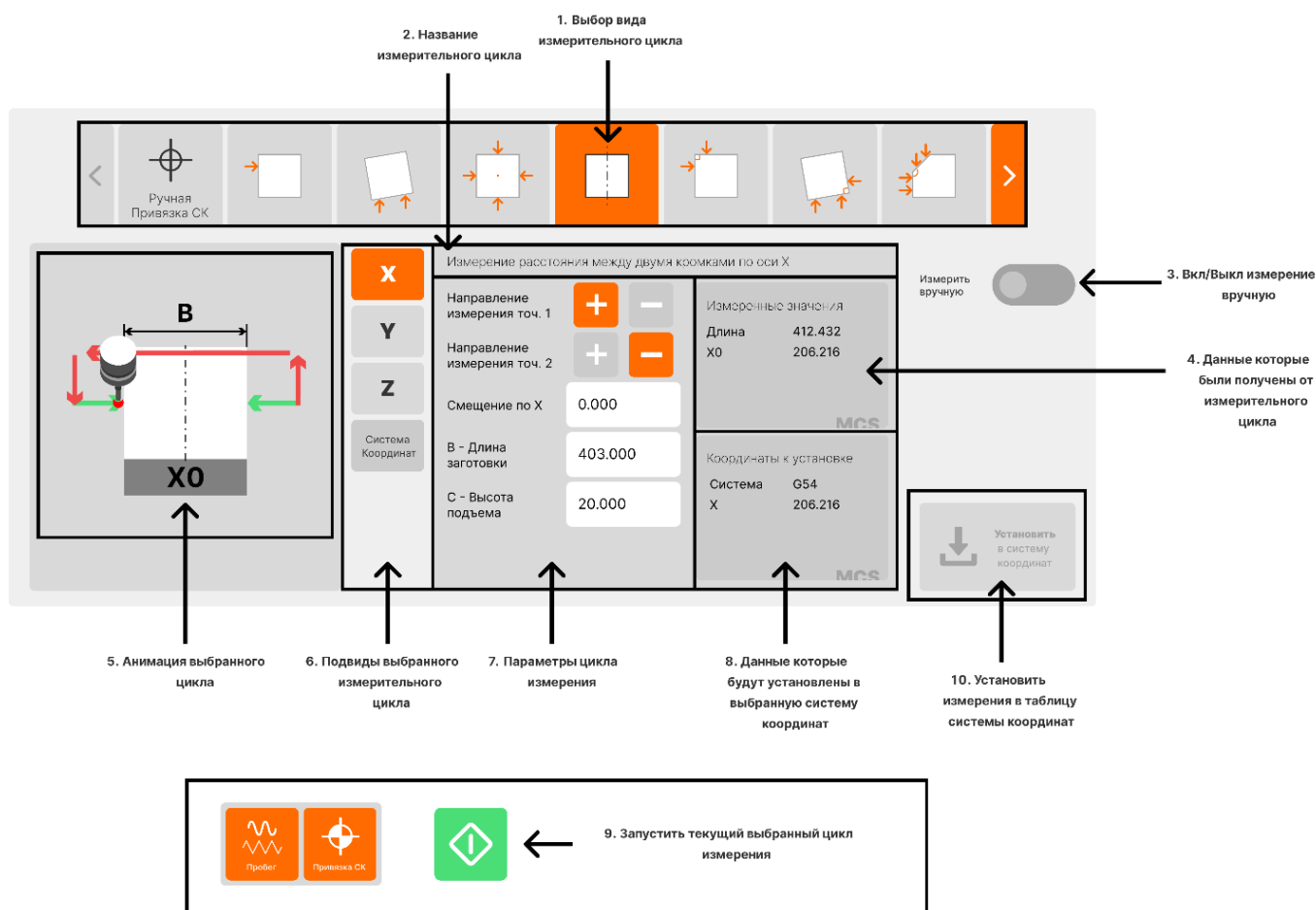
Привязка СК по текущему положению шпинделя



- 1. Привязать позицию X** – при нажатии устанавливает текущую позицию кончика инструмента по оси X как начало системы координат.
- 2. Привязать позицию Y** – при нажатии устанавливает текущую позицию кончика инструмента по оси Y как начало системы координат.
- 3. Привязать позицию Z** – при нажатии устанавливает текущую позицию кончика инструмента по оси Z как начало системы координат.
- 4. Привязать все** – при нажатии устанавливает текущую позицию кончика инструмента по всем осям как начало системы координат.
- 5. Смещение начала системы координат** – при нажатии на кнопки «Привязать позицию» или «Привязать все» устанавливает текущую позицию кончика инструмента с добавлением смещения от начала системы координат, заданного пользователем.
- 6. Текущее положение кончика инструмента** – указывает координаты кончика инструмента.
- 7. Координаты, которые будут установлены в выбранную систему координат** – отображает координаты и систему координат, в которые будут вписаны данные.

Отличается от измеренных значений тем, что учитывает смещение начала системы координат.

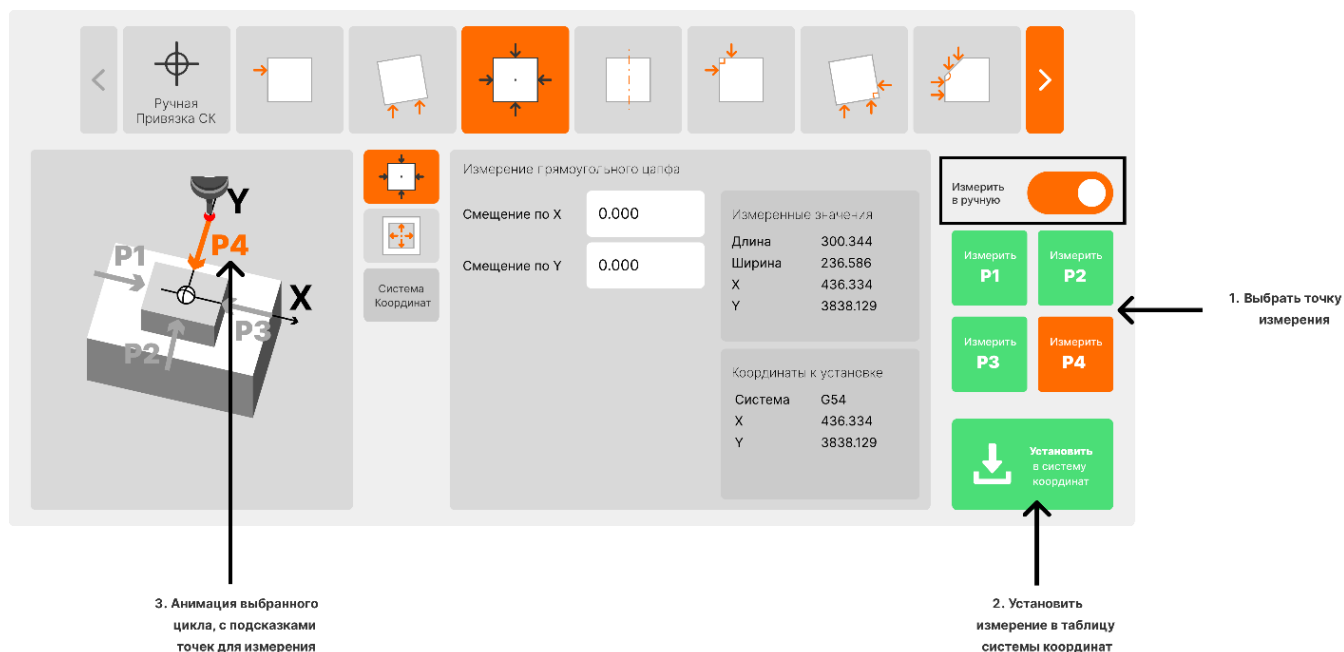
Автоматическое измерение детали



- Выбор вида измерительного цикла** – карусель кнопок, которая выбирает желаемую стратегию измерения.
- Название измерительного цикла** – название выбранной стратегии или окна измерения.
- Вкл/Выкл измерение вручную** – переключатель между автоматическим и ручным измерением.

4. **Данные, полученные от измерительного цикла** – данные появляются после завершения измерительного цикла.
5. **Анимация выбранного цикла** – показывает оператору движения и сопровождающую информацию цикла измерения.
6. **Подвиды выбранного измерительного цикла** – указывает на дополнительные стратегии измерения данного вида измерения.
7. **Параметры цикла измерения** – параметры для оператора, которые изменяют поведение цикла.
8. **Данные, которые будут установлены в выбранную систему координат** – отображает координаты и систему координат, в которые будут вписаны данные. Отличается от измеренных значений тем, что учитывает смещение от измеренной точки.
9. **Запустить текущий выбранный цикл измерения** – для запуска необходимо находиться во вкладке «Привязка СК» и выбрать желаемый вид измерительного цикла. Индикатор режима обработки укажет, в каком режиме запустится станок.
10. **Установить измерения в таблицу системы координат** – серая кнопка означает, что установить данные невозможно. Нажатие на зелёную кнопку устанавливает «координаты к установке» в текущую выбранную систему координат.

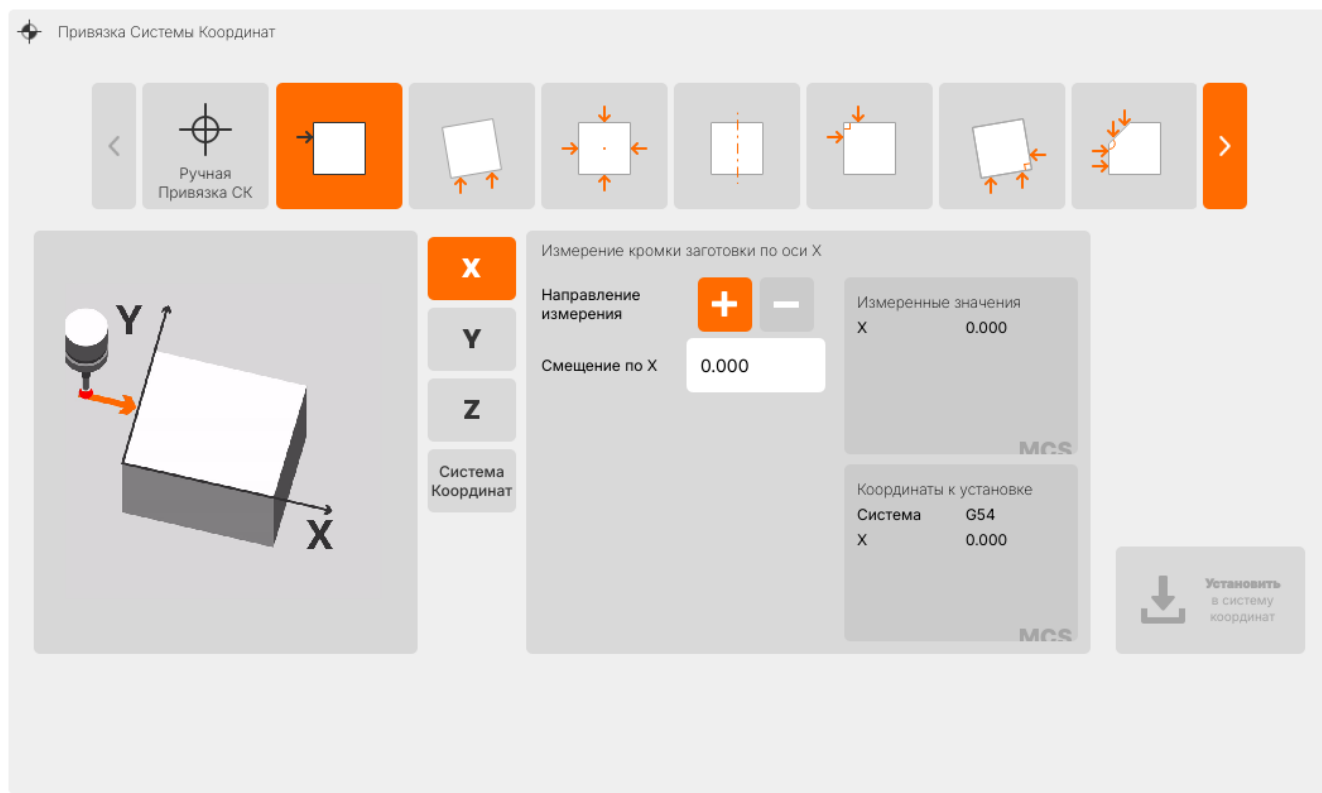
Ручное измерение детали



- 1. Выбрать точку измерения** – по умолчанию выбрана точка измерения P1. Оператор может переключить точку измерения, нажав на кнопки «Измерить Rx». Зелёная кнопка обозначает, что точка уже измерена. Оранжевая кнопка указывает на текущую выбранную точку измерения. Серая кнопка обозначает, что точка измерения не измерена и не выбрана.
- 2. Установить измерение в таблицу системы координат** – кнопка устанавливает данные из «Координат к установке» в текущую систему координат. Будет доступна, когда все точки измерения выполнены (горят зелёным).
- 3. Анимация выбранного цикла с подсказками точек для измерения** – обозначает текущее движение к выбранной точке измерения.

Циклы измерения

Измерение кромки заготовки по оси X



Назначение:

Цикл служит для автоматического определения фактического положения границы (кромки) заготовки вдоль оси X. Полученное значение используется системой ЧПУ для автоматической установки рабочей системы координат (смещения «нуля» детали).

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения —: движение в направлении отрицательного X
- Направление измерения +: движение в направлении положительного X

- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

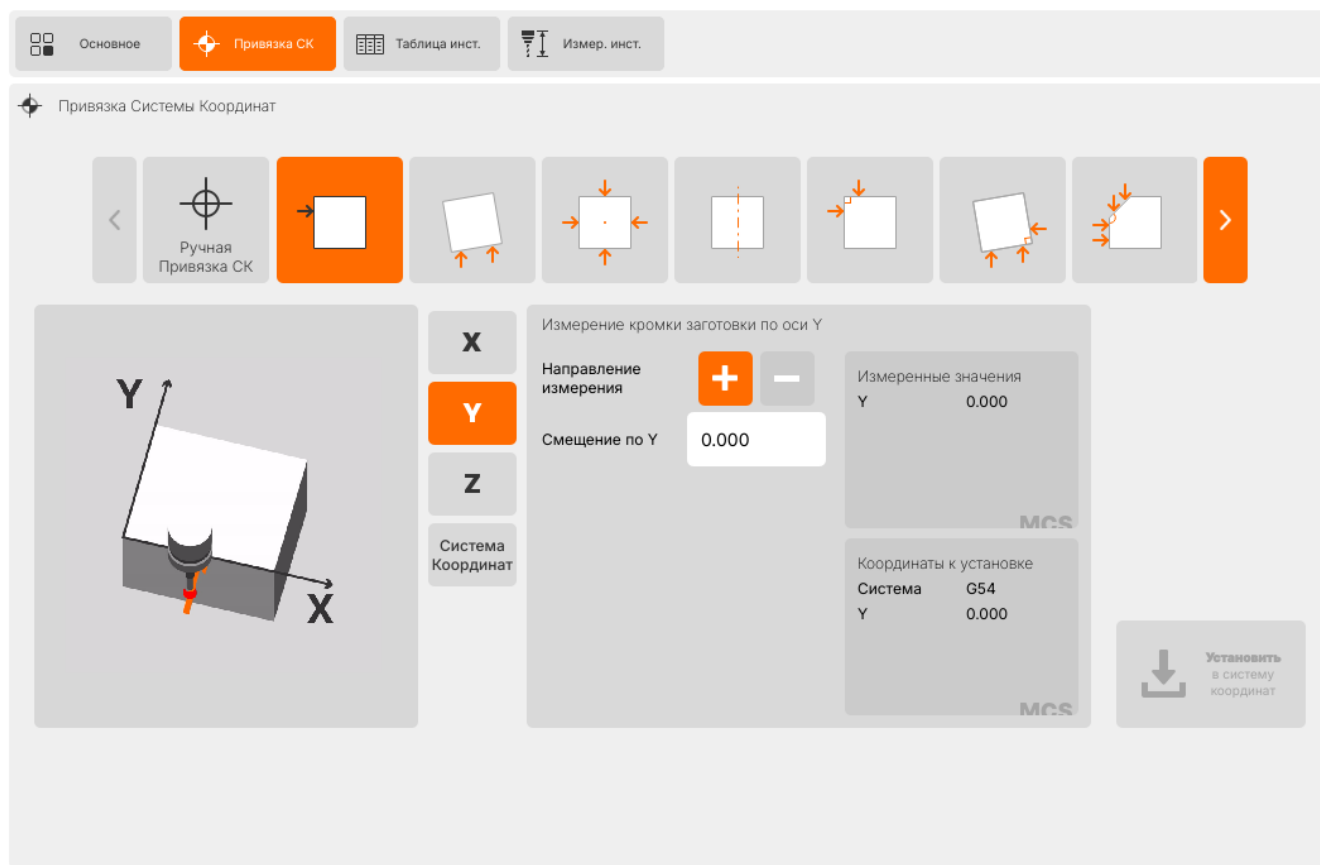
Как работает цикл:

1. Измерительный шуп (сенсор) по команде программы перемещается из текущей безопасной точки в заданном направлении (положительном или отрицательном) к предполагаемой кромке.
2. При касании кромки шуп срабатывает, фиксируя точную координату X.
3. Для повышения точности цикл автоматически выполняет отход и второе касание на пониженной скорости.
4. Зафиксированная координата кромки записывается в память и может быть установлена в текущую систему координат (например, смещение G54).

Важные замечания:

- Если кромка не будет найдена в пределах «[Расстояние A \(мм\)](#)», система выдаст ошибку и остановит выполнение программы.
- При смене инструмента на шуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение кромки заготовки по оси Y



Назначение:

Цикл служит для автоматического определения фактического положения границы (кромки) заготовки вдоль оси Y. Полученное значение используется системой ЧПУ для автоматической установки рабочей системы координат (смещения «нуля» детали).

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения —: движение в направлении отрицательного Y
- Направление измерения +: движение в направлении положительного Y

- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

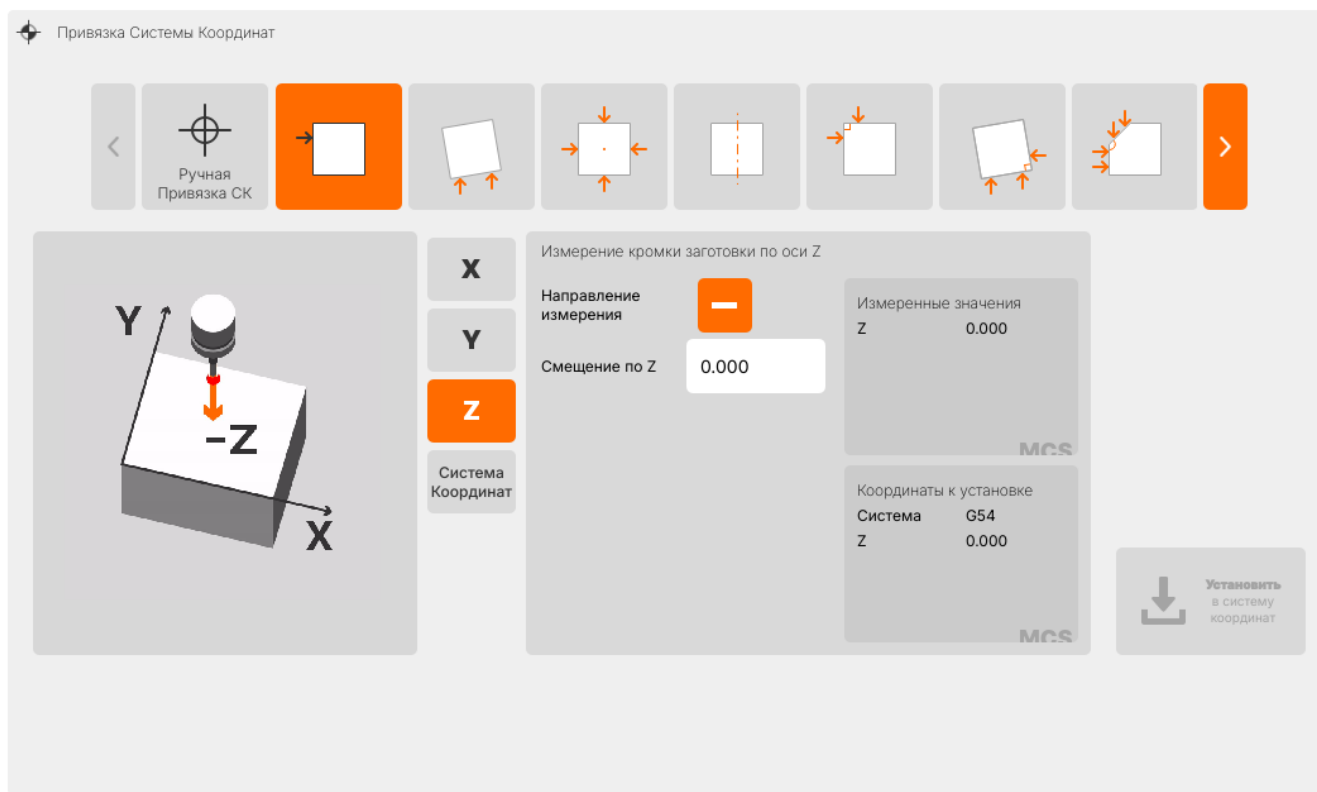
Как работает цикл:

1. Измерительный шуп (сенсор) по команде программы перемещается из текущей безопасной точки в заданном направлении (положительном или отрицательном) к предполагаемой кромке.
2. При касании кромки шуп срабатывает, фиксируя точную координату Y.
3. Для повышения точности цикл автоматически выполняет отход и второе касание на пониженной скорости.
4. Зафиксированная координата кромки записывается в память и может быть установлена в текущую систему координат (например, смещение G54).

Важные замечания:

- Если кромка не будет найдена в пределах «[Расстояние A \(мм\)](#)», система выдаст ошибку и остановит выполнение программы.
- При смене инструмента на шуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение кромки заготовки по оси Z



Назначение:

Цикл служит для автоматического определения фактического положения верхней (или нижней) горизонтальной грани заготовки (кромки по оси Z). Результат используется для установки «нуля» детали по высоте.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения —: движение в направлении отрицательного Z
- Смещение по Z: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Z на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

Как работает цикл:

ООО «НПК МСА»
192174, Россия, г. Санкт-Петербург, ул.Кибальчича, д. 26Е.
тел.: +7-(812)-622-23-10, +7-(812)-622-23-11, +7-(812)-677-09-21
факс: +7-(812)-362-76-36
e-mail: service@unimach.ru

[Перейти в список G-кодов](#)[в начало](#)[в оглавление](#)

1. Измерительный щуп или эталонный датчик (например, электродный щуп или 3D-сенсор) подводится оператором по осям X и Y над заготовкой.
2. Цикл перемещает щуп вниз (в отрицательном направлении Z) с заданной скоростью.
3. При касании верхней поверхности (кромки Z) щуп срабатывает, фиксируя текущую координату.
4. Для исключения погрешности от инерции цикл автоматически выполняет отход вверх на безопасное расстояние и повторное касание на пониженной скорости.
5. Зафиксированная координата кромки записывается в указанную переменную или сразу обновляет рабочую систему координат.

Важные замечания:

- Если кромка не будет найдена в пределах «[Расстояние A \(мм\)](#)», система выдаст ошибку и остановит выполнение программы.
- При смене инструмента на щуп обязательно активируйте коррекцию его длины (G43), иначе измерение будет неверным.

угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

- **Е – Расстояние движения:** движение после первого касания по оси Y для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значение может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

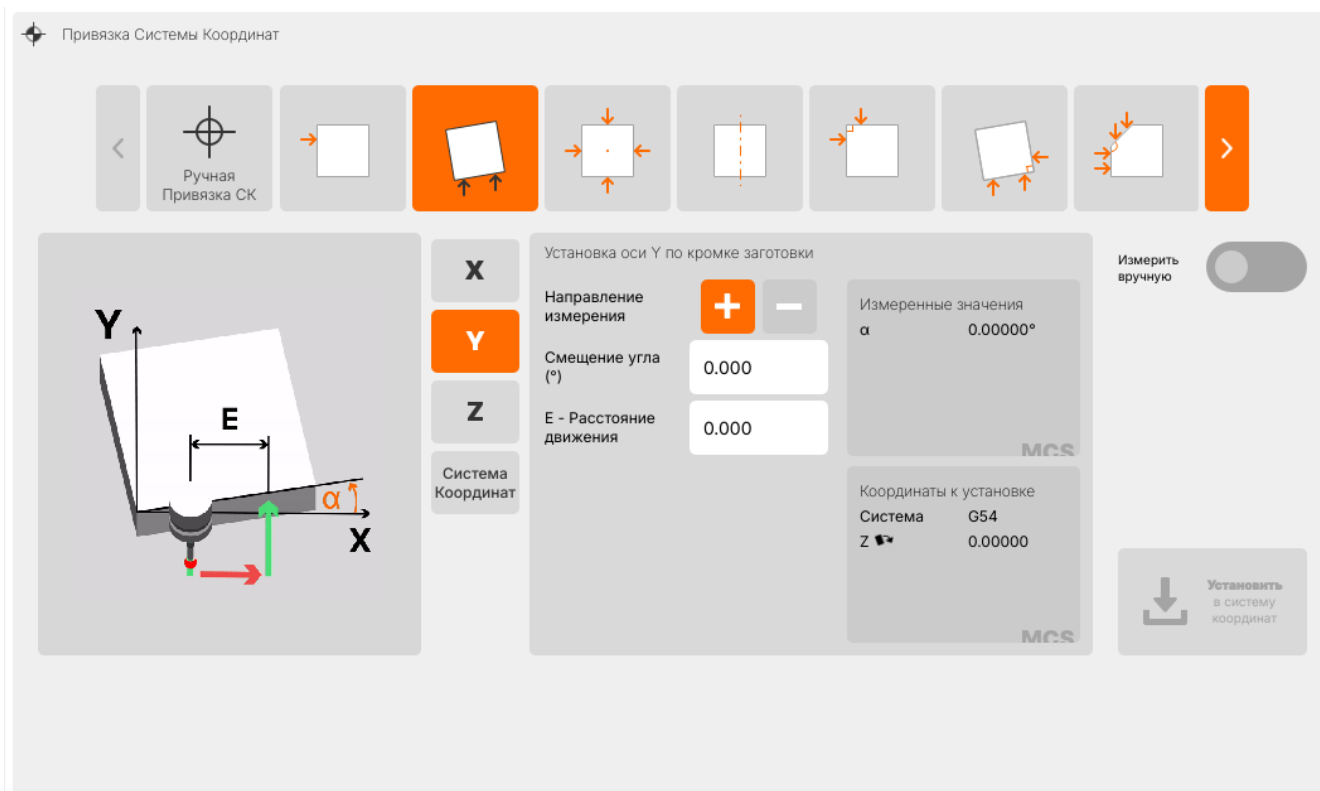
1. Оператор подводит измерительный шуп к первой точки измерения вдоль измеряемой кромки на безопасном расстоянии от края.
2. Задаёт длину перемещения по оси Y (**Е – Расстояние движения**)
3. Цикл автоматически подводит измерительный шуп к каждой точке, выполняет касание (по аналогии с циклом «Измерение кромки по оси X») и фиксирует координаты X и Y. Отводит инструмент к начальному положению, перемещается на длину параметра «**Е – Расстояние движения**» и повторно проводит измерение.
4. По разности координат двух точек вычисляется угол поворота:
$$\alpha = \arctg((Y2 - Y1) / (X2 - X1))$$
5. Система ЧПУ поворачивает рабочую систему координат на этот угол. Ось X после поворота оказывается параллельной измеренной кромке.

Важные замечания:

- После его выполнения все последующие перемещения по X и Y будут происходить в повёрнутой системе.
- Расстояние между двумя точками должно быть максимально возможным на данной кромке — это повышает точность вычисления угла. Рекомендуемая длина базы — не менее 50–100 мм.
- Измеряемая кромка должна быть прямолинейной. Для криволинейных или ступенчатых краёв цикл неприменим.

- Перед запуском цикла убедитесь, что щуп не касается заготовки. Если кромка имеет заусенцы или стружку, предварительно зачистите её.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Установка оси Y по кромке заготовки



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического выравнивания рабочей системы координат вдоль реальной кромки заготовки. Он измеряет положение двух точек на кромке, вычисляет угол её наклона относительно базовой оси Y станка и поворачивает систему координат. Это позволяет вести обработку вдоль фактической границы детали, даже если заготовка установлена с перекосом.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения –: движение в направлении отрицательного Y
- Направление измерения +: движение в направлении положительного Y
- Смещение угла (°): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- E – Расстояние движения: движение после первого касания по оси X для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значение может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

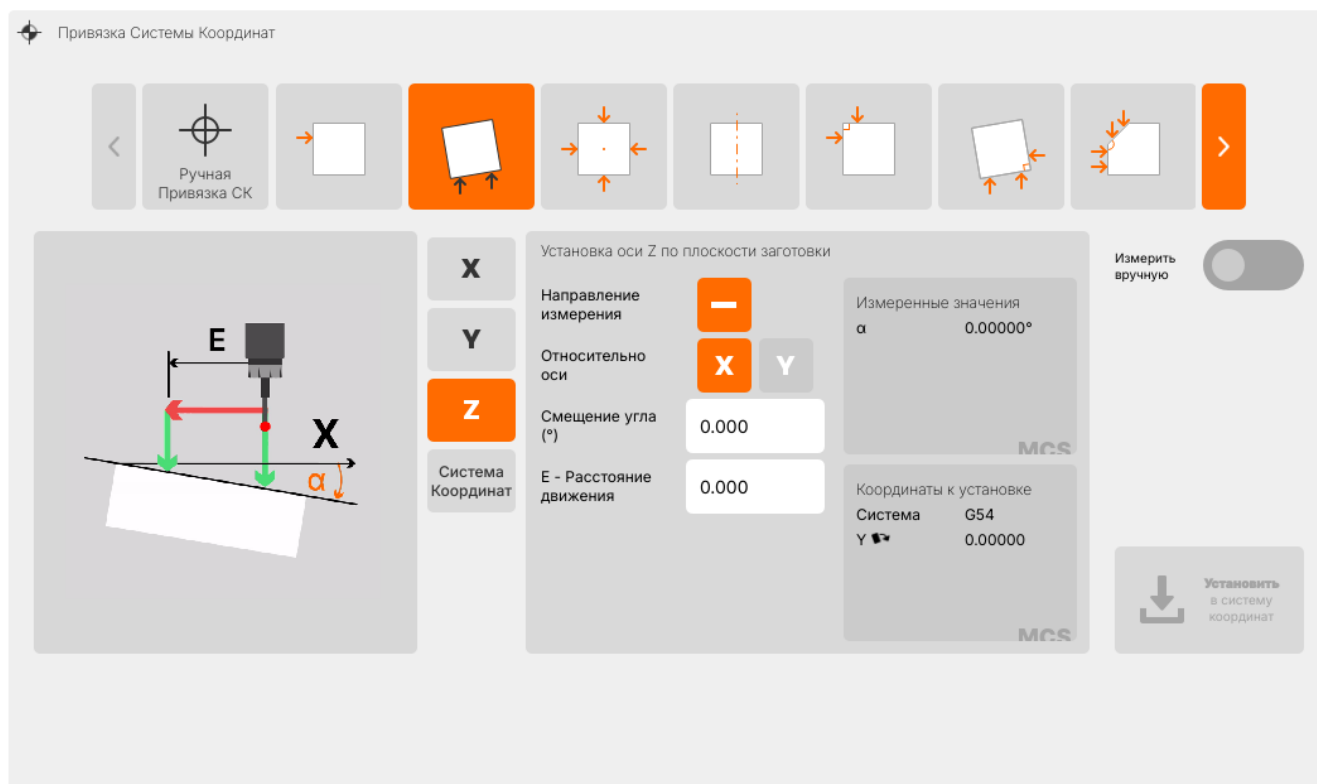
1. Оператор подводит измерительный щуп к первой точки измерения вдоль измеряемой кромки на безопасном расстоянии от края.
2. Задаёт длину перемещения по оси X (E – Расстояние движения)
3. Цикл автоматически подводит измерительный щуп к каждой точке, выполняет касание (по аналогии с циклом «Измерение кромки по оси X») и фиксирует координаты X и Y. Отводит инструмент к начальному положению, перемещается на длину параметра «E – Расстояние движения» и повторно проводит измерение.
4. По разности координат двух точек вычисляется угол поворота:
$$\alpha = \arctg((Y2 - Y1) / (X2 - X1))$$
5. Система ЧПУ поворачивает рабочую систему координат на этот угол. Ось Y после поворота оказывается параллельной измеренной кромке.

Важные замечания:

- После его выполнения все последующие перемещения по X и Y будут происходить в повёрнутой системе.

- Расстояние между двумя точками должно быть максимально возможным на данной кромке — это повышает точность вычисления угла. Рекомендуемая длина базы — не менее 50–100 мм.
- Измеряемая кромка должна быть прямолинейной. Для криволинейных или ступенчатых краёв цикл неприменим.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Установка оси Z по плоскости заготовки



Назначение:

Цикл служит для автоматического выравнивания рабочей системы координат относительно реальной поверхности заготовки, если деталь установлена с небольшим наклоном (не параллельно плоскости XY станка). Измеряя высоту (координату Z) в двух заданных точках,

цикл вычисляет угол наклона поверхности и **поворачивает систему координат** так, чтобы ось Z стала перпендикулярна заготовке.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения —: движение в направлении отрицательного Z
- Относительно оси X: движение после первого касания для достижения начальной точки второго измерительного движения будет осуществляться в направлении X.
Отрицательное или положительное направление определяется значением параметра «E – Расстояние движения» (отрицательное число – движение в $-X$, положительное – в $+X$).
- Относительно оси Y: движение после первого касания для достижения начальной точки второго измерительного движения будет осуществляться в направлении Y.
Отрицательное или положительное направление определяется значением параметра «E – Расстояние движения» (отрицательное число – движение в $-Y$, положительное – в $+Y$).
Смещение угла ($^{\circ}$): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- E – Расстояние движения: движение после первого касания по оси X для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

1. Оператор подводит измерительный щуп к первой точки измерения над заготовкой.
2. Щуп позиционируется над первой точкой на безопасной высоте, затем выполняет цикл измерения кромки по оси Z (касание поверхности, отход, повторное касание).
Фиксируется координата Z1.
3. Щуп поднимается и перемещается (на «E – Расстояние движения») ко второй точке, выполняет аналогичное измерение, фиксируется Z2.

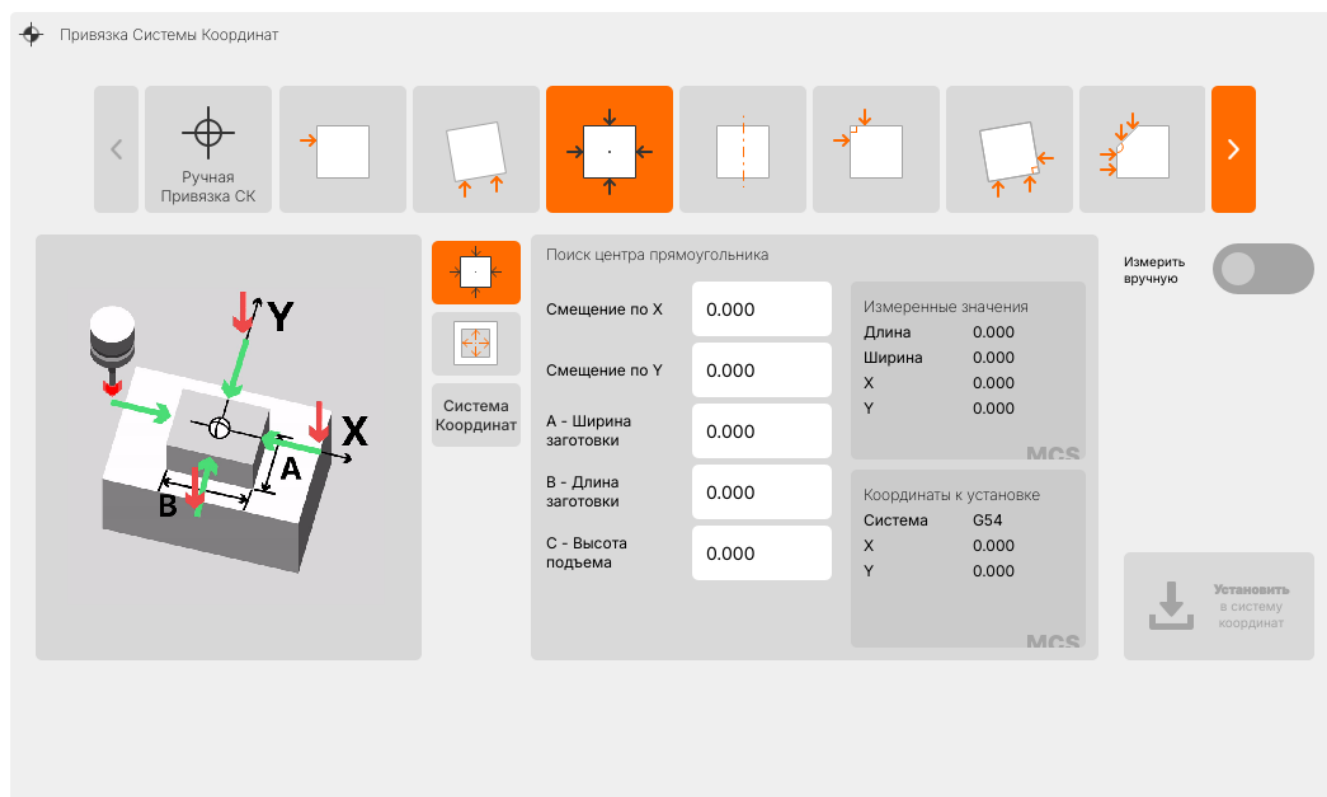
4. Вычисляется угол наклона поверхности в направлении между точками:

$\alpha = \arctg((Z2 - Z1) / L)$, где L — расстояние между точками в плоскости XY .

Важные замечания:

- Для корректного вычисления угла расстояние между точками должно быть достаточно большим (рекомендуется > 50 мм). Чем больше база, тем выше точность.
- Цикл предполагает, что поверхность является **плоской** (отклонения от плоскости не превышают допусков, например, 0,1 мм). Если заготовка изогнута или имеет местные неровности, следует использовать три точки (цикл по трём точкам).
- При смене инструмента на щуп обязательно активируйте коррекцию его длины (G43), иначе измерение будет неверным.

Поиск центра прямоугольника



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения геометрического центра прямоугольной полости или внешнего прямоугольного выступа (бобышки) заготовки. Он последовательно измеряет положение четырёх сторон (кромки) прямоугольника по осям X и Y, вычисляет координаты центра, а также фактическую ширину и длину прямоугольника. Результат используется для установки рабочего нуля в центр прямоугольника.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- A – Ширина заготовки: фактический размер измеряемой заготовки, используемый для расчёта движения. Ход движения осуществляется по оси Y для достижения начальной точки третьего и четвёртого измерительных движений.
- B – Длина заготовки: фактический размер измеряемой заготовки, используемый для расчёта движения. Ход движения осуществляется по оси X для достижения начальной точки второго и третьего измерительных движений.
- C – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.

Как работает цикл:

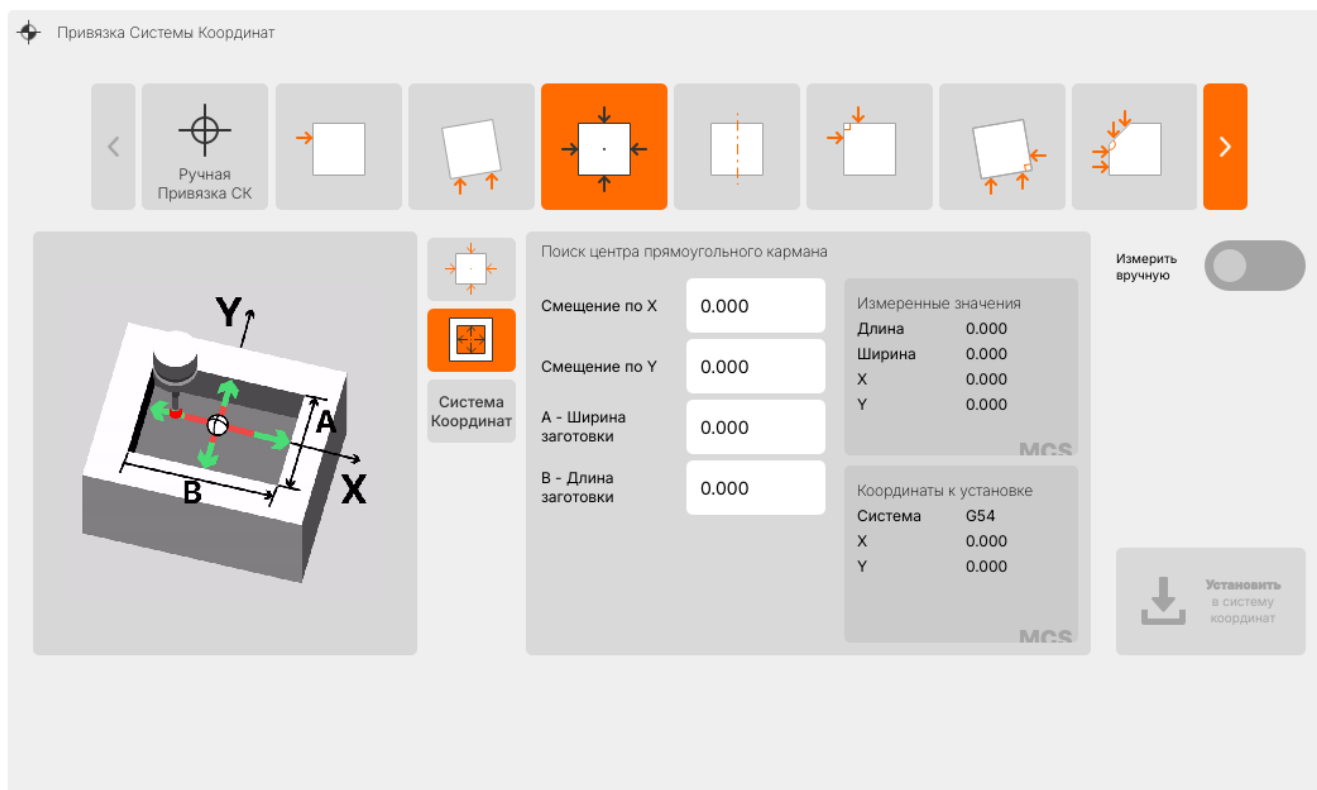
1. Оператор задаёт предполагаемую длину и ширину прямоугольника.
2. Оператор подводит измерительный щуп к первой точки измерения вдоль измеряемой кромки на безопасном расстоянии от края.
3. Последовательность движений и измерений.

1. Измерение X+ и затем отвод
 2. Z+ («С – Высота подъёма»)
 3. Движение X+ («В – Длина заготовки» + длина измерения (пункт 1) *2)
 4. Z- («С – Высота подъёма»)
 5. Измерение X- и затем отвод
 6. Z+ («С – Высота подъёма»)
 7. Движение в найденный центр по оси X
 8. Движение Y- («А – Ширина заготовки» / 2 + длина измерения (пункт 1))
 9. Z- («С – Высота подъёма»)
 10. Измерение Y+ и затем отвод
 11. Z+ («С – Высота подъёма»)
 12. Движение Y+ («А – Ширина заготовки» + длина измерения (пункт 1) *2)
 13. Z- («С – Высота подъёма»)
 14. Измерение Y- и затем отвод
4. В каждом «Измерение X+, X-, Y+, Y-» выполняется стандартное измерение кромки (аналогично циклу «Измерение кромки по оси X» или «по оси Y»).
5. По полученным четырём координатам (Ymin, Ymax, Xmin, Xmax) цикл вычисляет:
- **Центр по X:** $X_c = (X_{min} + X_{max}) / 2$
 - **Центр по Y:** $Y_c = (Y_{min} + Y_{max}) / 2$
 - **Длина (по X):** $= Y_{max} - Y_{min}$
 - **Ширина (по Y):** $= X_{max} - X_{min}$

Важные замечания:

- Перед запуском убедитесь, что внутри прямоугольника нет препятствий (стружки, зажимных элементов), иначе щуп может столкнуться.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Поиск центра прямоугольного кармана



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения геометрического центра прямоугольной полости (кармана, паза, окна) в заготовке. Измеряя положение четырёх внутренних стенок кармана, цикл вычисляет координаты центра по осям X и Y, а также фактические длину и ширину кармана. Это позволяет установить рабочий ноль точно в центр кармана.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- **Смещение по X:** дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- A – Ширина заготовки: фактический размер измеряемой заготовки, используемый для расчёта движения. Ход движения осуществляется по оси Y для достижения начальной точки третьего и четвертого измерительных движений.
- B – Длина заготовки: фактический размер измеряемой заготовки, используемый для расчёта движения. Ход движения осуществляется по оси X для достижения начальной точки второго и третьего измерительных движений.

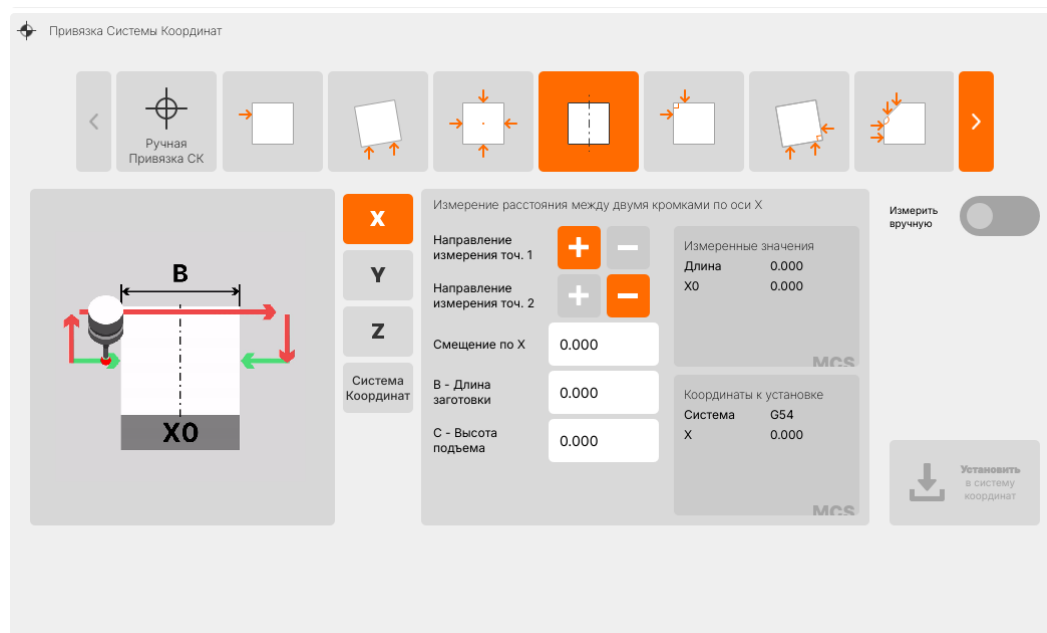
Как работает цикл:

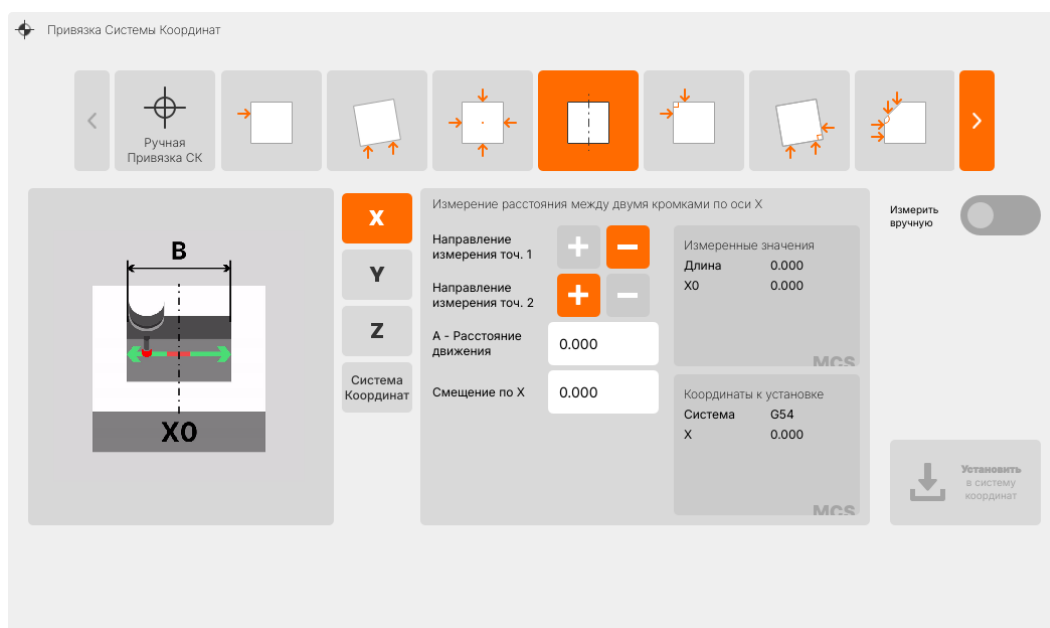
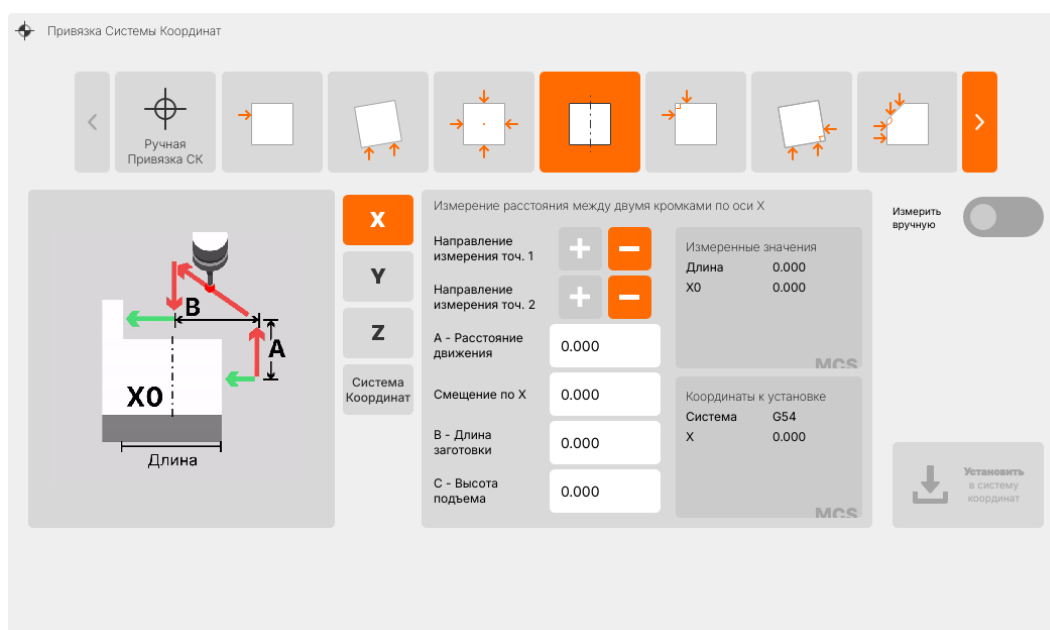
6. Оператор задаёт предполагаемую длину и ширину кармана.
7. Оператор подводит измерительный щуп к первой точки измерения вдоль измеряемой кромки на безопасном расстоянии от края.
8. Последовательность движений и измерений.
 1. Измерение X- и затем отвод
 2. Движение X+ («B – Длина заготовки» - длина измерения (пункт 1) *2)
 3. Измерение X+ и затем отвод
 4. Движение в найденный центр по оси X
 5. Движение Y- («A – Ширина заготовки» / 2 - длина измерения (пункт 1))
 6. Измерение Y- и затем отвод
 7. Движение Y+ («A – Ширина заготовки» - длина измерения (пункт 1) *2)
 8. Измерение Y+ и затем отвод
9. В каждом «Измерение X+, X-, Y+, Y-» выполняется стандартное измерение кромки (аналогично циклу «Измерение кромки по оси X» или «по оси Y»).
10. По полученным четырём координатам (Ymin, Ymax, Xmin, Xmax) цикл вычисляет:
 - **Центр по X:** $X_c = (X_{min} + X_{max}) / 2$

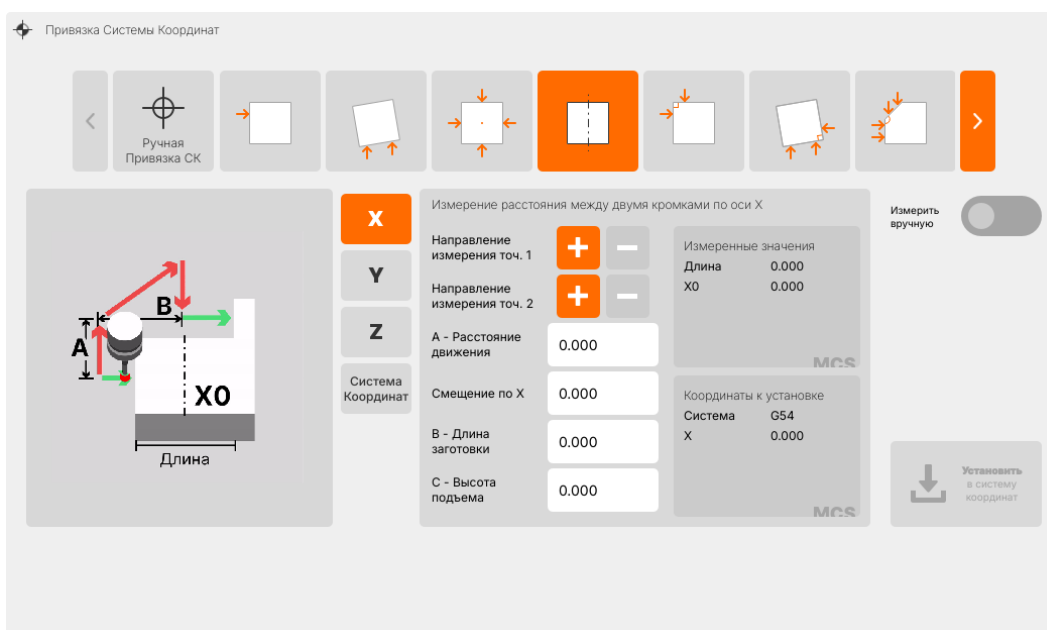
- **Центр по Y:** $Y_c = (Y_{min} + Y_{max}) / 2$
- **Длина (по X):** $= Y_{max} - Y_{min}$
- **Ширина (по Y):** $= X_{max} - X_{min}$

Важные замечания:

- Перед запуском убедитесь, что внутри кармана нет препятствий (стружки, зажимных элементов), иначе щуп может столкнуться.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение расстояния между двумя кромками по оси X





Назначение:

Цикл предназначен для автоматического измерения расстояния (ширины) между двумя кромками заготовки или элемента детали вдоль оси X. Он последовательно касается левой и правой кромок, вычисляет разность их координат и сохраняет результат. Это используется для контроля ширины паза, канавки, выступа или всей заготовки. Также для установки системы координат у заготовок сложных форм.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения точ. 1: направление в отрицательный X или положительный X первого измерительного движения.
- Направление измерения точ. 2: направление в отрицательный X или положительный X второго измерительного движения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

- В – Длина заготовки: фактический размер измеряемой заготовки, используемый для расчёта движения. Ход движения осуществляется по оси X для достижения начальной точки второго измерительного движения.
- А – Расстояние движения: движение после первого касания по оси Y для достижения начальной точки второго измерительного движения.
- С – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.

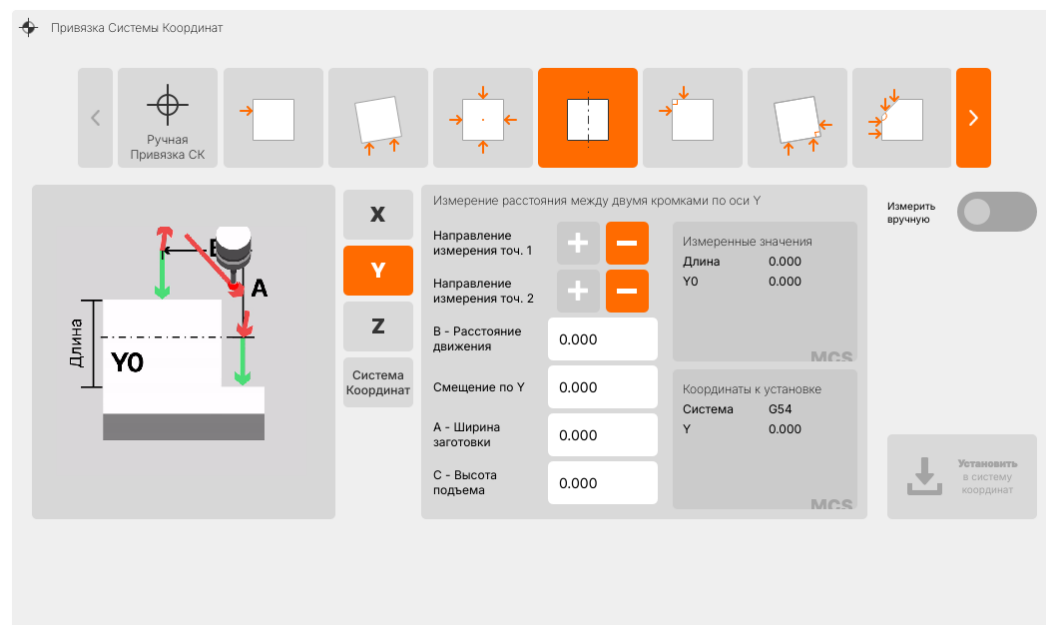
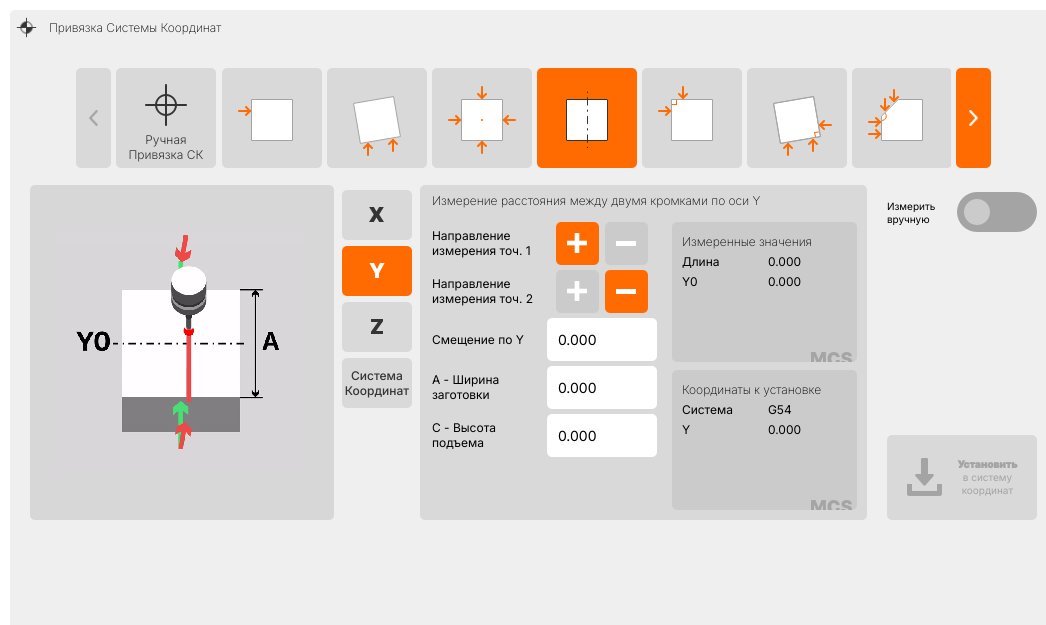
Как работает цикл:

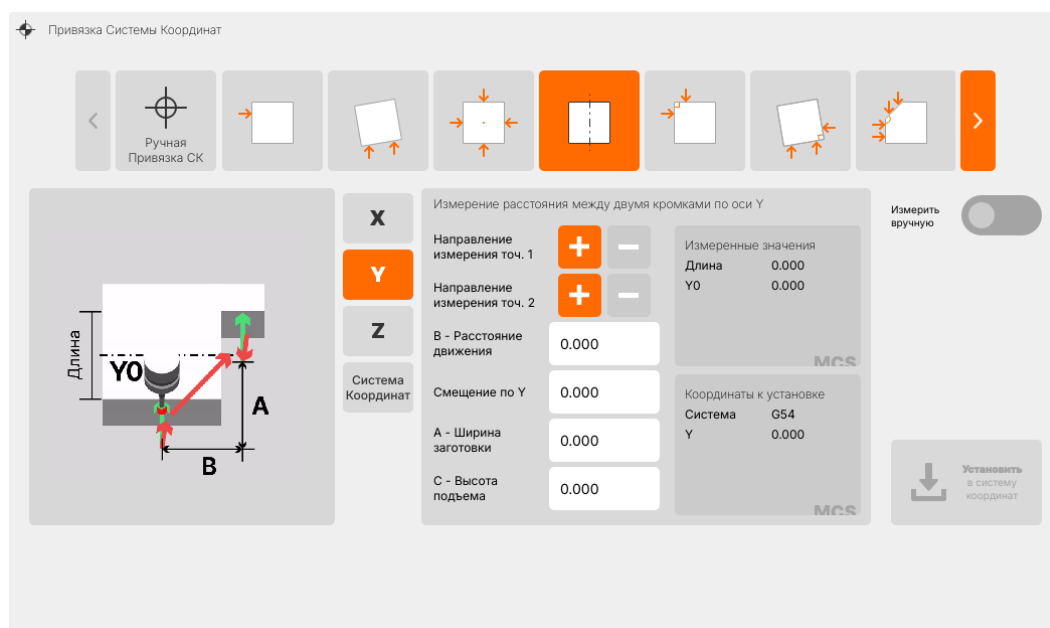
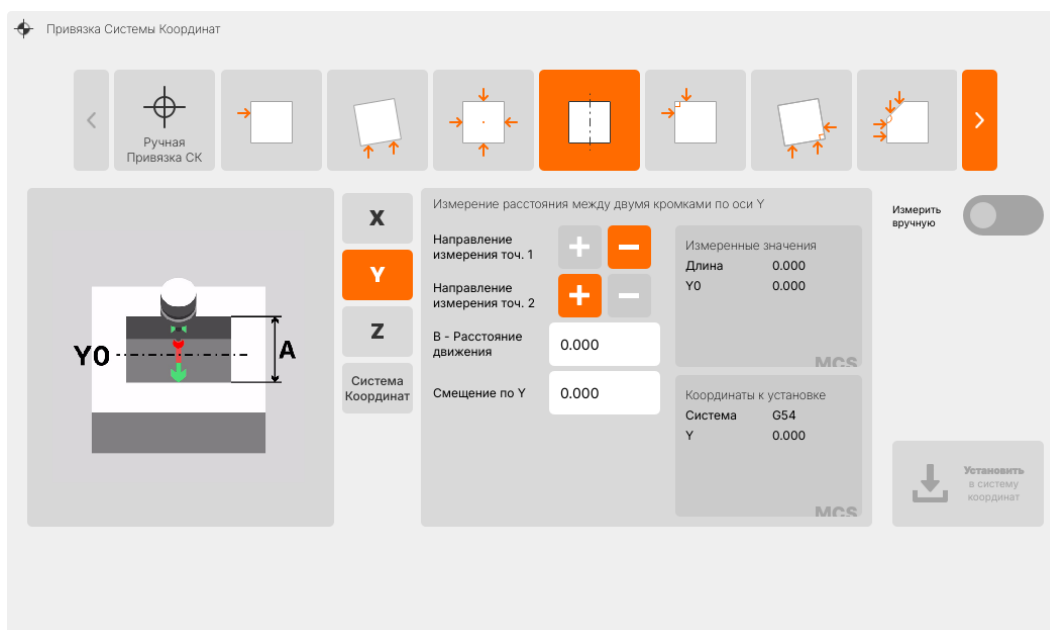
1. Оператор задаёт стартовую точку и направление первого и второго касания.
2. Цикл перемещает щуп к первой кромке, выполняет измерение (касание, отход, повторное касание на пониженной подаче) и фиксирует координату X1.
3. Щуп отходит в безопасную зону (указанную параметрами «А – Расстояние движения», «В – Длина заготовки», «С – Высота подъёма») и выполняет измерение второй кромки в противоположном направлении, фиксируя X2.
4. Вычисляется расстояние (ширина) и центр оси X что позволит установить смещение системы координат в центр между кромками.

Важные замечания:

- Цикл различает два режима: **наружное измерение** (выступ, бобышка) и **внутреннее измерение** (паз, отверстие). Внутреннее измерение требует, чтобы стартовая точка находилась внутри паза напротив кромки заготовки; наружное – напротив кромки заготовки.
- Для повышения точности рекомендуется измерять расстояние в нескольких местах по оси Y (если кромки не идеально параллельны) и усреднять результат.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение расстояния между двумя кромками по оси Y





Назначение:

Цикл предназначен для автоматического измерения расстояния (ширины) между двумя кромками заготовки или элемента детали вдоль оси Y. Он последовательно касается левой и правой кромок, вычисляет разность их координат и сохраняет результат. Это используется для

контроля ширины паза, канавки, выступа или всей заготовки. Также для установки системы координат у заготовок сложных форм.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения точ. 1: направление в отрицательный Y или положительный Y первого измерительного движения.
- Направление измерения точ. 2: направление в отрицательный Y или положительный Y второго измерительного движения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- А – Ширина заготовки: фактический размер измеряемой заготовки, используемый для расчёта движения. Ход движения осуществляется по оси Y для достижения начальной точки второго измерительного движения.
- В – Расстояние движения: движение после первого касания по оси X для достижения начальной точки второго измерительного движения.
- С – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.

Как работает цикл:

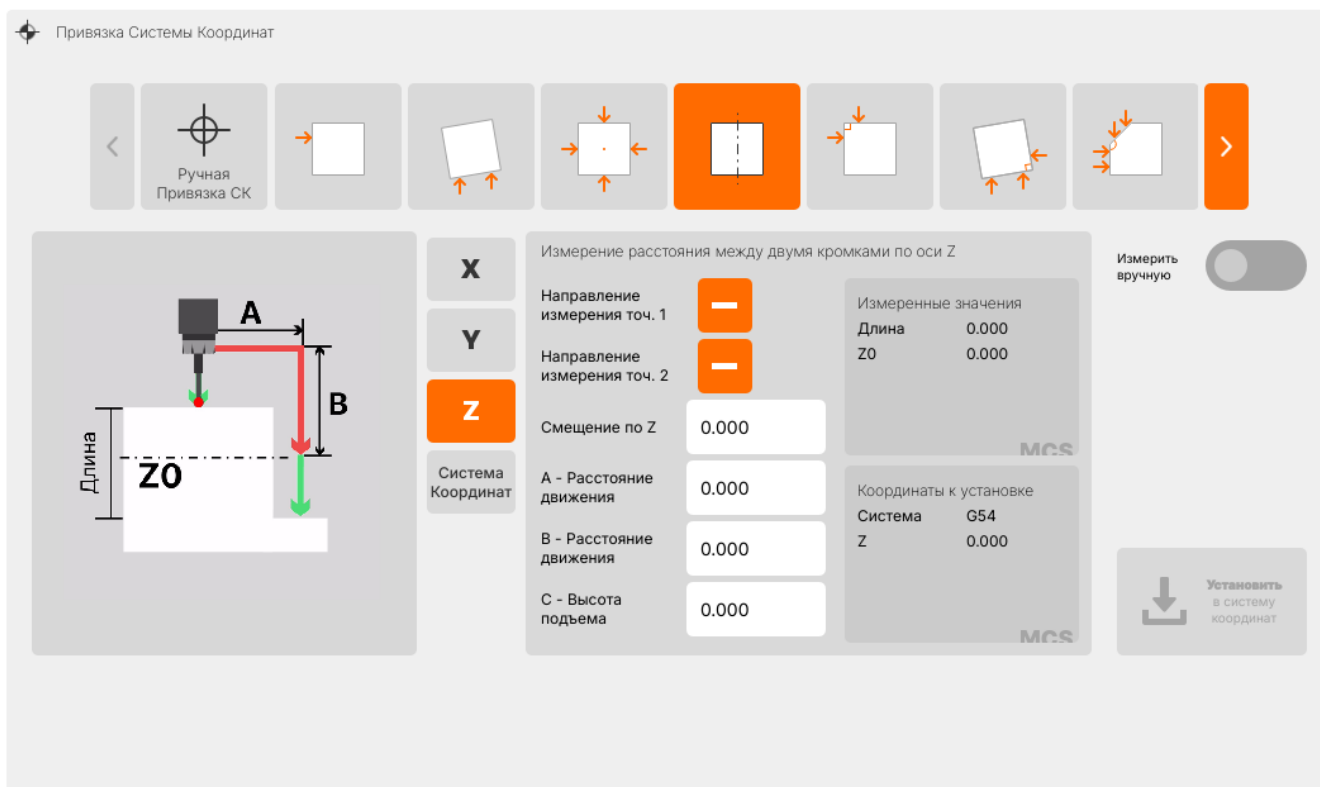
1. Оператор задаёт направление первого и второго касания и подводит щуп к стартовой точке.
2. Цикл перемещает щуп к первой кромке, выполняет измерение (касание, отход, повторное касание на пониженной подаче) и фиксирует координату Y1.
3. Щуп отходит в безопасную зону (указанную параметрами «А – Расстояние движения», «В – Длина заготовки», «С – Высота подъёма») и выполняет измерение второй кромки в противоположном направлении, фиксируя Y2.

4. Вычисляется расстояние (ширина) и центр оси Y что позволит установить смещение системы координат в центр между кромками.

Важные замечания:

- Цикл различает два режима: **наружное измерение** (выступ, бобышка) и **внутреннее измерение** (паз, отверстие). Внутреннее измерение требует, чтобы стартовая точка находилась внутри паза напротив кромки заготовки; наружное – напротив кромки заготовки.
- Для повышения точности рекомендуется измерять расстояние в нескольких местах по оси X (если кромки не идеально параллельны) и усреднять результат.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение расстояния между двумя кромками по оси Z



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического измерения расстояния (ширины) между двумя плоскостями вдоль оси Z. Он последовательно касается двух поверхностей, вычисляет разность их координат и сохраняет результат. Это используется для установки системы координат у заготовок сложных форм.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Направление измерения точ. 1: направление в отрицательный Z первого измерительного движения.
- Направление измерения точ. 2: направление в отрицательный Z второго измерительного движения.

- Смещение по Z: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Z на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- A – Расстояние движения: движение после первого касания по оси X для достижения начальной точки второго измерительного движения.
- B – Расстояние движения: движение после первого касания по оси Z для достижения начальной точки второго измерительного движения.
- C – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.

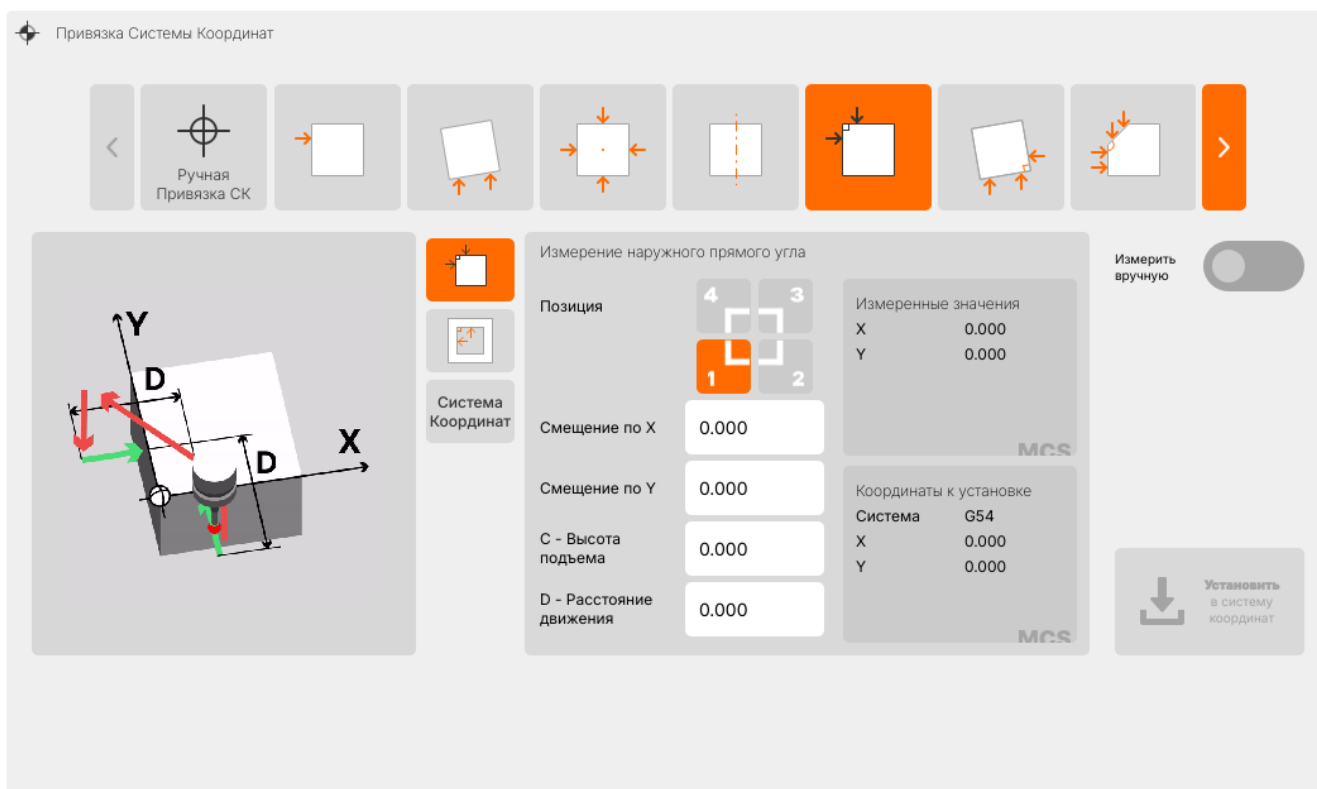
Как работает цикл:

1. Цикл перемещает щуп к первой кромке, выполняет измерение (касание, отход, повторное касание на пониженной подаче) и фиксирует координату Z1.
2. Щуп отходит в безопасную зону (указанную параметрами «A – Расстояние движения», «B – Длина заготовки», «C – Высота подъёма») и выполняет измерение второй плоскости, фиксируя Z2.
3. Вычисляется расстояние (высота) и центр оси Z что позволит установить смещение системы координат в центр между плоскостями.

Важные замечания:

- Для повышения точности рекомендуется измерять расстояние в нескольких местах по оси X (если кромки не идеально параллельны) и усреднять результат.
- При смене инструмента на щуп обязательно активируйте коррекцию его длины (G43), иначе измерение будет неверным.

Измерение наружного прямого угла



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения фактического положения наружного (внешнего) прямого угла заготовки. Он измеряет координаты двух сторон угла — сначала одну кромку (например, по оси X), затем другую (по оси Y) — и вычисляет координаты вершины угла (точки сопряжения кромок). Это используется для установки рабочего нуля в угол заготовки.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Позиция: выбор измеряемого угла.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- C – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.
- D – Расстояние движения: движение после первого касания по осям X и Y для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

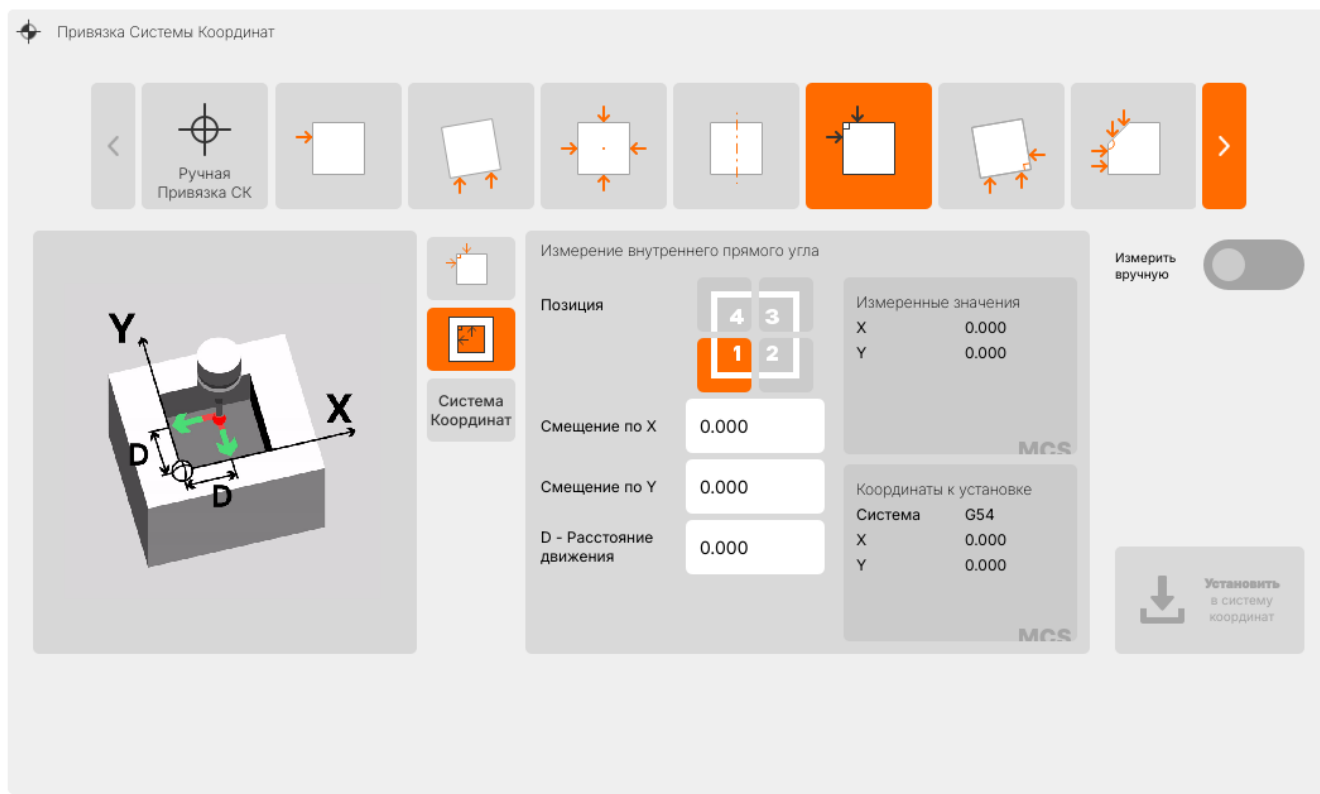
1. Щуп позиционируется в стартовую точку вблизи первой кромки (например, слева от предполагаемой вершины по оси X).
2. Выполняется измерение первой кромки (по оси X или Y) — щуп движется к стороне угла, фиксирует координату кромки (X1 или Y1). После касания щуп отходит.
3. Затем щуп перемещается в зону второй кромки и измеряет вторую сторону, фиксируя координату Y2 или X2.
4. Вершина угла определяется как точка пересечения двух измеренных линий (прямых). Если кромки идеально перпендикулярны, вершина имеет координаты (X1, Y2) — то есть по X берётся значение с первой кромки, по Y — со второй.
5. По выбору оператора цикл автоматически устанавливает рабочее смещение найденной вершины угла.

Важные замечания:

- Предполагаемая вершина должна быть **свободна от препятствий** (стружки, зажимов, соседних деталей). Щуп не должен ни во что упираться при движении к кромкам.
- Если заготовка имеет скруглённый угол (радиус), задавайте стартовые точки и зоны поиска так, чтобы щуп касался прямолинейных участков, а не скругления. Радиус должен быть меньше зоны поиска, иначе измерение будет неточным.

- При неправильно выбранной ориентации (например, X+ Y- вместо X- Y-) щуп начнёт движение в сторону заготовки и может в неё врезаться. Всегда проверяйте направление.
- Цикл работает для деталей с углом 90 градусов, для деталей с другим углом попробуйте цикл «[Измерение вершины любого наружного угла с поворотом СК](#)».
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение внутреннего прямого угла



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения фактического положения внутреннего прямого угла заготовки. Он измеряет координаты двух сторон угла — сначала одну кромку (например, по оси X), затем другую (по оси Y) — и вычисляет координаты вершины угла (точки сопряжения кромок). Это используется для установки рабочего нуля в угол заготовки.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Позиция: выбор измеряемого угла.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- D – Расстояние движения: движение после первого касания по осям X и Y для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

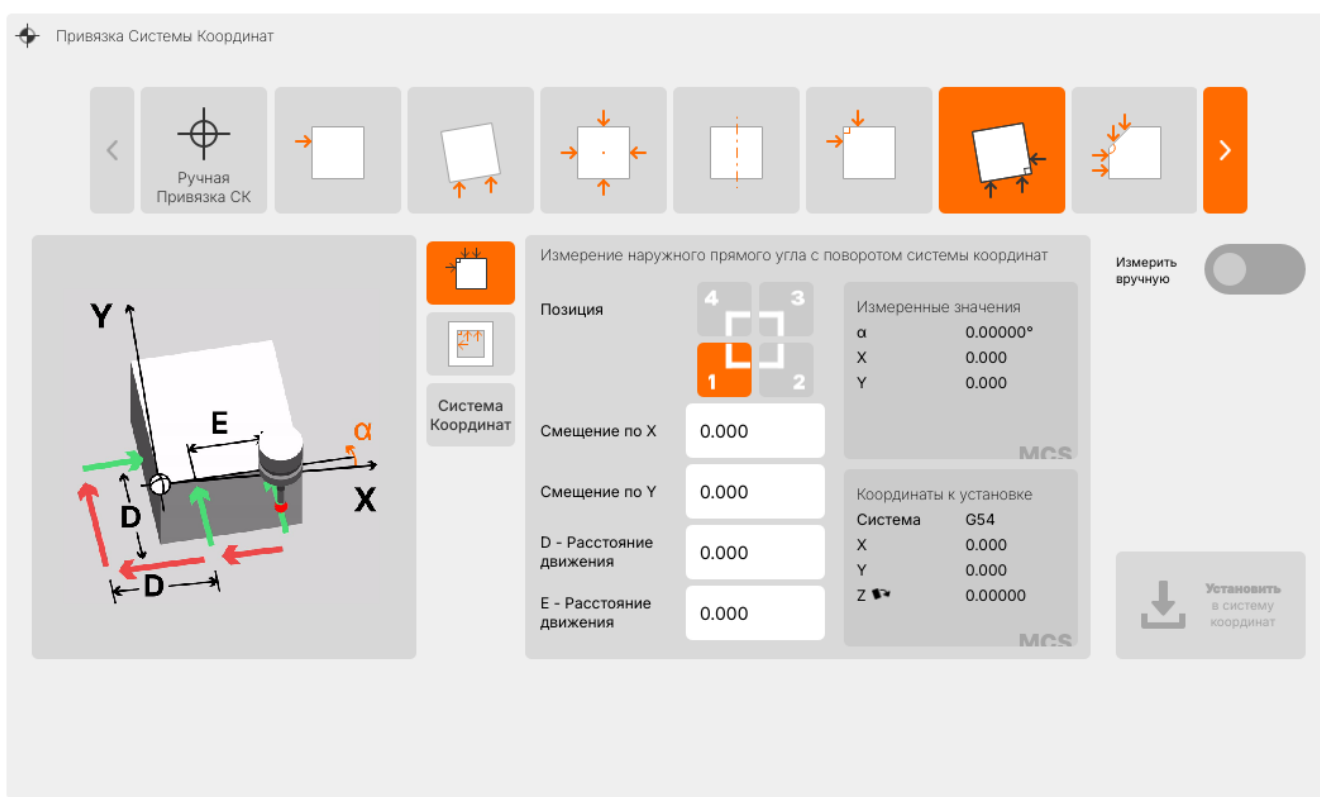
1. Щуп позиционируется в стартовую точку вблизи первой кромки (например, слева от предполагаемой вершины по оси X).
2. Выполняется измерение первой кромки (по оси X или Y) — щуп движется к стороне угла, фиксирует координату кромки (X1 или Y1). После касания щуп отходит.
3. Затем щуп перемещается в зону второй кромки и измеряет вторую сторону, фиксируя координату Y2 или X2.
4. Вершина угла определяется как точка пересечения двух измеренных линий (прямых). Если кромки идеально перпендикулярны, вершина имеет координаты (X1, Y2) — то есть по X берётся значение с первой кромки, по Y — со второй.
5. По выбору оператора цикл автоматически устанавливает рабочее смещение найденной вершины угла.

Важные замечания:

- Предполагаемая вершина должна быть **свободна от препятствий** (стружки, зажимов, соседних деталей). Щуп не должен ни во что упираться при движении к кромкам.
- Если заготовка имеет скруглённый угол (радиус), задавайте стартовые точки и зоны поиска так, чтобы щуп касался прямолинейных участков, а не скругления. Радиус должен быть меньше зоны поиска, иначе измерение будет неточным.
- При неправильно выбранной ориентации (например, X+ Y- вместо X- Y-) щуп начнёт движение в сторону заготовки и может в неё врезаться. Всегда проверяйте направление.

- Цикл работает для деталей с углом 90 градусов, для деталей с другим углом попробуйте цикл «[измерение вершины любого внутреннего угла с поворотом СК](#)».
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение наружного прямого угла с поворотом системы координат



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения положения внешнего прямого угла заготовки и одновременного поворота рабочей системы координат (СК) для выравнивания её осей вдоль кромок детали. Он измеряет две стороны угла, вычисляет точные координаты вершины и угол наклона сторон относительно базовых осей станка, затем устанавливает новое смещение в вершину угла и поворачивает СК так, чтобы оси X и Y стали параллельны

измеренным кромкам. Это позволяет программировать обработку в «выровненной» системе координат, игнорируя перекося заготовки.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Позиция: выбор измеряемого угла.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- C – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.
- D – Расстояние движения: движение после второго касания по осям X и Y для достижения начальной точки третьего измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.
- E – Расстояние движения: движение после первого касания по оси X или Y для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

1. Щуп позиционируется в стартовую точку вблизи первой кромки (например, слева от предполагаемой вершины по оси X).
2. Щуп перемещается к первой стороне угла, выполняет измерение кромки (касание, отход, повторное касание) и фиксирует координаты двух точек вдоль этой стороны (или координату одной точки и направление).
3. Затем щуп переходит ко второй стороне и аналогично измеряет её, фиксируя координаты.

4. Цикл вычисляет:

- **Вершину угла (X, Y)** – точку пересечения двух измеренных прямых.
- **Угол поворота α** – отклонение первой измеренной кромки (обычно вдоль оси X) от базовой оси станка.

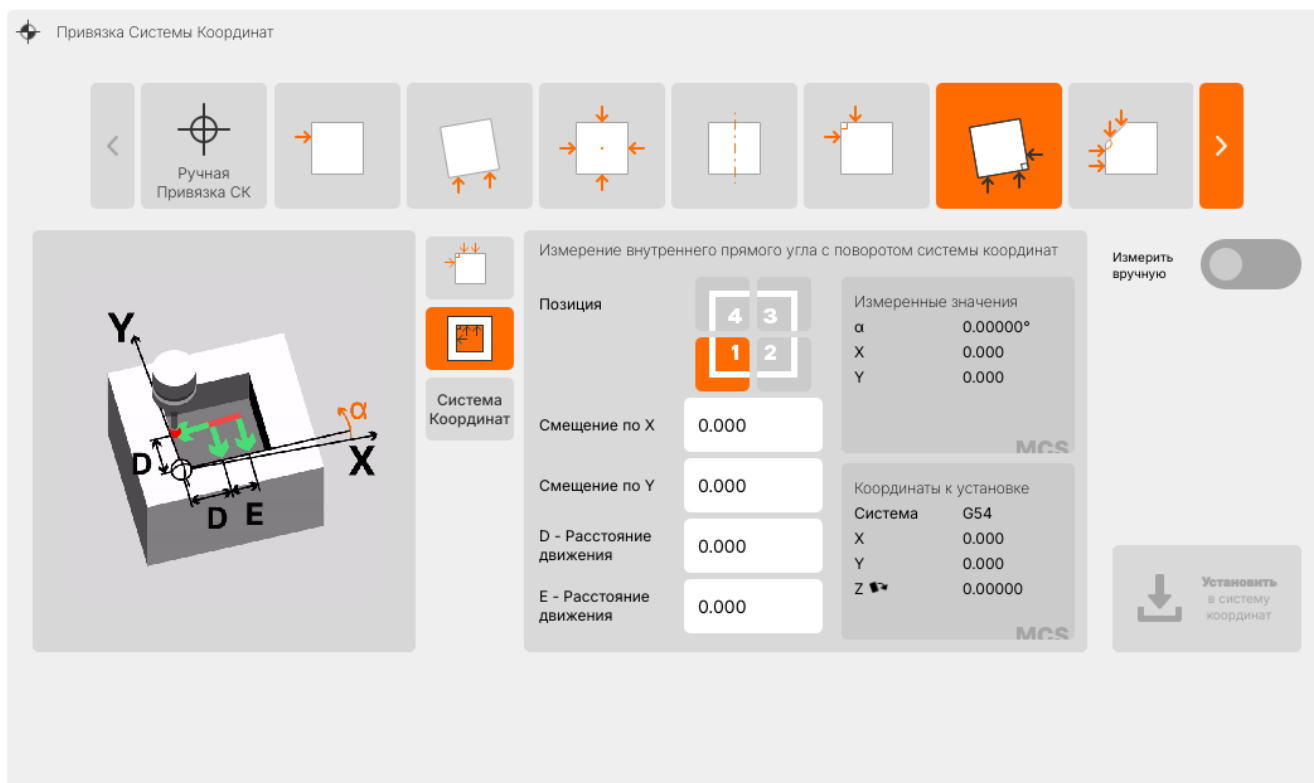
5. Выполняются два действия:

- Рабочее смещение обновляется: после нажатие на кнопку «установить» новое начало координат устанавливается в точку (X, Y).
- Система координат поворачивается на угол α . После этого ось X станка становится параллельна измеренной кромке.

Важные замечания:

- После установки данных цикла система координат остаётся повернутой на найденный угол.
- Если заготовка имеет скруглённый угол (радиус), задавайте зоны поиска такими, чтобы щуп касался прямолинейных участков кромок, иначе измерение угла будет неточным.
- При неправильно выбранной ориентации (например, задан X+ Y+, а реальный угол – X- Y-) щуп при первом движении врежется в заготовку. Всегда проверяйте направление.
- Цикл работает для деталей с углом 90 градусов, для деталей с другим углом попробуйте цикл «[Измерение вершины любого наружного угла с поворотом СК](#)».
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение внутреннего прямого угла с поворотом системы координат



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения положения внутреннего прямого угла заготовки и одновременного поворота рабочей системы координат (СК) для выравнивания её осей вдоль кромок детали. Он измеряет две стороны угла, вычисляет точные координаты вершины и угол наклона сторон относительно базовых осей станка, затем устанавливает новое смещение в вершину угла и поворачивает СК так, чтобы оси X и Y стали параллельны измеренным кромкам. Это позволяет программировать обработку в «выровненной» системе координат, игнорируя перекос заготовки.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Позиция: выбор измеряемого угла.

- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- D – Расстояние движения: движение после второго касания по осям X и Y для достижения начальной точки третьего измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.
- E – Расстояние движения: движение после первого касания по оси X или Y для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

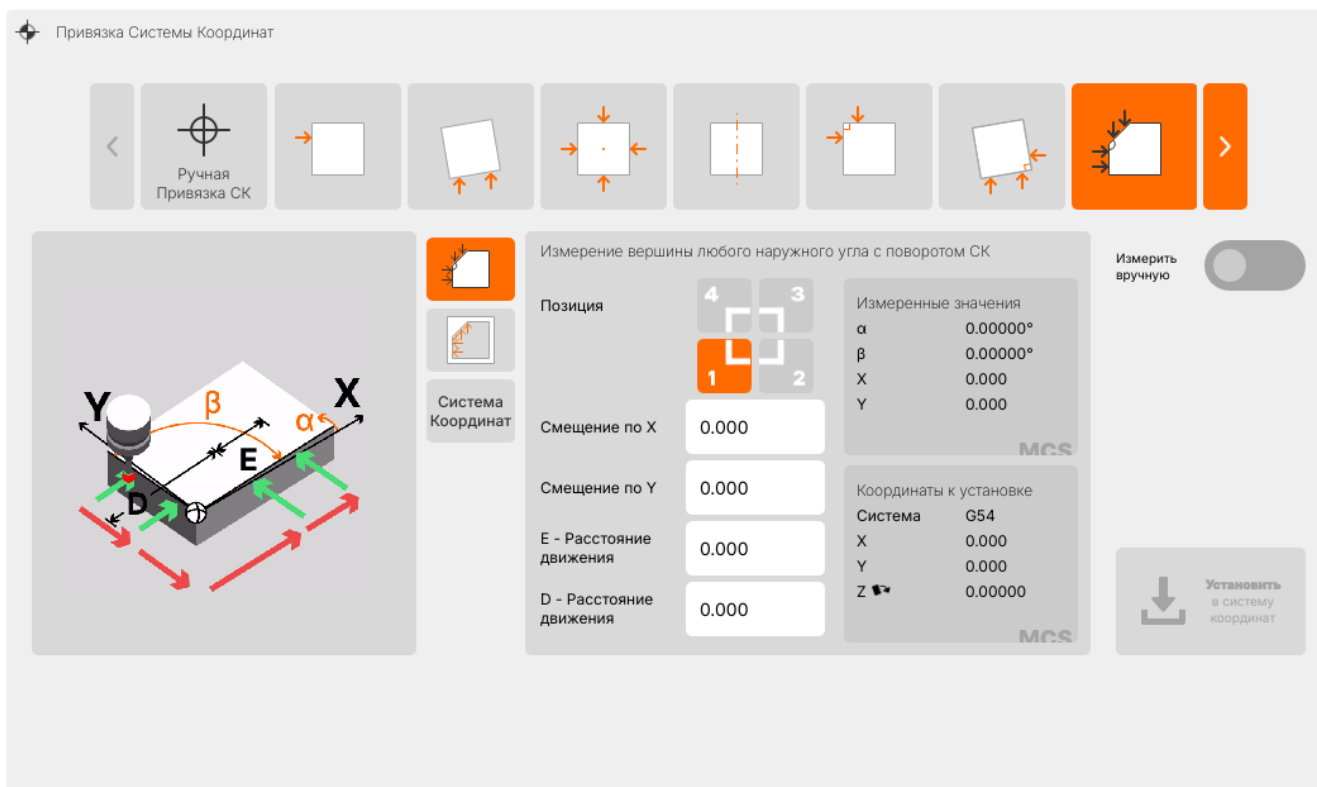
5. Щуп позиционируется в стартовую точку вблизи первой кромки (например, слева от предполагаемой вершины по оси X).
6. Щуп перемещается к первой стороне угла, выполняет измерение кромки (касание, отход, повторное касание) и фиксирует координаты двух точек вдоль этой стороны (или координату одной точки и направление).
7. Затем щуп переходит ко второй стороне и аналогично измеряет её, фиксируя координаты.
8. Цикл вычисляет:
 - **Вершину угла (X, Y)** – точку пересечения двух измеренных прямых.
 - **Угол поворота α** – отклонение первой измеренной кромки (обычно вдоль оси X) от базовой оси станка.
6. Выполняются два действия:

- Рабочее смещение обновляется: после нажатие на кнопку «установить» новое начало координат устанавливается в точку (X, Y).
- Система координат поворачивается на угол α . После этого ось X станка становится параллельна измеренной кромке.

Важные замечания:

- После установки данных цикла система координат остаётся повернутой на найденный угол.
- Если заготовка имеет скруглённый угол (радиус), задавайте зоны поиска такими, чтобы щуп касался прямолинейных участков кромок, иначе измерение угла будет неточным.
- При неправильно выбранной ориентации (например, задан X+ Y+, а реальный угол – X- Y-) щуп при первом движении врежется в заготовку. Всегда проверяйте направление.
- Цикл работает для деталей с углом 90 градусов, для деталей с другим углом попробуйте цикл [«Измерение вершины любого наружного угла с поворотом СК»](#).
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение вершины любого наружного угла с поворотом СК



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения фактического положения и ориентации любого наружного угла заготовки. Этот цикл находит две сходящиеся кромки и их точку пересечения.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Позиция: выбор измеряемого угла.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть как отрицательным, так и положительным.

- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- D – Расстояние движения: движение после второго касания по осям X и Y для достижения начальной точки третьего измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.
- E – Расстояние движения: движение после первого и третьего касаний по осям X и Y для достижения начальных точек второго и четвёртого измерительных движений. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

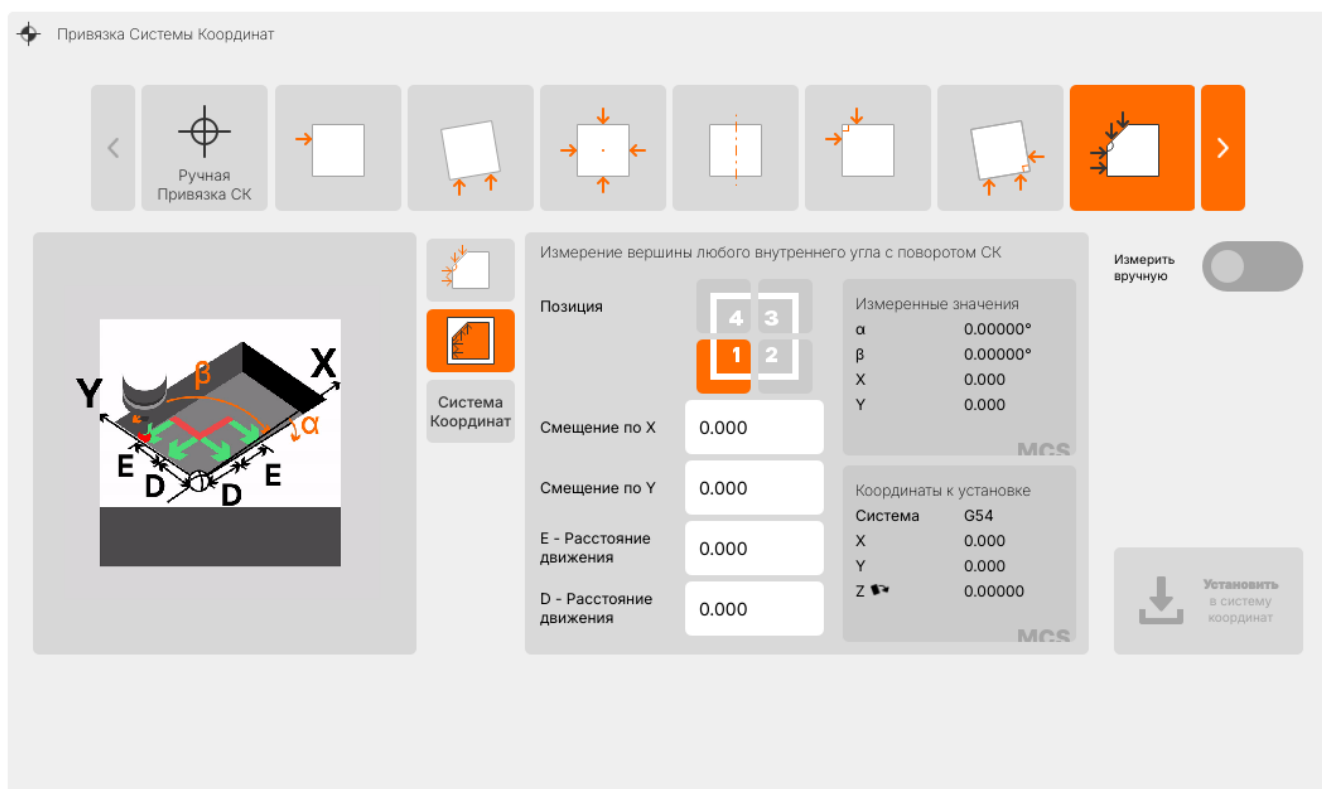
1. Оператор задаёт приблизительную область поиска: координаты точки, которая находится *снаружи* угла (со стороны, противоположной вершине).
2. Цикл планирует траекторию (используя параметры «D – Расстояние движения» и «E – Расстояние движения») и последовательно выполняет подвод к 4 точкам измерения. Измерительный шуп касается заготовки, фиксируя координаты.
3. По полученным от четырёх касаний точкам цикл вычисляет:
 - **Вершину угла (X, Y)** – точку пересечения двух прямых линий, которыми аппроксимируются найденные кромки.
 - **Угол поворота α** – относительно положительного направления базовой оси (оси X). Будет использован для поворота системы координат
 - **Угол поворота β** – измеренный угол заготовки (не устанавливается в систему координат, может быть использована для измерений)
1. Выполняются действия по привязке:
 - Рабочее смещение обновляется: после нажатие на кнопку «установить» новое начало координат устанавливается в точку (X, Y).

- Система координат поворачивается на угол α . После этого ось X станка становится параллельна измеренной кромке.

Важные замечания:

- После установки данных цикла система координат остаётся повернутой на найденный угол.
- Если заготовка имеет скруглённый угол (радиус), задавайте зоны поиска такими, чтобы щуп касался прямолинейных участков кромок, иначе измерение угла будет неточным.
- При неправильно выбранной ориентации (например, задан $X^+ Y^+$, а реальный угол – $X^- Y^-$) щуп при первом движении врежется в заготовку. Всегда проверяйте направление.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение вершины любого внутреннего угла с поворотом СК



Назначение:

Цикл предназначен для автоматического определения фактического положения и ориентации любого внутреннего угла заготовки. Этот цикл находит две сходящиеся кромки и их точку пересечения.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Позиция: выбор измеряемого угла.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

- Смещение по Y : дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- D – Расстояние движения: движение после второго касания по осям X и Y для достижения начальной точки третьего измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.
- E – Расстояние движения: движение после первого и третьего касаний по осям X и Y для достижения начальных точек второго и четвёртого измерительных движений. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

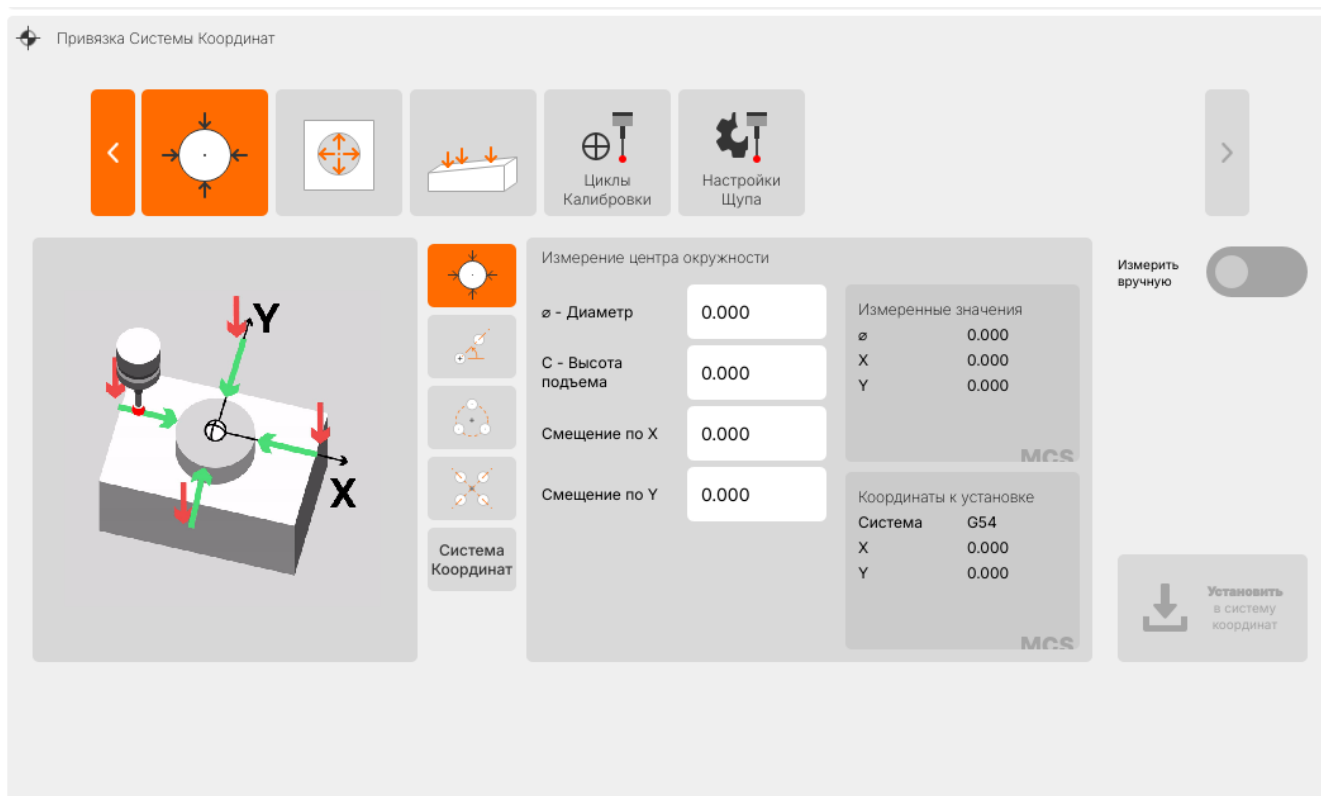
2. Оператор задаёт приблизительную область поиска: координаты точки, которая находится *снаружи* угла (со стороны, противоположной вершине).
3. Цикл планирует траекторию (используя параметры « D – Расстояние движения» и « E – Расстояние движения») и последовательно выполняет подвод к 4 точкам измерения. Измерительный шуп касается заготовки, фиксируя координаты.
4. По полученным от четырёх касаний точкам цикл вычисляет:
 - **Вершину угла (X, Y)** – точку пересечения двух прямых линий, которыми аппроксимируются найденные кромки.
 - **Угол поворота α** – относительно положительного направления базовой оси (оси X). Будет использован для поворота системы координат
 - **Угол поворота β** – измеренный угол заготовки (не устанавливается в систему координат, может быть использована для измерений)
5. Выполняются действия по привязке:
 - Рабочее смещение обновляется: после нажатие на кнопку «установить» новое начало координат устанавливается в точку (X, Y).

- Система координат поворачивается на угол α . После этого ось X станка становится параллельна измеренной кромке.

Важные замечания:

- После установки данных цикла система координат остаётся повернутой на найденный угол.
- Если заготовка имеет скруглённый угол (радиус), задавайте зоны поиска такими, чтобы щуп касался прямолинейных участков кромок, иначе измерение угла будет неточным.
- При неправильно выбранной ориентации (например, задан $X^+ Y^+$, а реальный угол – $X^- Y^-$) щуп при первом движении врежется в заготовку. Всегда проверяйте направление.
- При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение центра окружности



Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра наружного цилиндра (вала, ступени, выступа, бобышки) относительно машинной системы координат.

Результат используется для коррекции смещения заготовки.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- $\varnothing$ – Диаметр: диаметр измеряемой окружности для расчётов движений цикла измерения.
- C – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.

- Смещение по X : дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y : дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

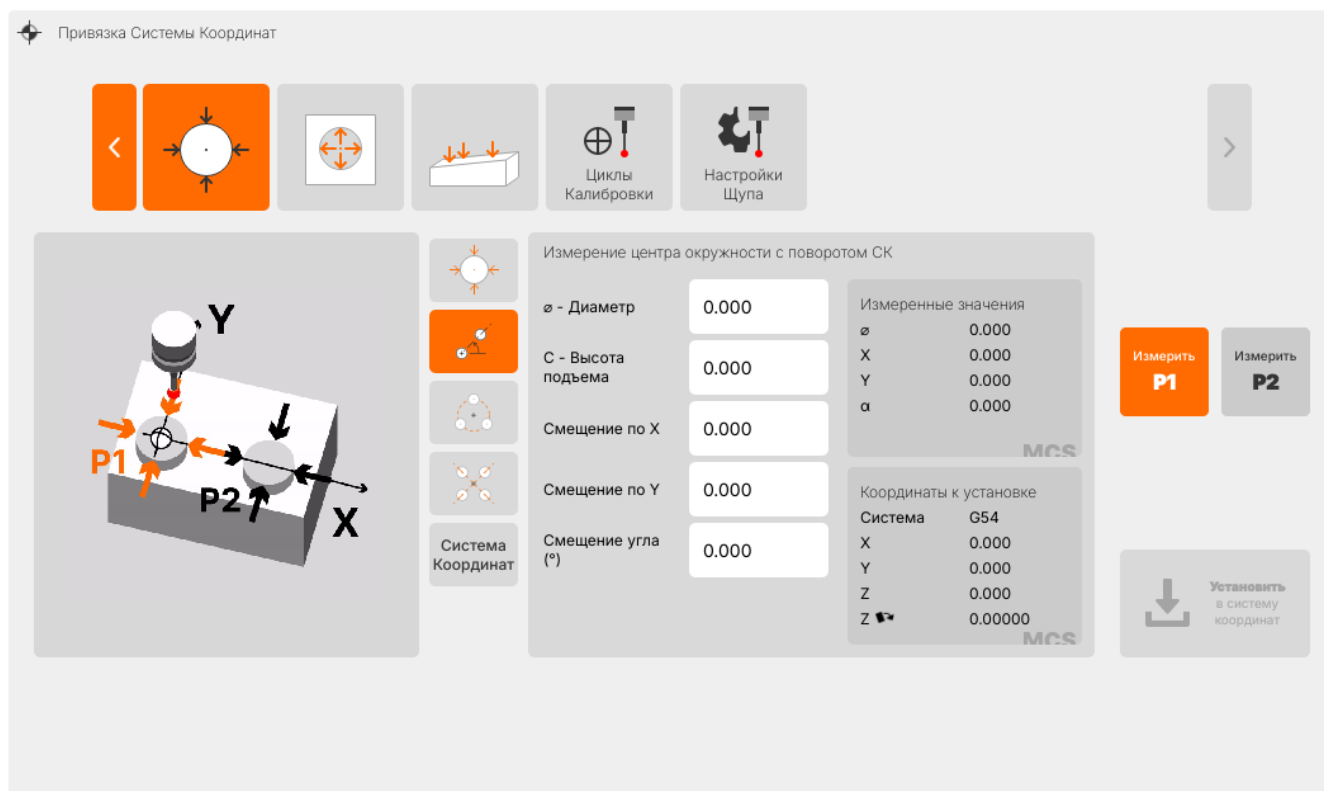
Как работает цикл:

1. Оператор задаёт диаметр окружности и позиционирует так чтобы кромка делала была по пути инструмента при движении в направлении $X+$. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.
2. Система позиционирует производит 4 измерения, фиксируя координаты точек касания, при этом поднимаясь и опускаясь по оси Z на значение « C – Высота подъёма».
3. По полученным точкам система вычисляет центр окружности и фактический диаметр окружности.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения щупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.
2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.
3. При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение центра окружности с поворотом СК



Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра наружного цилиндра (вала, ступени, выступа, бобышки) относительно машинной системы координат. Линия, которая образуется между **первой (P1)** и **второй (P2) точкой центра окружности** используется для вычисления поворота системы координат. Результат используется для коррекции смещения заготовки и ее поворот относительно второй окружности. После поворота системы координат, ось X будет параллельна линии между первой и второй точкой центра окружности. Если нужно чтобы ось Y была параллельна линии между первой и второй точкой центра окружности, используйте параметр «Смещение угла» для того чтобы повернуть систему на 90 градусов. Если окружности различаются в диаметре, используйте самый большой диаметр окружности для параметра « $\varnothing$ – Диаметр».

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- $\varnothing$ – Диаметр: диаметр измеряемых окружностей для расчётов движений цикла измерения.
- С – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение угла ($^{\circ}$): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

Как работает цикл:

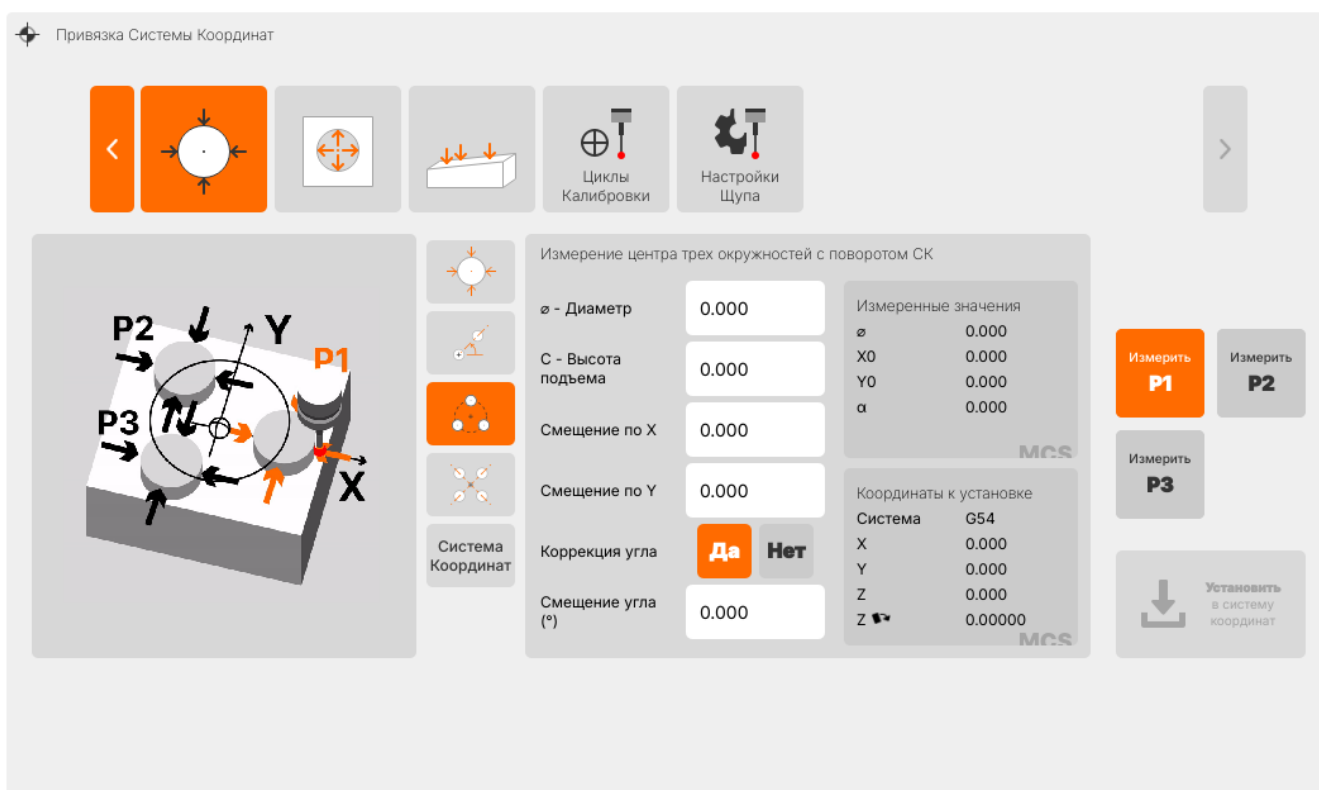
1. Оператор задаёт диаметр окружности и позиционирует так чтобы кромка делали была по пути инструмента при движении в направлении X+. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.
2. Система позиционирует производит 4 измерения, фиксируя координаты точек касания, при этом поднимаясь и опускаясь по оси Z на значение «С – Высота подъёма».
3. Оператор повторяет цикл для измерения R2.
4. По полученным точкам система вычисляет центр окружности, фактический диаметр окружности, и поворот системы координат.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения шупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.

2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.
3. При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение центра трёх окружностей с поворотом СК



Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра относительно центра трёх наружных окружностей (вала, ступени, выступа, бобышки). Линия, которая образуется между **первой точкой центра окружности (P1)** и центром между тремя

центрами окружностей (P1, P2, P3) используется для вычисления поворота системы координат. Результат используется для коррекции смещения заготовки и ее поворот. После поворота системы координат, ось X будет параллельна линии между первой точкой центра окружности и центром между тремя центрами окружностей. Если нужно чтобы ось Y была параллельна линии, используйте параметр «Смещение угла» для того чтобы повернуть систему на 90 градусов. Если окружности различаются в диаметре, используйте самый большой диаметр окружности для параметра «Ø – Диаметр».

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Ø – Диаметр: диаметр измеряемых окружностей для расчётов движений цикла измерения.
- С – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Коррекция угла: если указано «нет», цикл не будет применять поворот системы координат. Если указано «да», поворот системы координат будет осуществлён.
- Смещение угла (°): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

Как работает цикл:

1. Оператор задаёт диаметр окружности и позиционирует так чтобы кромка делали была по пути инструмента при движении в направлении X+. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.

2. Система позиционирует производит 4 измерения, фиксируя координаты точек касания, при этом поднимаясь и опускаясь по оси Z на значение «С – Высота подъёма».
3. Оператор повторяет цикл для измерения Р2.
4. Оператор повторяет цикл для измерения Р3.
5. По полученным точкам система вычисляет центр окружности, фактический диаметр окружности, и поворот системы координат.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения шупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.
2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.
3. При смене инструмента на шуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение центра четырёх окружностей с поворотом СК



Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра относительно центра четырёх наружных окружностей (вала, ступени, выступа, бобышки). Линия, которая образуется между **первой точкой центра окружности (P1)** и **центром между четырьмя центрами окружностей (P1, P2, P3, P4)** используется для вычисления поворота системы координат. Результат используется для коррекции смещения заготовки и ее поворот. После поворота системы координат, ось X будет параллельна линии между первой точкой центра окружности и центром между четырьмя центрами окружностей. Если нужно чтобы ось Y была параллельна линии, используйте параметр «Смещение угла» для того чтобы повернуть систему на 90 градусов. Если окружности различаются в диаметре, используйте самый большой диаметр окружности для параметра «ø – Диаметр».

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

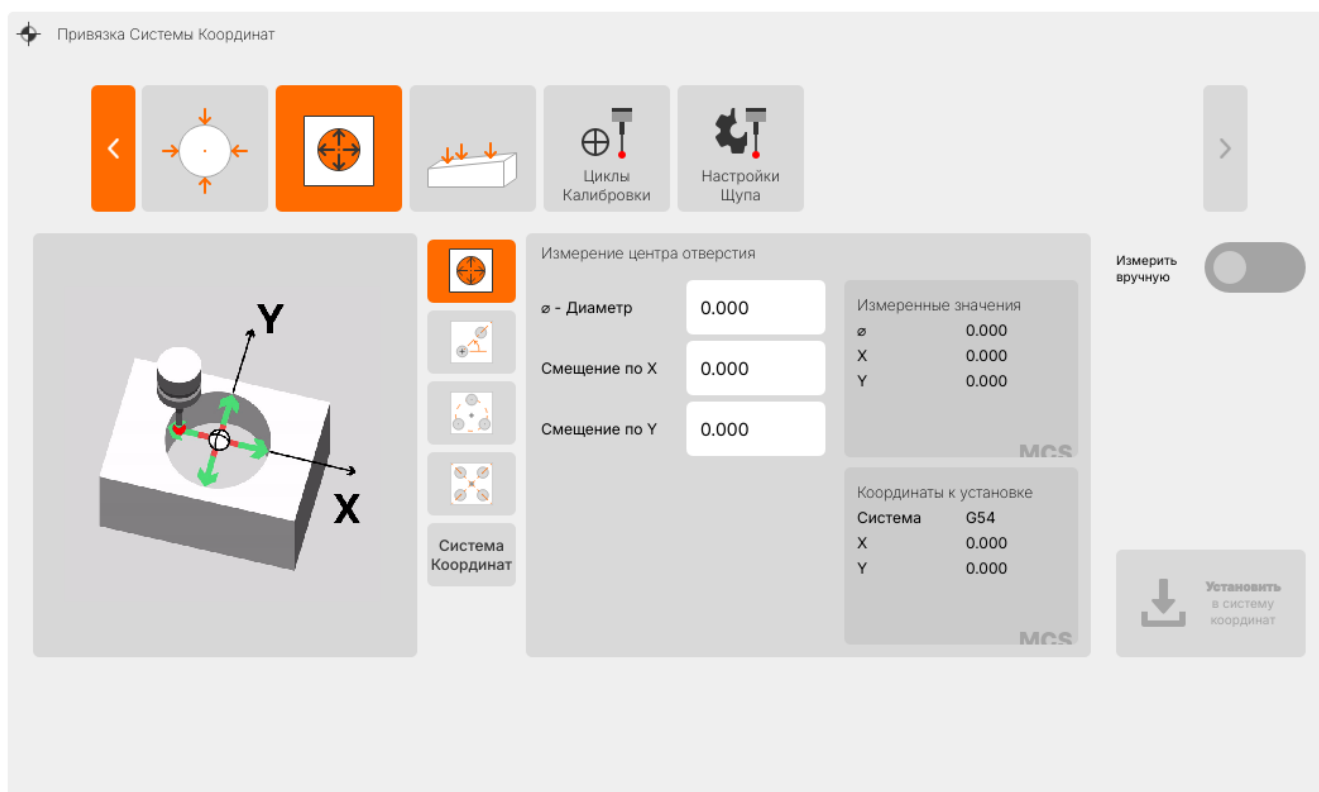
- $\varnothing$ – Диаметр: диаметр измеряемых окружностей для расчётов движений цикла измерения.
- С – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Коррекция угла: если указано «нет», цикл не будет применять поворот системы координат. Если указано «да», поворот системы координат будет осуществлён.
- Смещение угла ($^{\circ}$): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

Как работает цикл:

1. Оператор задаёт диаметр окружности и позиционирует так чтобы кромка делали была по пути инструмента при движении в направлении X+. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.
2. Система позиционирует производит 4 измерения, фиксируя координаты точек касания, при этом поднимаясь и опускаясь по оси Z на значение «С – Высота подъёма».
3. Оператор повторяет цикл для измерения P2.
4. Оператор повторяет цикл для измерения P3.
5. Оператор повторяет цикл для измерения P4.
6. По полученным точкам система вычисляет центр окружности, фактический диаметр окружности, и поворот системы координат.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения шупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.
2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.
3. При смене инструмента на шуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.

Измерение центра отверстия

Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра круглого отверстия (расточки, сквозного или глухого отверстия) относительно машинной системы координат. Результат используется для точной привязки последующих операций (например, растачивания, фрезерования пазов, установки заготовки по уже существующему отверстию) или для контроля диаметра отверстия.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- $\varnothing$ – Диаметр: диаметр измеряемого отверстия для расчётов движений цикла измерения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

Как работает цикл:

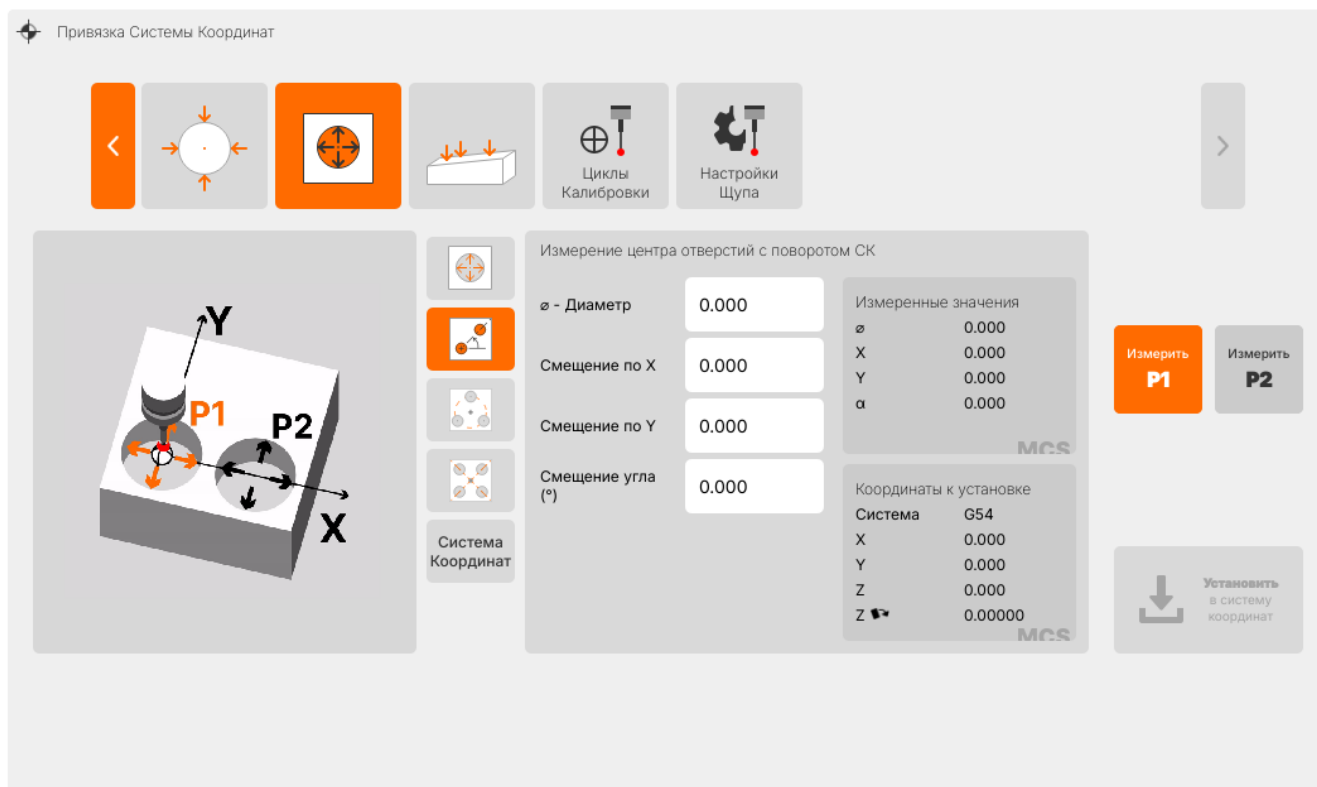
1. Оператор задаёт диаметр отверстия и позиционирует так чтобы кромка детали была по пути инструмента при движении в направлении X-. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.
2. Система позиционирует производит 4 измерения, фиксируя координаты точек касания.
3. По полученным точкам система вычисляет центр отверстия и фактический диаметр отверстия.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения щупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.

2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.
3. Овал и конусность – цикл вычисляет центр по точкам на одной плоскости (одном Z). Если отверстие имеет значительную овальность или конусность, результат может отличаться для разных глубин. В ответственных случаях измеряйте на нескольких уровнях с усреднением.
4. При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.
5. Глубина измерения – щуп должен быть опущен ниже кромки отверстия на величину, достаточную для исключения влияния фаски или заусенца. Рекомендуется измерять на глубине не менее 2–3 мм от верхней плоскости (для отверстий без фаски – на 1–2 мм ниже кромки).

Измерение центра отверстий с поворотом СК



Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра круглого отверстия (расточки, сквозного или глухого отверстия) относительно машинной системы координат. Линия, которая образуется между **первой (P1) и второй (P2) точкой центра отверстия** используется для вычисления поворота системы координат. Результат используется для коррекции смещения заготовки и ее поворот относительно второго отверстия. После поворота системы координат, ось X будет параллельна линии между первой и второй точкой центра отверстия. Если нужно чтобы ось Y была параллельна линии между первой и второй точкой центра отверстия, используйте параметр «Смещение угла» для того чтобы повернуть систему на 90 градусов. Если отверстия различаются в диаметре, используйте самый большой диаметр отверстия для параметра «Ø – Диаметр».

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- $\varnothing$ – Диаметр: диаметр измеряемого отверстия для расчётов движений цикла измерения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение угла ($^{\circ}$): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

Как работает цикл:

1. Оператор задаёт диаметр окружности и позиционирует так чтобы кромка делали была по пути инструмента при движении в направлении X-. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.
2. Оператор повторяет цикл для измерения R2.
3. По полученным точкам система вычисляет центр отверстия, фактический диаметр отверстия, и поворот системы координат.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения шупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.
2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.

3. Овал и конусность – цикл вычисляет центр по точкам на одной плоскости (одном Z). Если отверстие имеет значительную овальность или конусность, результат может отличаться для разных глубин. В ответственных случаях измеряйте на нескольких уровнях с усреднением.
4. При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.
5. Глубина измерения – щуп должен быть опущен ниже кромки отверстия на величину, достаточную для исключения влияния фаски или заусенца. Рекомендуется измерять на глубине не менее 2–3 мм от верхней плоскости (для отверстий без фаски – на 1–2 мм ниже кромки).

Измерение центра трёх отверстий с поворотом СК

Привязка Системы Координат

← [Иконка] [Иконка] [Иконка] [Иконка] Циклы Калибровки Настройки Щупа →

Измерение центра трёх отверстий с поворотом СК

∅ - Диаметр 0.000

Смещение по X 0.000

Смещение по Y 0.000

Коррекция угла Да Нет

Смещение угла (°) 0.000

Измеренные значения

∅	0.000
X0	0.000
Y0	0.000
α	0.000

Координаты к установке

Система	G54
X	0.000
Y	0.000
Z	0.000
Z	0.00000

Измерить P1 Измерить P2

Измерить P3

Установить в систему координат

Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра относительно центра трёх круглых отверстий (расточки, сквозного или глухого отверстия). Линия, которая образуется между **первой точкой центра отверстия (P1)** и **центром между тремя центрами отверстий (P1, P2, P3)** используется для вычисления поворота системы координат. Результат используется для коррекции смещения заготовки и ее поворот. После поворота системы координат, ось X будет параллельна линии между первой точкой центра окружности и центром между тремя центрами отверстий. Если нужно чтобы ось Y была параллельна линии, используйте параметр «Смещение угла» для того чтобы повернуть систему на 90 градусов. Если отверстия различаются в диаметре, используйте самый большой диаметр отверстия для параметра « $\varnothing$ – Диаметр».

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- $\varnothing$ – Диаметр: диаметр измеряемых отверстий для расчётов движений цикла измерения. Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.
- Коррекция угла: если указано «нет», цикл не будет применять поворот системы координат. Если указано «да», поворот системы координат будет осуществлён.
- Смещение угла ($^{\circ}$): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть, как отрицательным, так и положительным.

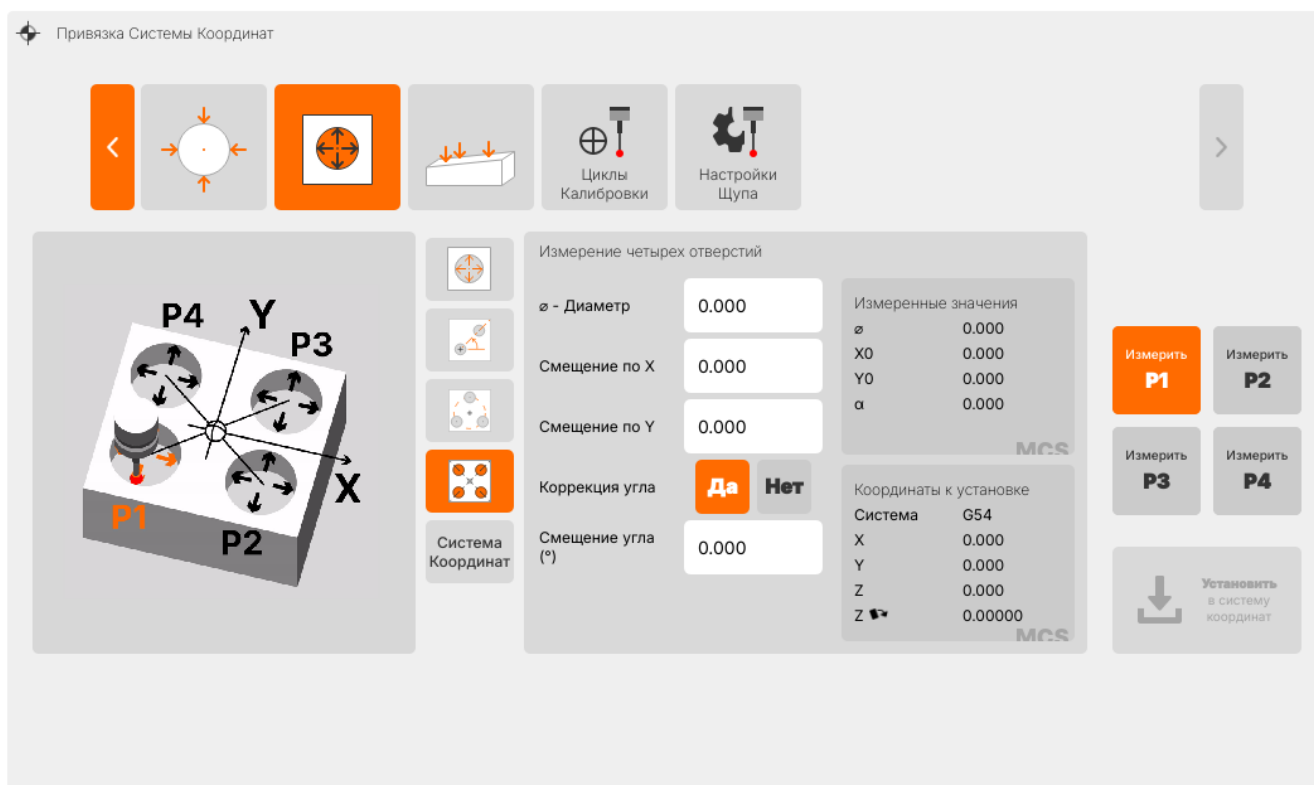
Как работает цикл:

1. Оператор задаёт диаметр окружности и позиционирует так чтобы кромка делала была по пути инструмента при движении в направлении X-. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.
2. Оператор повторяет цикл для измерения P2.
3. Оператор повторяет цикл для измерения P3.
4. По полученным точкам система вычисляет центр отверстия, фактический диаметр отверстия, и поворот системы координат.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения щупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.
2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.
3. Овал и конусность – цикл вычисляет центр по точкам на одной плоскости (одном Z). Если отверстие имеет значительную овальность или конусность, результат может отличаться для разных глубин. В ответственных случаях измеряйте на нескольких уровнях с усреднением.
4. При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.
5. Глубина измерения – щуп должен быть опущен ниже кромки отверстия на величину, достаточную для исключения влияния фаски или заусенца. Рекомендуется измерять на глубине не менее 2–3 мм от верхней плоскости (для отверстий без фаски – на 1–2 мм ниже кромки).

Измерение центра четырёх отверстий с поворотом СК



Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения фактических координат центра относительно центра четырёх наружных отверстий (расточки, сквозного или глухого отверстия). Линия, которая образуется между **первой точкой центра отверстия (P1)** и **центром между четырьмя центрами отверстий (P1, P2, P3, P4)** используется для вычисления поворота системы координат. Результат используется для коррекции смещения заготовки и ее поворот. После поворота системы координат, ось X будет параллельна линии между первой точкой центра отверстия и центром между четырьмя центрами отверстий. Если нужно чтобы ось Y была параллельна линии, используйте параметр «Смещение угла» для того чтобы повернуть систему на 90 градусов. Если отверстия различаются в диаметре, используйте самый большой диаметр отверстия для параметра «Ø – Диаметр».

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- $\varnothing$ – Диаметр: диаметр измеряемых отверстий для расчётов движений цикла измерения.
- Смещение по X: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси X на заданное значение. Значение может быть как отрицательным, так и положительным.
- Смещение по Y: дополнительный параметр, который позволяет сместить положение измеренной точки по оси Y на заданное значение. Значение может быть как отрицательным, так и положительным.
- Коррекция угла: если указано «нет», цикл не будет применять поворот системы координат. Если указано «да», поворот системы координат будет осуществлён.
- Смещение угла ($^{\circ}$): дополнительный параметр, который позволяет изменить измеренный угол на заданное значение. Значение может быть как отрицательным, так и положительным.

Как работает цикл:

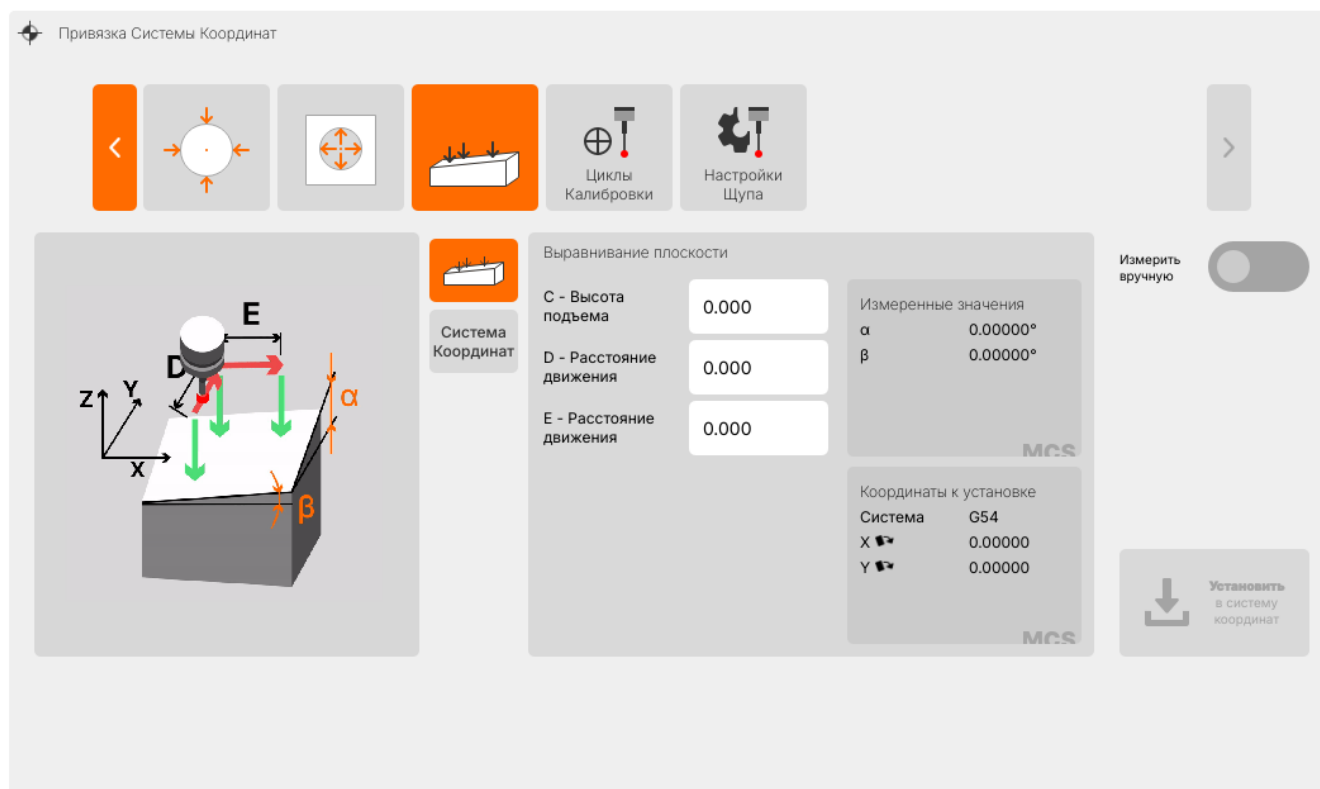
1. Оператор задаёт диаметр окружности и позиционирует так чтобы кромка делали была по пути инструмента при движении в направлении X-. Необходимо держать измерительную кромку инструмента на уровне Z где находится деталь.
2. Оператор повторяет цикл для измерения P2.
3. Оператор повторяет цикл для измерения P3.
4. Оператор повторяет цикл для измерения P3.
5. По полученным точкам система вычисляет центр отверстия, фактический диаметр отверстия, и поворот системы координат.

Важные замечания:

1. Безопасная зона – проверьте, что траектория перемещения шупа не пересекается с другими элементами детали, зажимными приспособлениями или инструментом.

2. Направление подвода – цикл автоматически выполняет подвод к поверхности по нормали (перпендикулярно касательной). Убедитесь, что конфигурация детали не требует специального угла входа (например, для конических участков). Используйте функцию поворота системы координат.
3. Овал и конусность – цикл вычисляет центр по точкам на одной плоскости (одном Z). Если отверстие имеет значительную овальность или конусность, результат может отличаться для разных глубин. В ответственных случаях измеряйте на нескольких уровнях с усреднением.
4. При смене инструмента на щуп обязательно укажите его диаметр в таблице инструментов, иначе измерение будет неверным.
5. Глубина измерения – щуп должен быть опущен ниже кромки отверстия на величину, достаточную для исключения влияния фаски или заусенца. Рекомендуется измерять на глубине не менее 2–3 мм от верхней плоскости (для отверстий без фаски – на 1–2 мм ниже кромки).

Выравнивание плоскости



Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения угла наклона (перекоса) поверхности детали относительно базовой плоскости станка (обычно XY) и последующей коррекции системы координат, чтобы обрабатываемая плоскость стала параллельна осям станка. Это критически важно при установке заготовок с неточной фиксацией.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- С – Высота подъёма: длина, на которую будут осуществляться движения по Z после окончания и перед началом измерительного движения.

- D – Расстояние движения: движение после первого касания по оси Y для достижения начальной точки второго измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.
- E – Расстояние движения: движение после второго касания по оси X для достижения начальной точки третьего измерительного движения. Значения может быть положительное, так и отрицательное.

Как работает цикл:

1. Оператор подводит щуп над измеримой плоскостью
2. Цикл поочередно подводит измерительный щуп к каждой заданной точке и фиксирует фактическую координату Z при касании.
3. По полученным координатам система вычисляет углы наклона относительно машинной системы координат.
4. После нажатие на кнопку «установить» система вводит коррекцию для поворота системы координат по осям X и Y.

Важные замечания:

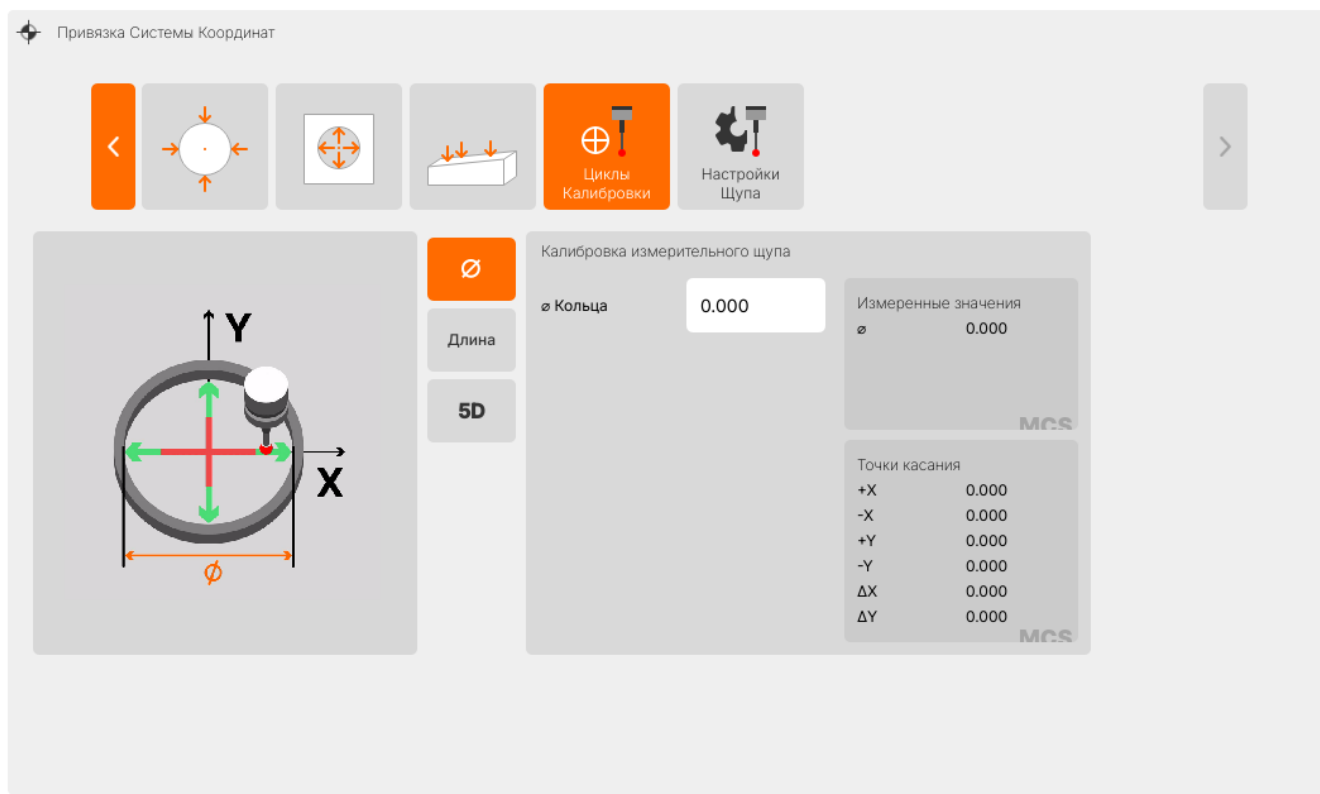
1. Чистота поверхности – в точках касания не должно быть заусенцев, стружки, масляных пятен или следов от предыдущих операций. Даже небольшая частица может исказить результат на десятые доли градуса.

Параметры и функции калибровок и настроек

Калибровка измерительного щупа

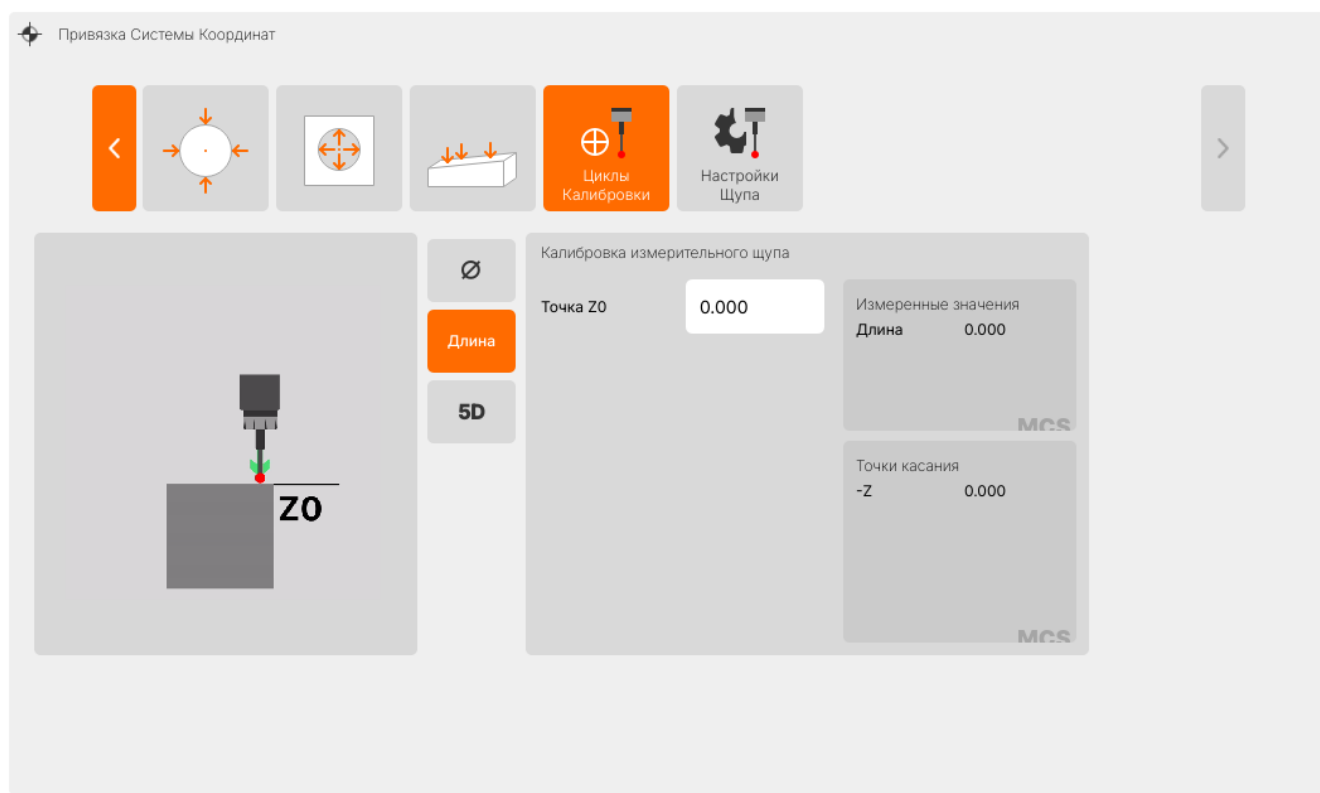
Назначение

Цикл предназначен для автоматического определения точных геометрических параметров измерительного щупа (радиуса наконечника, длины вдоль оси Z, а также возможных отклонений оси щупа от перпендикулярности к шпинделю) путём касания эталонной детали известного размера (например, калибровочного кольца). Калибровка обязательна после установки нового щупа, замены наконечника, удара щупа о деталь, а также при заметных изменениях температуры в зоне обработки.



Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- $\varnothing$ кольца: диаметр измеряемого отверстия для расчётов движений цикла калибровки.

**Параметры цикла (вводятся перед запуском):**

- Точка Z0: координаты контрольной точки по оси Z, которая используется для сравнения с фактической измеренной точкой при проведении калибровки измерительного щупа. Точка Z0 вводится оператором для справки и не влияет на цикл измерения.

Калибровка кинематики

Привязка Системы Координат

Диаметр

Длина

5D

Калибровка кинематики

Ø сферы

Настройка оси A:

Макс. угол A

Мин. угол A

Количество измерений по A

Настройка оси C:

Макс. угол C

Мин. угол C

Дата/время:

Плоскость: G17

Предыдущие смещения поворотной точки

	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)
пред. коррекция	0.00000	0.00000	0.00000
Δ пред. коррекция	0.00000	0.00000	0.00000

Новые смещение поворотной точки

	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)
новая коррекция	0.00000	0.00000	0.00000
Δ новая коррекция	0.00000	0.00000	0.00000

Назначение

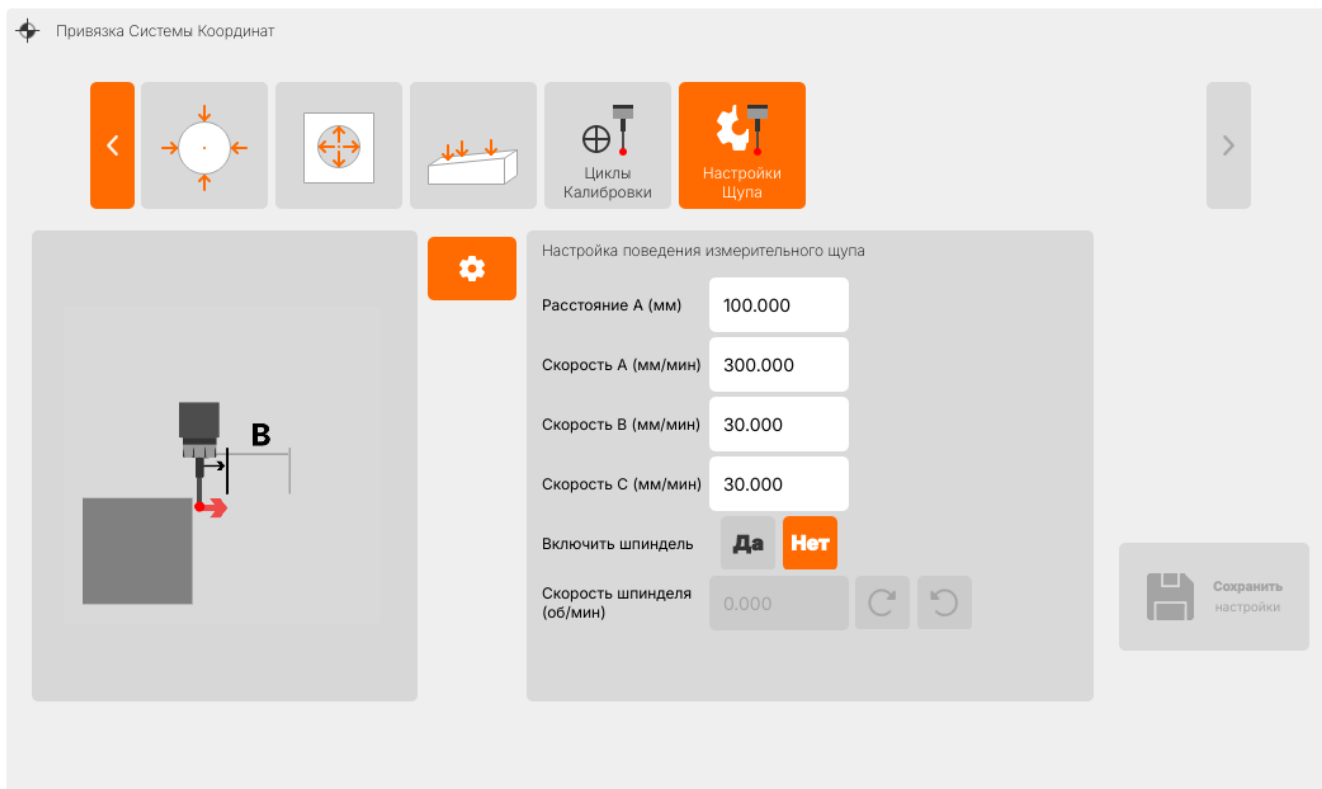
Цикл предназначен для автоматического определения и компенсации геометрических погрешностей кинематической схемы станка путём измерения положения калибровочной сферы с разных позиций осей вращения и линейных осей. Система UNIMILL вычисляет фактические кинематические параметры модели станка и корректирует их в таблицах кинематики. Это обеспечивает точность позиционирования инструмента при работе с поворотными осями (4-я, 5-я оси), в том числе при одновременной 5-осевой обработке (G43.4), и необходимо выполнять после ремонта узлов, изменения кинематической схемы или при обнаружении ошибок обработки в наклонных плоскостях.

Параметры цикла (вводятся перед запуском):

- Ø сферы: диаметр измеряемой сферы для расчётов движений цикла калибровки.

- Макс. угол А: максимальный допустимый угол поворота оси А при измерении калибровочной сферы.
- Мин. угол А: минимальный допустимый угол поворота оси А при измерении калибровочной сферы.
- Количество измерений по А: число измерительных движений между минимальным и максимальным значением поворота оси А.
- Макс. угол С: максимальный допустимый угол поворота оси С при измерении калибровочной сферы.
- Мин. угол С: минимальный допустимый угол поворота оси С при измерении калибровочной сферы.
- Количество измерений по С: число измерительных движений между минимальным и максимальным значением поворота оси С.
- Угол подхода / поворот оси Z: временный поворот системы координат для обеспечения удобного подхода измерительного цикла к калибровочной сфере.
- Количество повторений: число повторений цикла калибровки для более точного определения точки и/или векторной точки кинематики.

Настройка поведения измерительного щупа



Назначение

Настройки предназначены для конфигурирования рабочих параметров измерительного щупа перед началом измерений. Он позволяет задать такие характеристики, как скорость и длина подвода. В отличие от калибровки, которая определяет геометрию щупа, данный цикл настраивает его **логику поведения** в автоматическом режиме, обеспечивая оптимальное сочетание точности, быстродействия и безопасности для конкретного измерительного инструмента.

Параметры настроек (вводятся перед запуском):

- Расстояние А (мм): длина первого участка измерительного движения (от начальной точки до первого контакта с заготовкой).

- Скорость А (мм/мин): скорость перемещения на расстояние А.
- Скорость В (мм/мин): скорость, с которой измерительный щуп будет двигаться на втором участке измерительного движения (от контакта с заготовкой до потери контакта).
- Скорость С (мм/с): скорость, с которой измерительный щуп будет двигаться на третьем участке измерительного движения (в сторону заготовки до контакта с ней).
- Включать шпиндель: если указано «да», шпиндель будет включён при работе измерительного цикла. Если указано «нет», шпиндель не будет включён.
- Скорость шпинделя (об/мин): если шпиндель включён, этот параметр определяет скорость вращения и его направление.

Таблица: Смещение привязки системы координат

2. Очистить систему координат 4. Поворот системы координат 6. Зеркальное отображения

1. Система координат 3. Смещение 5. Масштабировать

Группа	Система координат	Смещение	X	Y	Z	Поворот	Масштаб	Зеркало
G54	Смещение MCS	1544.634	0.00000	1.000				
G55	Смещение MCS	0.000	0.00000	1.000				
G56	Смещение MCS	0.000	0.00000	1.000				

7. Строка для оси X → X

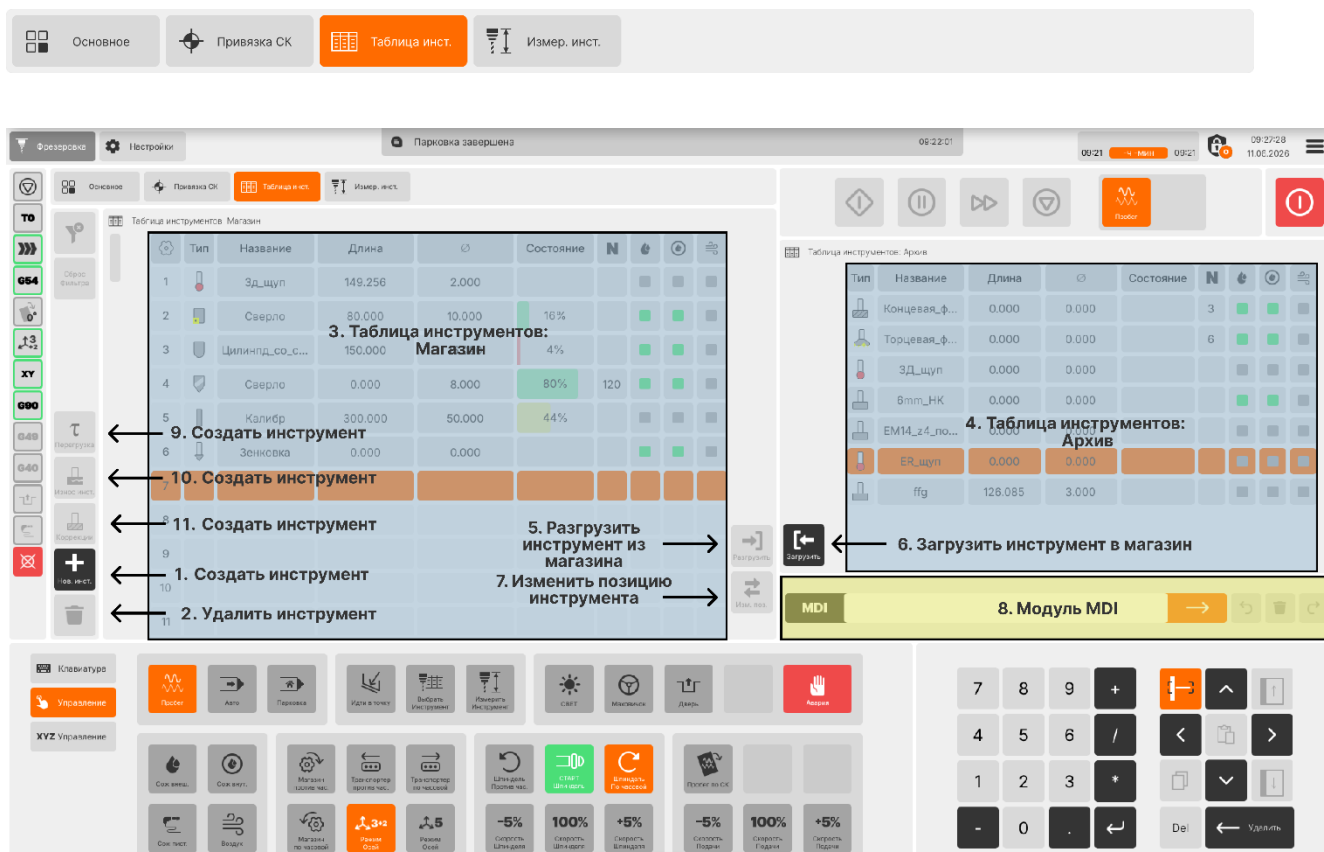
8. Строка для оси Y → Y

9. Строка для оси Z → Z

- Система координат** – отображение текущей выбранной пользовательской системы координат (оранжевый цвет обозначает, что система выбрана).
- Очистить систему координат** – удаляет значения смещения и поворота системы координат. Убирает зеркальную обработку, если она была включена. Устанавливает масштаб 1.000, если было установлено другое значение.

3. **Смещение** – значение относительно машинного нуля. Указывает на нулевую точку пользовательской системы координат в координатах машинной системы координат. Значение можно изменить вручную. Данные от циклов измерения записываются в эти ячейки.
4. **Поворот системы координат** – отображает поворот системы координат в градусах. Значение можно изменить вручную. Данные от циклов измерения записываются в эти ячейки.
5. **Масштабировать** – коэффициент масштабирования траектории.
6. **Зеркальное отображение** – включает/выключает зеркальное отображение траектории.
7. **Строка для оси X** – данные в этой строке относятся к оси X.
8. **Строка для оси Y** – данные в этой строке относятся к оси Y.
9. **Строка для оси Z** – данные в этой строке относятся к оси Z.

Таблица инструментов



1. **Создать инструмент** – при нажатии появляется меню где можно выбрать иконку и названия инструмента.

- Если выбрана свободная ячейка в «таблица инструментов: Магазин» инструмент будет создан в выбранной ячейке.
- Если не выбрана ячейка или ячейка занята другим инструментом – инструмент будет создан в архиве инструментов.

2. **Удалить инструмент** – необходимо выбрать инструмент из «Таблица инструментов: архив» или «Таблица инструментов: магазин», нажав на строку инструмента. Строка

выбранного инструмента будет выделена оранжевым цветом. При нажатии на кнопку удаляет выбранный инструмент из архива или магазина.

3. **Модуль магазина инструментов** – список инструментов, находящихся в магазине; могут быть вызваны командами M6 Tn или M6 Tn P1.
4. **Модуль архива инструментов** – список инструментов, не участвующих в обработке.
5. **Разгрузить инструмент из магазина** – выгружает выбранный инструмент из «Таблица инструментов: магазин» в «Таблица инструментов: архив».
 - a. Инструмент невозможно разгрузить, если не выбран инструмент для разгрузки из «Таблица инструментов: магазин».
 - b. Если не выбрана ячейка в «Таблица инструментов: архив», инструмент из магазина будет разгружен и займёт позицию внизу таблицы архива.
 - c. Если выбран инструмент в «Таблица инструментов: архив», инструмент из магазина будет разгружен, а инструмент из архива займёт его место.
6. **Загрузить инструмент в магазин** – загружает выбранный инструмент из «Таблица инструментов: архив» в «Таблица инструментов: магазин».
 - a. Инструмент невозможно загрузить, если не выбран инструмент для загрузки из «Таблица инструментов: архив».
 - b. Если не выбрана ячейка в «Таблица инструментов: магазин», инструмент из архива будет загружен в первую свободную ячейку. Если нет свободных ячеек, загрузить инструмент невозможно.
 - c. Если выбрана пустая ячейка в «Таблица инструментов: магазин», инструмент из архива будет загружен в выбранную ячейку.
 - d. Если выбран инструмент в «Таблица инструментов: магазин», инструмент из магазина будет разгружен, а инструмент из архива займёт его место.
7. **Изменить позицию инструмента** – необходимо выбрать инструмент из «Таблица инструментов: магазин», затем кнопка станет доступна. При нажатии появляется окно с полем для ввода позиции. После ввода и подтверждения позиция инструмента изменяется. Если в указанной позиции уже существует инструмент, инструменты меняются местами.

8. **Модуль MDI** – дополнительный модуль MDI для ввода команд.
9. **Таблица инструментов: Коррекции** – открывает таблицу коррекцией если выбран инструмент из таблицы магазина или архива инструментов (но не более одного инструмента). Можно узнать больше по [этой ссылке](#).
10. **Таблица инструментов: Износ** – открывает таблицу износа если выбран инструмент из таблицы магазина или архива инструментов (но не более одного инструмента). Можно узнать больше по [этой ссылке](#).
11. **Таблица инструментов: Перегрузка** – открывает таблицу перегрузок если выбран инструмент из таблицы магазина или архива инструментов (но не более одного инструмента). Можно узнать больше по [этой ссылке](#).

Таблица инструментов: Магазин

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Тип	Название	Длина	Ø	Состояние	N			
1		Зд_щуп	149.256	2.000					
2		Сверло	80.000	10.000	16%				
3		Цилинд_со_с...	150.000	15.000	4%				
4		Сверло	0.000	8.000	80%	120			
5		Калибр	300.000	50.000	44%				
6		Зенковка	0.000	0.000					
7									
8									
9									
10									
11									

1. **Номер инструмента (Т)** – обозначает номер инструмента, вызываемый словом Т.
2. **Тип инструмента** – иконка, подсказывающая тип инструмента. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
3. **Название инструмента** – показывает наименование инструмента. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.

4. **Длина инструмента** – устанавливает длину инструмента для расчётов.
5. **Диаметр инструмента** – устанавливает диаметр инструмента для расчётов.
6. **Состояние износа инструмента** – указывает на состояние износа инструмента; шкала от 0 (достигнут максимальный уровень износа) до 100 (износ отсутствует). Расчёт ведётся исходя из таблицы износа инструмента.
7. **Количество зубьев или вспомогательная информация** – определяет количество зубьев инструмента или содержит вспомогательную информацию. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
8. **Вспомогательный индикатор подачи внешнего СОЖ** – функция, напоминающая оператору, что на инструмент необходимо подавать внешнее СОЖ. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
9. **Вспомогательный индикатор подачи внутреннего СОЖ** – функция, напоминающая оператору, что на инструмент необходимо подавать внутреннее СОЖ. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
10. **Вспомогательный индикатор подачи воздуха/тумана** – функция, напоминающая оператору, что на инструмент необходимо подавать воздух или туман. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.

Таблица инструментов: Архив

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Тип	Название	Длина	Ø	Состояние	N	🔊	👁	📄
🔧	Концевая_ф...	0.000	0.000		3	🟢	🟢	📄
🔧	Торцевая_ф...	0.000	0.000		6	🟢	🟢	📄
🔧	3Д_щуп	0.000	0.000			🟡	🟡	📄
🔧	6mm_НК	0.000	0.000			🟢	🟢	📄
🔧	EM14_z4_по...	0.000	0.000			🟡	🟡	📄
🔧	ER_щуп	0.000	0.000			🟡	🟡	📄
🔧	ffg	126.085	3.000			🟡	🟡	📄

← Загрузить

1. **Тип инструмента** – иконка, подсказывающая тип инструмента. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
2. **Название инструмента** – показывает наименование инструмента. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
3. **Длина инструмента** – устанавливает длину инструмента для расчётов.
4. **Диаметр инструмента** – устанавливает диаметр инструмента для расчётов.
5. **Состояние износа инструмента** – указывает на состояние износа инструмента; шкала от 0 (достигнут максимальный уровень износа) до 100 (износ отсутствует). Расчёт ведётся исходя из таблицы износа инструмента.
6. **Количество зубьев или вспомогательная информация** – определяет количество зубьев инструмента или содержит вспомогательную информацию. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
7. **Вспомогательный индикатор подачи внешнего СОЖ** – функция, напоминающая оператору, что на инструмент необходимо подавать внешнее СОЖ. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.
8. **Вспомогательный индикатор подачи внутреннего СОЖ** – функция, напоминающая оператору, что на инструмент необходимо подавать внутреннее СОЖ. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.

9. **Вспомогательный индикатор подачи воздуха/тумана** – функция, напоминающая оператору, что на инструмент необходимо подавать воздух или туман. Носит справочный характер, не используется системой для расчётов.

Таблица инструментов: Коррекции

Настройки коррекции инструмента

1. Инструмент
Фреза_концевая_E12

2. Индикатор номера инструмента
10

3. Состояние
Активен

4. Блокировка
Заблокировать

5. →

D	Описание	Длина	Ø	
D1	Базовая геом...	160.000	10.000	
D2	Геометрия 1	160.000	10.000	
D3	Геометрия 2	160.000	10.000	
D4	Геометрия 3	160.000	10.000	
D5	Геометрия 4	160.000	10.000	
D6	Геометрия 5	160.000	10.000	
D7	Геометрия 6	160.000	10.000	
D8	Геометрия 7	160.000	10.000	

Для сохранения станок должен находиться в состоянии "в ожидание"

Отмена Сохранить

- Название** – указывает наименование инструмента из таблицы инструментов.
- Индикатор номера инструмента** – при наличии показывает номер инструмента.
- Состояние** – указывает, активен инструмент или заблокирован.
- Блокировка** – пользователь может заблокировать инструмент вручную.
Заблокированный инструмент недоступен для вызова командой M6.
- Геометрия** – слово D обозначает геометрию инструмента. Нажав на «+», пользователь может добавить новую геометрию для этого инструмента. Новые геометрии позволяют задать другие значения длины и диаметра. Нажав на иконку корзины, геометрия удаляется.

Таблица инструментов: Износ

Настройки износа инструмента

Инструмент: Фреза_концевая_E12

Индикатор номера инструмента: 10

Состояние: Заблокирован

Блокировка:

Игнорировать блокировку по износу: ☐ ← 4.

Блокировка при износе всех коррекций: ☐ ← 5.

Скачать отчет износа: ← 6.

Геометрия: D

Сброс

Износ длины: 163.232

Износ диаметра: 12.000

Вид блок: [Выбор]

Значение (мин/мм/шт.): 250

Значение пред-упреждение: 230

Значение блокировки: 250

Блокировка по времени (минуты)

Блокировка по количеству вызовов

Блокировка по значению износа

Без блокировки

Отмена Сохранить

- Название** – указывает наименование инструмента из таблицы инструментов.
- Индикатор номера инструмента** – при наличии показывает номер инструмента.
- Состояние** – указывает, активен инструмент или заблокирован.
- Игнорировать блокировку по износу** – если включено, останавливает срабатывание всех событий блокировок по износу для данного инструмента.
- Блокировка при износе всех коррекций** – если включено, блокировка инструмента осуществляется при срабатывании блокировок всех геометрий инструмента, а не только одной.
- Кнопка скачать отчет** – при нажатии в папке «отчёты/отчёты износа» создаётся файл с историей срабатывания событий блокировок данного инструмента.
- Геометрия** – слово D обозначает геометрию инструмента.
- Кнопка сброс** – сбрасывает значения износа длины и диаметра, а также ячейку «Значение (мин/мм/шт.)» у данной геометрии. Записывает данные в отчет износа.

9. **Износ длины** – дополнительное смещение для длины инструмента.
10. **Износ диаметра** – дополнительное смещение для диаметра инструмента.
11. **Вид блокировки** – позволяет выбрать событие блокировки:
- а. **По времени в рабочей подаче** – блокирует инструмент, когда инструмент отработал указанное пользователем время в рабочей подаче.
 - б. **По количеству вызовов** – блокирует инструмент, когда инструмент был вызван по команде М6 указанное пользователем количество раз.
 - с. **По значению износа** – блокирует инструмент, когда параметр износа длины или диаметра достигает или превышает предел, указанный пользователем.
12. **Значение** – указывает текущие значения для блокировки:
- а. Событие блокировки (в минутах) по времени в рабочей подаче – показывает, сколько времени инструмент отработал в рабочей подаче.
 - б. Событие блокировки (в шт.) по количеству вызовов – показывает число вызовов инструмента командой М6.
 - с. Событие блокировки (в мм) по значению износа – показывает текущий износ длины или диаметра, установленный пользователем.
13. **Значение предупреждения** – если параметр «Значение (мин/мм/шт.)» равен или превышает значение предупреждения, станок выдаст предупреждающее сообщение.
14. **Значение блокировки** – если параметр «Значение (мин/мм/шт.)» равен или превышает значение блокировки, станок будет поставлен на паузу и выдаст сообщение.

Таблица инструментов: Перегрузка

Настройки функции: защита от перегрузки инструмента

Инструмент	1.	2.	5.	6.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.
Фреза_концевая_E12		10	D	Вкл/выкл	S(%)	S(s)	X(%)	X(s)	Y(%)	Y(s)	Z(%)	Z(s)	A(%)	A(s)
Состояние			D1	☒	140	2	100	1	100	1	100	1	100	1
Активен														

Скачать отчет перегрузки ← 4.

Отмена Сохранить

15. **Название** – указывает наименование инструмента из таблицы инструментов.

16. **Индикатор номера инструмента** – при наличии показывает номер инструмента.

17. **Состояние** – указывает, активен инструмент или заблокирован.

18. **Кнопка скачать отчёт** – при нажатии в папке «отчеты/отчеты перегрузки» создаётся файл с историей случаев перегрузки данного инструмента.

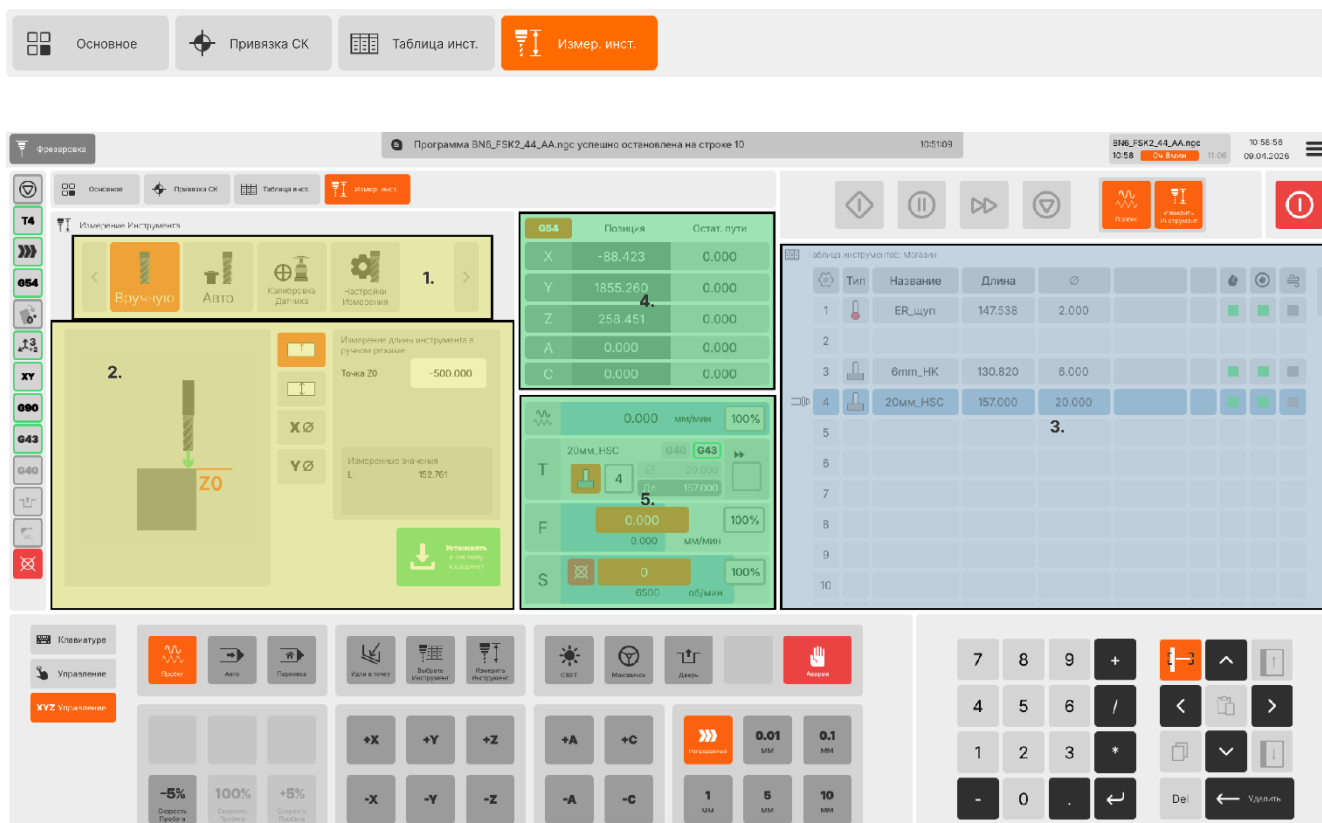
19. **Геометрия** – слово D обозначает геометрию инструмента.

20. **Вкл/выкл функцию перегрузки** – отключает функцию перегрузки для данной геометрии.

21. **Крутящий момент шпинделя/осей** – указывает значение крутящего момента в процентах, при котором срабатывает функция перегрузки.

22. **Время перегрузки шпинделя/осей** – указывает время в секундах, через которое сработает условие перегрузки.

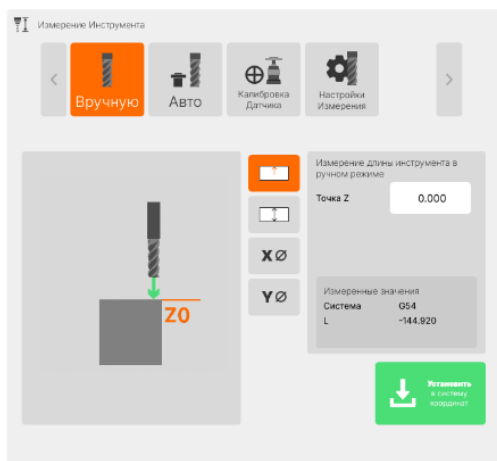
Измерение инструмента



Раздел измерения состоит из следующих компонентов:

1. Окно выбора вида измерения или вспомогательных функций.
2. Тело модуля запуска измерения инструмента
3. Таблица магазина инструментов (только для просмотра).
4. Модуль координат.
5. Модуль рабочей информации (VTFS).

Вид измерения инструмента: «Вручную»

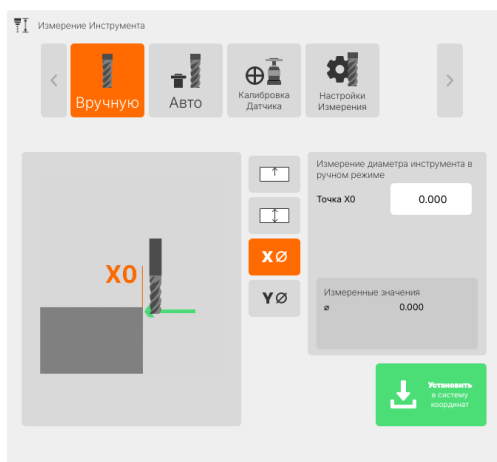
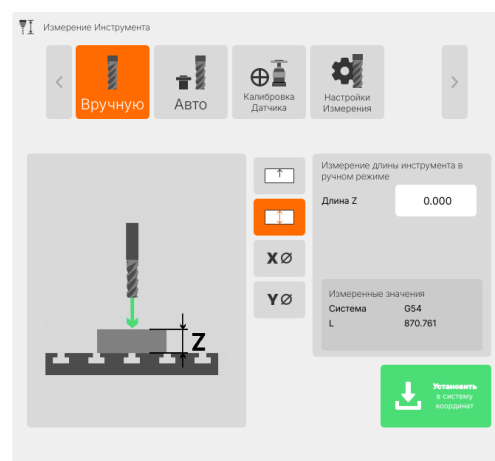


Измерение длины инструмента в ручном режиме по точке Z

Точка Z – параметр поверхности по оси Z в текущей системе координат, используемый для расчёта длины инструмента. При нажатии на кнопку «Установить данные» разница между «Точкой Z» и текущим положением оси Z записывается в параметр длины текущего выбранного инструмента.

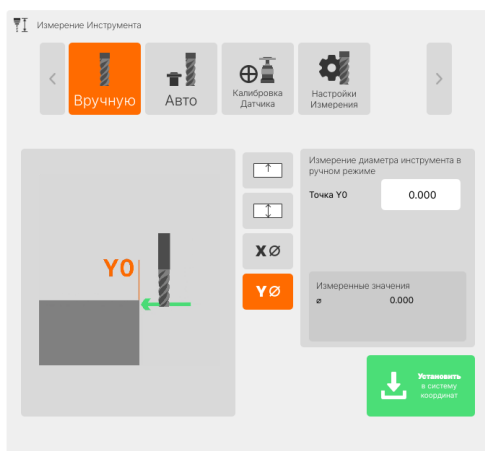
Измерение длины инструмента в ручном режиме по длине Z

Длина Z – параметр длины по оси Z, отсчитываемый от начала стола станка и используемый для расчёта длины инструмента. Параметр «начало стола станка» должен быть задан в настройках.



Измерение диаметра инструмента в ручном режиме по координате X0

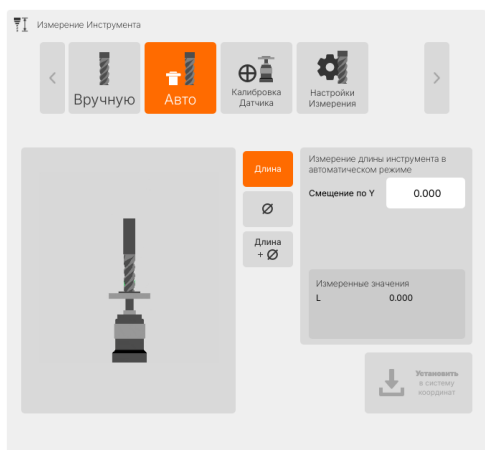
Точка X0 – параметр поверхности по оси X в текущей системе координат, используемый для расчёта диаметра инструмента. При нажатии на кнопку «Установить данные» разница между «Точкой X0» и текущим положением оси X записывается в параметр диаметра текущего выбранного инструмента.



Измерение диаметра инструмента в ручном режиме по координате Y0

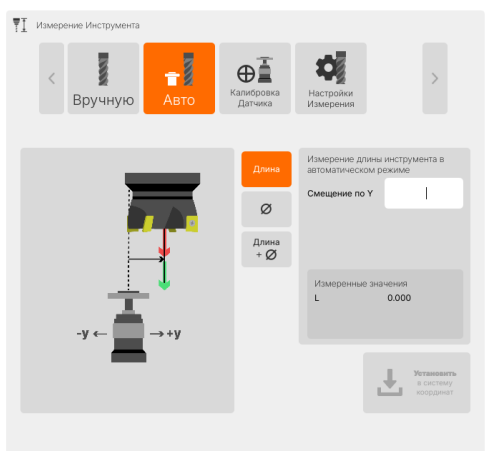
Точка Y0 – параметр поверхности по оси Y в текущей системе координат, используемый для расчёта диаметра инструмента. При нажатии на кнопку «Установить данные» разница между «Точкой Y0» и текущим положением оси Y записывается в параметр диаметра текущего выбранного инструмента.

Измерение инструмента в автоматическом режиме

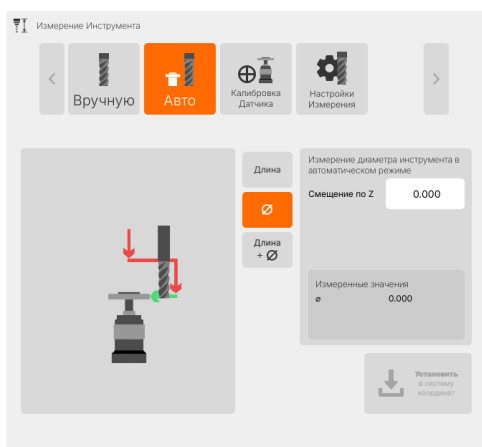


Измерение длины инструмента в автоматическом режиме

При выборе этого измерения нажатие на кнопку запуска программы запускает цикл измерения длины инструмента. Для сохранения данных в таблицу инструментов необходимо нажать кнопку «Установить данные». Выдаст ошибку, если станок не укомплектован системой измерения.

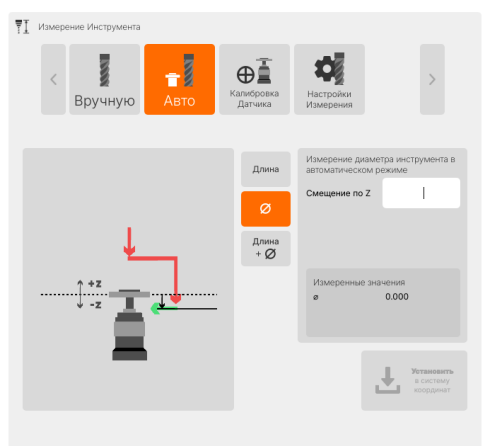


Параметр «Смещение по Y» указывает на отклонение траектории на заданное пользователем значение по Y при движении по Z- во время измерения.



Измерение диаметра инструмента в автоматическом режиме

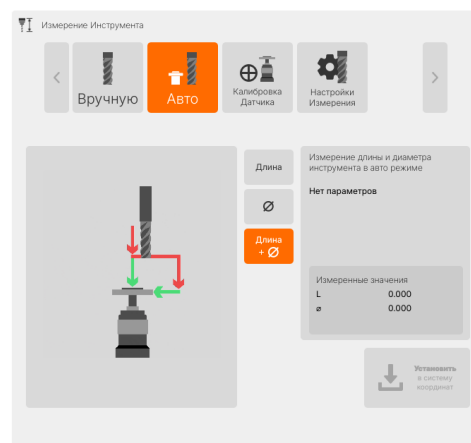
При выборе этого измерения нажатие на кнопку запуска программы запускает цикл измерения диаметра инструмента. Для сохранения данных в таблицу инструментов необходимо нажать кнопку «Установить данные». Выдаст ошибку, если станок не укомплектован системой измерения.



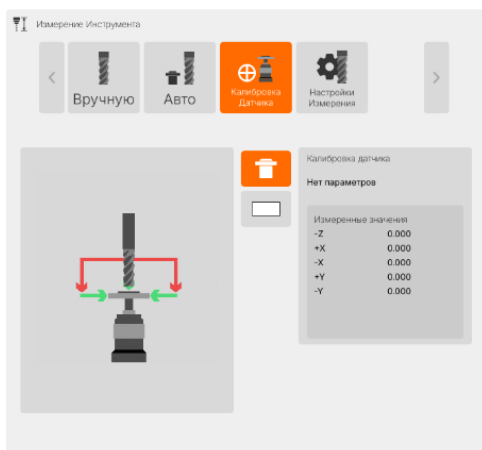
Параметр «Смещение по Z» указывает на отклонение траектории на заданное пользователем значение по Y во время измерения.

Измерение длины и диаметра инструмента в автоматическом режиме

При выборе этого измерения нажатие на кнопку запуска программы запускает цикл измерения длины и диаметра инструмента. Для сохранения данных в таблицу инструментов необходимо нажать кнопку «Установить данные». Выдаст ошибку, если станок не укомплектован системой измерения.

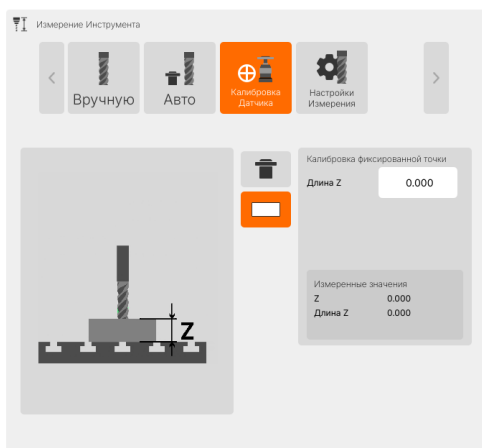


Калибровка датчика



Калибровка датчика

При выборе калибровки нажатие на кнопку запуска программы запускает цикл калибровки датчика измерения инструмента. Данные калибровки не сохраняются. Выдаст ошибку, если станок не укомплектован системой измерения.



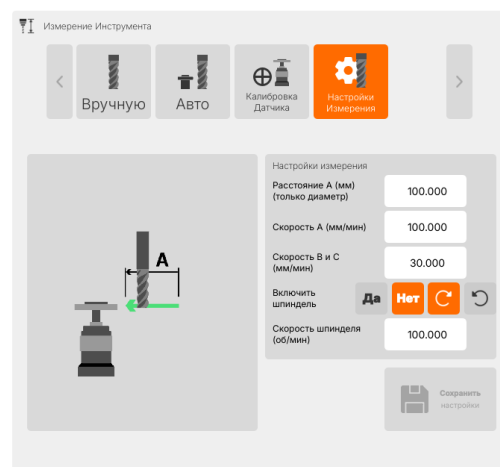
Калибровка точки

При выборе калибровки нажатие на кнопку запуска программы запускает цикл калибровки точки измерения. Данные калибровки не сохраняются. Использует параметр «начало стола станка» для определения «Длины Z», применяемой в ручном измерении «Измерение длины инструмента в ручном режиме по длине Z».

Настройки измерения

Настройки измерения доступны для уровней доступа «наладчик» и «администратор». В окне пользователь может задать параметры автоматических циклов измерения инструмента.

- **Расстояние A (мм) (только диаметр)** – используется только в циклах измерения диаметра инструмента. Определяет расстояние от датчика по оси X или Y при опускании по оси Z.
- **Скорость A (мм/мин)** – скорость перемещения станка при выполнении движения «Расстояние A (мм)».
- **Включить шпиндель** – если выбрано «да», включает шпиндель в указанное направление (по часовой или против часовой) при измерении инструмента. Если выбрано «нет», не включает шпиндель.
- **Скорость шпинделя** – если включён шпиндель при измерении этот параметр указывает на его скорость.



Настройки

Настройки: Персонализация

- **Значение быстрого поиска 1-8** – позволяет пользователю настроить горячие клавиши для фильтра в модуле G-кода.
- **Частота удаления сохранённых сообщений (в днях)** – сообщения в модуле логирования будут храниться в системе указанное пользователем количество дней.
- **Директория создания новых файлов** – при создании нового файла он будет сохранён в указанную директорию.
- **Отображение нагрузки на ось** – включает/выключает отображение нагрузки на мотор/ось в модуле координат.

Настройки: Пробег, Шпиндель, Подача

- **Минимальный коэффициент скорости шпинделя** – пользователь не сможет снизить коэффициент скорости шпинделя ниже указанного значения.
- **Значение для быстрого ввода параметра "S" 1-5** – позволяет пользователю настроить горячие клавиши для окна «Старт шпиндель».
- **Автоматическое переключение "Управление XYZ" при пробеге** – если включено, вкладка «Управление XYZ» будет открываться автоматически при переходе в режим «Пробег».
- **Включить кнопки управления коэффициентом подачи** – добавляет в интерфейс кнопки управления коэффициентом подачи (+5%, установить 100%, –5%).
- **Включить кнопки управления коэффициентом холостого хода** – добавляет в интерфейс кнопки управления коэффициентом холостого хода (+5%, установить 100%, –5%).

Настройки: Визуализация

- **Верхняя граница стола (Z1)** – координата в машинной системе координат для отображения верхней плоскости стола в модуле визуализации.
- **Нижняя граница стола (Z2)** – координата в машинной системе координат для отображения нижней плоскости стола в модуле визуализации.
- **Левая граница стола (X1)** – координата в машинной системе координат для отображения левой плоскости стола по оси X в модуле визуализации.
- **Правая граница стола (X2)** – координата в машинной системе координат для отображения правой плоскости стола по оси X в модуле визуализации.
- **Ближняя граница стола (Y1)** – координата в машинной системе координат для отображения ближней плоскости стола по оси Y в модуле визуализации.
- **Дальняя граница стола (Y2)** – координата в машинной системе координат для отображения дальней плоскости стола по оси Y в модуле визуализации.

- **Дальность прорисовки визуализации** – отрисовка элементов в модуле визуализации не будет выполняться дальше этого значения от текущей позиции камеры. Слишком высокое значение может снизить производительность отрисовки.
- **Чувствительность движения** – скорость перемещения камеры.
- **Чувствительность поворота** – скорость поворота камеры.
- **Прозрачность верхней грани стола** – прозрачность верхней границы стола (Z1); 0 – полностью прозрачный, 1 – непрозрачный.
- **Прозрачность нижней грани стола** – прозрачность нижней границы стола (Z2); 0 – полностью прозрачный, 1 – непрозрачный.
- **Прозрачность инструмента** – 0 – полностью прозрачный инструмент, 1 – непрозрачный.

Пульт управления



- **Переключатель коэффициента скорости холостого хода** – позволяет устанавливать корректор скорости холостого хода от 0 до 100%.
- **Переключатель коэффициента скорости подачи** – позволяет устанавливать корректор скорости подачи от 0 до 200%.
- **Кнопка пробега** – переключает систему в режим «Пробег».
- **Кнопка авто** – переключает систему в режим «Авто».
- **Кнопка СОЖ** – включает подачу СОЖ.
- **Кнопка транспортёр** – включает движение всех транспортёров для отвода стружки.
- **Кнопка блокировки двери** – включает/выключает блокировку двери.
- **Управление монитором** – набор кнопок для управления монитором.

- **Ось 4+** – пробег по оси 4 в положительном направлении.
- **Ось 4–** – пробег по оси 4 в отрицательном направлении.
- **Ось 5+** – пробег по оси 5 в положительном направлении.
- **Ось 5–** – пробег по оси 5 в отрицательном направлении.
- **Z+** – пробег по оси Z в положительном направлении.
- **Z–** – пробег по оси Z в отрицательном направлении.
- **Стрелка влево** – пробег поперечной оси станка влево от позиции пульта управления (Y–, Y+, X–, X+ в зависимости от конфигурации станка).
- **Стрелка вправо** – пробег поперечной оси станка вправо от позиции пульта управления.
- **Стрелка вверх (вперёд)** – пробег продольной оси станка вперёд от позиции пульта управления.
- **Стрелка вниз (назад)** – пробег продольной оси станка назад от позиции пульта управления.
- **Кнопка максимальной скорости** – при удержании этой кнопки одновременно с кнопками перемещения (Ось 4+, Ось 4–, Ось 5+, Ось 5–, Z+, Z–, стрелка влево, стрелка вправо, стрелка вверх, стрелка вниз) станок движется на максимальной скорости независимо от установленного коэффициента скорости холостого хода.
- **Кнопка запуска программы/цикла** – запускает программу в режиме «Авто» или циклы в других режимах (функционал описан в разделе «Панель управления запуском»).
- **Кнопка паузы программы/цикла** – ставит программу на паузу в режиме «Авто» или циклы в других режимах.
- **Кнопка останова программы/цикла** – останавливает программу в режиме «Авто» или циклы в других режимах.
- **USB-разъёмы** – позволяют подключать внешние устройства или добавлять внешние файлы в систему.
- **Переключатель коэффициента скорости шпинделя (опционально)** – позволяет устанавливать корректор скорости шпинделя от 0 до 120%.
- **Переключатель шага (опционально)** – переключатель шага перемещения для режима «Пробег».

Описание G-кода

Быстрое позиционирование

G0 [оси]

[оси] – конечная точка в координатах XYZABCUVWE

Быстрое позиционирование

Холостое перемещение выполняется командой G0. Указание осей необязательно, если их координаты не изменяются. Префикс G0 можно опустить, если он установлен как текущий режим. Команда задаёт скоординированное движение к указанной позиции с максимально допустимой скоростью. Хотя бы одна ось должна быть задана.

Линейная интерполяция

G1 [оси]

[оси] – конечная точка в координатах XYZABCUVWE

Линейная интерполяция

Для выполнения линейного перемещения с заданной скоростью подачи (при резке или без неё) используется команда G1 с указанием целевых координат по осям. Префикс G1 также можно опустить, если этот режим перемещения уже активен. Хотя бы одна ось должна быть задана.

Круговая интерполяция

Формат отступа

G2 или G3 [оси] [IJK] R...

[оси] – конечная точка в координатах XYZABCUVWE

I – смещение по X от начала дуги к центру

J – смещение по Y от начала дуги к центру

K – смещение по Z от начала дуги к центру

R – количество оборотов

Формат радиуса**G2 или G3 [оси] R... P...**

R – радиус

P – количество оборотов

В плоскости XY (G17)**G2 или G3 X... Y... Z... I... J... P...**

X – конечная точка X

Y – конечная точка Y

Z – спираль (опционально)

I – смещение по X от начала дуги к центру (опционально)

J – смещение по Y от начала дуги к центру (опционально)

P – количество оборотов (опционально)

В плоскости XZ (G18)**G2 или G3 X... Z... Y... I... K... P...**

X – конечная точка X

Z – конечная точка Z

Y – образная спираль

I – смещение по X от начала дуги к центру

K – смещение по Z от начала дуги к центру

P – количество оборотов

В плоскости YZ (G19)**G2 или G3 Y... Z... X... J... K... P...**

Y – конечная точка Y

Z – конечная точка Z

X – спираль

J – смещение по Y от начала дуги к центру

К – смещение по Z от начала дуги к центру

P – количество оборотов

Круговая интерполяция

G2 – круговая интерполяция, движение по часовой стрелке

G3 – круговая интерполяция, движение против часовой стрелки

Круговые и спиральные дуги задаются командами G2 и G3 с текущей скоростью подачи.

Направление обхода определяется с положительного конца оси вращения.

Ось окружности или спирали должна быть параллельна одной из основных осей станка (X, Y или Z). Выбор оси вращения (или плоскости, перпендикулярной этой оси) осуществляется командами:

G17 — ось Z (плоскость XY)

G18 — ось Y (плоскость XZ)

G19 — ось X (плоскость YZ)

Для программирования спирали необходимо указать линейное перемещение вдоль оси, перпендикулярной выбранной плоскости (например, значение оси Z при G17), что приведёт к одновременному движению по дуге в плоскости и линейному смещению.

Для дуги, превышающей один полный оборот, используется параметр P, указывающий количество полных оборотов, добавляемых к запрограммированной дуге. P должно быть целым числом. Если P не указан, по умолчанию принимается P=1 (один частичный или полный оборот). Каждое увеличение P добавляет один полный круг к траектории. Поддерживаются многооборотные спирали.

Формат отступа является более точным, чем формат с указанием радиуса.

Дуги менее 360°: задаются координатой конечной точки и смещением от текущей позиции до центра дуги.

Полные окружности: задаются только смещением от текущей позиции до центра и, при необходимости, параметром P.

Функция круговой интерполяции по трём точкам

G2.1 и G3.1 [оси] [IJK]

[оси] – конечная точка в координатах XYZABCUVWE

[IJK] – промежуточная точка где:

- I – Это координата X
- J – Это координата Y
- K – Это координата Z

Этот автоматический цикл позволяет описать дугу окружности, задав не радиус и центр, а три любых точки на её траектории. Система ЧПУ сама вычисляет радиус, центр и направление обхода. Первая точка является текущей координатой (начало движение), вторая определяется параметрами IJK, и третья конечная точка определяется осями XYZABCUVWE.

Функционал команд G2.1 и G3.1 не отличается.

Ожидать

G4 P...

P – время ожидания в секундах (допускается дробное значение)

Ожидать

Время в секундах, в течение которого все оси остаются неподвижными. Значение P задаётся числом с плавающей запятой, поэтому допустимо использование долей секунды. Команда G4 не влияет на работу шпинделя, подачу охлаждающей жидкости и другие операции ввода-вывода.

Установить инструмент в таблицу

G10 L1 P... [оси] R...

[оси] – смещения геометрии инструмента по осям XYZ (для длины используйте смещение по Z)

(опционально)

P – номер инструмента

R – радиус инструмента (опционально)

Установить инструмент в таблицу

Команда создаёт новый или редактирует существующий инструмент с номером P в таблице инструментов.

Установка смещения системы координат

G10 L2 P... [оси] K... R...

[оси] – машинные координаты точки смещения

P (P0–P9) – определяет целевую систему координат.

P0 = текущая активная система (определяется последней командой G54–G59.3)

P1 = G54

P2 = G55

P3 = G56

P4 = G57

P5 = G58

P6 = G59

P7–P9 = расширенные системы G59.1, G59.2, G59.3

X, Y, Z – абсолютные координаты нового начала системы относительно машинного нуля

R – угол поворота системы координат в градусах (опционально)

K – ось поворота (опционально).

K0 = поворот осей YZ вокруг оси X

K1 = поворот осей XZ вокруг оси Y

K2 = поворот осей XY вокруг оси Z

По умолчанию (если K не указано): R задаёт поворот осей XY вокруг оси Z (K2).

Установка смещения системы координат

Команда G10 L2 предназначена для программного задания смещения начала координат

указанной рабочей системы (G54–G59.3). Смещение задаётся относительно нулевой точки станка (машинного нуля), установленной при парковке. Новое значение заменяет все текущие смещения для указанной системы координат. Значения для неупомянутых осей остаются без изменений.

Выбор плоскости

G17 – G19

Выбирает плоскость для команд G2 и G3:

G17 — ось Z (плоскость XY)

G18 — ось Y (плоскость XZ)

G19 — ось X (плоскость YZ)

Единицы измерения

G20 G21

G20 – использовать дюймы в качестве единиц измерения длины.

G21 – использовать миллиметры в качестве единиц измерения длины.

Движения в нулевую точку станка

G28

Перемещение в нулевую точку станка (машинный ноль), установленную при парковке. Если пользователь изменил значения в параметрах #<5161>–#<5166>, то движение будет выполнено в координаты, заданные этими параметрами (5161...5166 в порядке XYZABC).

Движения в установленную точку

G30

Перемещение в точку, заданную параметрами #<5181>–#<5186> (5181...5186 в порядке XYZABC).

Нарезание резьбы

G33 X... Y... Z... K...

X, Y, Z – конечная точка

K – расстояние, проходимое за каждый оборот шпинделя

Движение в заданные координаты с синхронизацией шпинделя; слово K указывает расстояние перемещения за один оборот шпинделя.

Нарезание резьбы с отводом

G33.1 X... Y... Z... K... I...

X, Y, Z – конечная точка

K – расстояние, проходимое за каждый оборот шпинделя

I – коэффициент скорости отвода (опционально)

Движение в заданные координаты с синхронизацией шпинделя; слово K указывает расстояние перемещения за один оборот шпинделя. По прибытии в конечную точку выполняется отвод в начальную точку с обратным вращением шпинделя. После возврата в исходную точку направление вращения шпинделя восстанавливается. Слово I задаёт коэффициент скорости отвода.

Прямой щуп

G38.2 – G38.5

G38.n [оси] P...

[оси] – конечная точка прибытия щупа в осях XYZABCUVWE

P0 – движение в текущей системе координат

P1 – движение в машинной системе координат

Прямой щуп

G38.2 — датчик приближается к заготовке, происходит остановка при контакте; при отсутствии контакта формируется сигнал ошибки.

G38.3 — датчик приближается к заготовке, происходит остановка при контакте.

G38.4 — датчик отдаляется от заготовки, происходит остановка при потере контакта; при отсутствии потери контакта формируется сигнал ошибки.

G38.5 — датчик отдаляется от заготовки, происходит остановка при потере контакта.

P0 — станок использует координаты текущей выбранной системы координат для движения.

Смещения и поворот системы координат влияют на движение.

P1 — станок использует координаты машинной системы координат для движения. Смещения и поворот системы координат не влияют на движение.

G90 и G91 влияют на поведение G38.n так же, как и на любое другое движение.

Если необходимо работать в относительном режиме (G91) и в машинных координатах, нужно указать G91 перед командой G38.n. Режим изменится на G91 и для последующих движений.

Пример:

G91 G53 G38.2 P1 X100

Движение в положительном направлении X на 100 мм от текущей точки в машинных координатах. Может быть полезно, когда поворот системы координат мешает прямолинейному перемещению датчика.

Отключить компенсацию резца

G40

Отключить компенсацию резца

Данная команда отключает коррекцию радиуса резца, если она была активирована.

Важное замечание: последующий отвод инструмента должен выполняться по линейной траектории на расстояние, превышающее диаметр инструмента.

Компенсация резца

G41 G42

G41 D...

G42 D...

D – номер инструмента (опционально)

G41 – включить компенсацию резца слева от запрограммированного контура.

G42 – включить компенсацию резца справа от запрограммированного контура.

Если параметр D указан, он определяет номер используемого инструмента для коррекции.

Для активации коррекции слева от профиля детали используется код G41. Команда G41 смещает инструмент влево относительно запрограммированного контура, если смотреть по направлению от положительного конца оси, перпендикулярной рабочей плоскости.

Для активации коррекции справа используется код G42. Команда G42 смещает инструмент вправо.

Важные замечания:

Длина подхода к контуру должна быть не меньше радиуса инструмента. Это перемещение может выполняться в режиме быстрого позиционирования (G0).

Функция коррекции радиуса инструмента активна только в плоскости XY или XZ.

Компенсация длины инструмента

G43 H...

H – номер инструмента (опционально)

Компенсация длины инструмента

Код G43 вносит поправку в последующие перемещения, сдвигая координаты оси на значение заданного смещения. Сам по себе G43 не вызывает движения.

G43 (без указания адреса H) — использует значение смещения для инструмента, загруженного в шпиндель.

G43 Hn — активирует коррекцию, используя значение смещения, зарегистрированное для инструмента с номером n.

Включить 5 осевую обратную интерполяцию

G43.4

Активировать режим 5-осевой интерполяции (RTCP, TRAORI).

RTCP (Rotation Tool Center Point) — режим, при котором система ЧПУ автоматически удерживает заданный центр инструмента в фиксированной точке пространства независимо от поворотов осей (A, B, C).

Изменить значение «длина трансформации»

G43.7 P...

Изменяет значение «длина трансформации» на значение P в миллиметрах.

Выключить 5 осевую обратную интерполяцию

G43.9

Выключить режим 5-осевой интерполяции с обратной связью (RTCP).

Отменить коррекцию длины инструмента

G49

Отменить коррекцию длины инструмента (не вызывает движение).

Перемещение в машинной системе координат

G53 [оси]

[оси] — конечная точка в координатах XYZABCUVWE

Перемещение в машинной системе координат

Перемещение в заданную точку относительно машинного нуля, установленного при парковке.

Смещения системы координат

G54 – G59.3

[оси] – смещение по осям XYZ

Смещения системы координат

Смещения системы координат используются для сдвига движения относительно машинной системы координат.

Режим точного позиционирования

G61

Обеспечивает движение строго по заданной траектории. Для достижения каждой запрограммированной точки скорость автоматически снижается или происходит остановка. Остановка между точками не выполняется, если две последовательные точки пространственного положения полностью совпадают.

Режим точной остановки

G61.1

Движение прекращается в конце каждого запрограммированного перемещения.

Режим максимальной скорости

G64 P... Q...

P – допуск на слияние движений (опционально)

Q – допуск на слияние повторяемых линейных движений (опционально)

G64 без параметра P — поддержание максимальной скорости независимо от отклонения от заданной траектории.

G64 P... Q... — режим с заданными допусками:

P (допуск пути) — максимально допустимое отклонение от запрограммированной конечной точки. Система автоматически снизит скорость на стыке сегментов, если это необходимо для

соблюдения допуска по траектории.

Q (допуск слияния) — если установлено ненулевое значение, последовательность линейных перемещений (G1) по осям X, Y, Z с одинаковой скоростью подачи, угловое отклонение между которыми меньше значения Q, будет объединена в одно составное линейное перемещение.

Режим **не сглаживает траектории** в следующих случаях:

1. Переход из G0 в движения подачи
2. Переход из движения подачи в G0

Установить поворотные оси перпендикулярно повёрнутой поверхности

G68.2

Команда включает установку нуля поворотных осей перпендикулярно текущей повёрнутой поверхности. Не приводит станок к движению, необходимо запустить движение с помощью «G0 A0 B0 C0» или других команд для поворота осей ABC.

Отключить G68.2

G69

Отключает установку нуля поворотных осей перпендикулярно текущей повёрнутой поверхности.

Цикл сверления с отбиванием стружки

G73 X... Y... Z... R... Q... L...

R – положение отвода по оси Z

Q – увеличение расстояния отхода по оси Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

Цикл G73 предназначен для сверления или фрезерования с дроблением стружки. Параметр Q задаёт величину отхода по оси Z.

Цикл нарезания левосторонней резьбы с паузой

G74 X... Y... Z... R... L... P... F...

R – холостое подготовительное движение по оси Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

P – продолжительность паузы в секундах (опционально)

F – скорость подачи (шаг резьбы = частота вращения шпинделя × расстояние за один оборот)

Цикл нарезания левосторонней резьбы с паузой

Цикл G74 идентичен циклу G84 по траектории движения, но предназначен для нарезания левой резьбы.

Отмена текущего постоянного цикла

G80

Отменяет текущий постоянный цикл.

Цикл сверления

G81 X... Y... Z... R... L...

X, Y – холостое подготовительное движение

R – холостое подготовительное движение по оси Z

Z – перемещение по оси Z с текущей скоростью подачи в положение Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

Цикл G81 используется для сверления в текущей рабочей плоскости. На его выполнение влияет режим абсолютного (G90) или относительного (G91) позиционирования.

Этапы цикла выполняются в следующем порядке:

1. Перемещение в координаты X и Y — позиционирование над точкой сверления в плоскости XY (при G17).
2. Ускоренное перемещение до плоскости безопасности (точка R).
3. Рабочая подача до конечной точки Z — сверление на запрограммированную глубину.
4. Быстрый отвод инструмента в точку, заданную командой G98 или G99.

Важно: если цикл G81 запускается из точки со значением Z меньшим, чем заданное значение R, перемещение по оси Z на безопасный уровень (R) произойдёт перед позиционированием над точкой сверления (XY).

Цикл сверления с паузой

G82 X... Y... Z... R... L... P...

X, Y – холостое подготовительное движение

R – холостое подготовительное движение по оси Z

Z – перемещение по оси Z с текущей скоростью подачи в положение Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

P – продолжительность паузы в секундах (опционально)

Движение в цикле G82 аналогично G81, но с добавлением паузы в нижней точке хода Z.

Цикл глубокого сверления

G83 X... Y... Z... R... L... Q...

X, Y – холостое подготовительное движение

R – холостое подготовительное движение по оси Z

Z – перемещение по оси Z с текущей скоростью подачи в положение Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

Q – величина шага сверления (глубина врезания за один цикл)

G83 функционирует так же, как и G81, с добавлением отвода инструмента во время сверления.

Цикл нарезания правосторонней резьбы с паузой

G84 X... Y... Z... R... L... P... F...

R – холостое подготовительное движение по оси Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

P – продолжительность паузы в секундах (опционально)

F – скорость подачи (шаг резьбы = частота вращения шпинделя × расстояние за один оборот)

Подготовительное перемещение такое же, как в G81.

После подготовительных движений включается функция синхронизации шпинделя (если поддерживается станком), и шпиндель начинает вращение.

Выполняется движение до значения Z.

Направление вращения шпинделя изменяется.

Движение в соответствии с G98 или G99.

Синхронизация шпинделя отключается.

Начинается вращение шпинделя по часовой стрелке.

Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче

G85 X... Y... Z... R... L...

X, Y – холостое подготовительное движение

R – холостое подготовительное движение по оси Z

Z – перемещение по оси Z с текущей скоростью подачи в положение Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

G85 функционирует так же, как и G81, за исключением того, что отвод инструмента выполняется на рабочей подаче.

Цикл растачивания с выключением шпинделя

G86 X... Y... Z... R... L... P...

X, Y – холостое подготовительное движение

R – холостое подготовительное движение по оси Z

Z – перемещение по оси Z с текущей скоростью подачи в положение Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

P – продолжительность паузы в секундах (опционально)

G86 функционирует так же, как и G82, за исключением того, что шпиндель останавливается перед отводом инструмента и снова запускается при достижении уровня отвода R.

Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче с паузой

G89 X... Y... Z... R... L... P...

X, Y – холостое подготовительное движение

R – холостое подготовительное движение по оси Z

Z – перемещение по оси Z с текущей скоростью подачи в положение Z

L – повтор цикла (используется вместе с G91, опционально)

P – продолжительность паузы в секундах (опционально)

G89 функционирует так же, как и G82, за исключением того, что отвод инструмента выполняется на рабочей подаче.

Абсолютный и относительный режим

G90 G91

G90 — режим абсолютных координат. Значения осей (X, Y, Z, A, B, C) задают позицию в текущей активной системе координат.

G91 — режим относительных координат. Значения осей задают приращение (смещение) относительно текущей координаты.

Абсолютный и относительный режим для G2 и G3

G90.1 G91.1

G90.1 — смещения I, J, K задаются в абсолютных координатах (от нуля программы).

G91.1 — смещения I, J, K задаются в относительных координатах (от текущей позиции).

Режимы программирования дуг (G2, G3):

1. Относительный режим (G91.1) — режим по умолчанию.

Смещения до центра задаются как относительные расстояния от начальной точки дуги.

Дуга $< 360^\circ$: обязательно программируются одна или более координат конечной точки, а также одно или два смещения до центра (IJK).

Полная окружность: координаты конечной точки не задаются. Обязательно программируются одно или два смещения до центра. Параметр R по умолчанию равен 1 и может быть опущен.

2. Абсолютный режим (G90.1).

Смещения до центра задаются как абсолютные расстояния от нуля системы координат станка.

Дуга $< 360^\circ$: обязательно программируются одна или более координат конечной точки, а также оба смещения до центра.

Полная окружность: координаты конечной точки не задаются. Обязательно программируются оба смещения до центра. Параметр R по умолчанию равен 1 и может быть опущен.

Сдвиг нулевых точек всех систем координат

G92 [оси]

[оси] — смещение по осям XYZ

При выполнении G92 происходит сдвиг нулевых точек всех систем координат. Их положение

изменяется так, чтобы текущая позиция инструмента в активной системе координат приняла заданное значение осей. Все системы координат (G53–G59.3) смещаются на одинаковое расстояние.

Данные сохраняются в параметрах #<5211>–#<5219>.

Отключает смещения G92

G92.1 G92.2

G92.1 — отключает смещения G92 и обнуляет параметры #<5211>–#<5219>.

G92.2 — отключает смещения G92, но сохраняет текущие значения параметров #<5211>–#<5219>.

Восстанавливает смещения G92

G92.3

Восстанавливает смещения G92, сохранённые с помощью G92.2, из параметров #<5211>–#<5219>.

Режимы подачи

G93 G94 G95

G93 — режим обратного времени.

Значение, указанное после F, означает, что перемещение должно быть выполнено за время, равное 1/F минут. В режиме G93 параметр F должен указываться в каждой строке, содержащей G1, G2 или G3. Если F указан в строке без этих кодов, он игнорируется. Режим G93 не влияет на перемещения G0.

G94 — режим подачи в единицах в минуту.

F задаёт скорость движения рабочей точки в дюймах/мин, миллиметрах/мин или градусах/мин в зависимости от используемых линейных единиц и оси перемещения.

G95 — режим подачи на один оборот шпинделя.

F определяет величину перемещения рабочей точки за один оборот шпинделя (в дюймах или миллиметрах).

Режимы скорости шпинделя

G96 G97

G96 D... S...

S – задаёт значение скорости резания

D (опциональный) – максимально допустимая частота вращения шпинделя (RPM).

В этом режиме система непрерывно пересчитывает частоту вращения шпинделя в зависимости от диаметра инструмента чтобы скорость перемещения режущей кромки инструмента относительно материала оставалась постоянной.

G97 S...

S – частота вращения об/мин

Отменяет режим G96 и переводит управление шпинделем в режим фиксированных оборотов. Значение S задаёт частоту вращения шпинделя в **оборотах в минуту (RPM)**. Не меняется.

Отвод в постоянных циклах

G98 G99

G98 — возврат (отвод инструмента) в позицию, которую ось занимала непосредственно перед началом выполнения данной группы из одного или нескольких последовательных циклов.

G99 — возврат (отвод инструмента) в позицию, заданную параметром R в вызванном цикле.

Поставить программу на паузу

M0 M1

M0 – поставить программу на паузу

M1 – поставить программу на паузу по запросу (добровольная пауза)

Завершить программу

M2 M30

M2 – завершить программу

M30 – выполнить смену столов и завершить программу

Управление шпинделем

M3 M4 M5

M3 — запуск шпинделя по часовой стрелке с частотой, заданной параметром S.

M4 — запуск шпинделя против часовой стрелки с частотой, заданной параметром S.

M5 — остановка шпинделя.

Автоматическая смена инструмента

M6 Tn P0

Tn – номер инструмента

P0 – автоматическая смена инструмента (опционально)

M6 – автоматическая смена инструмента на инструмент в кармане n.

M6 T0 – приводит к ошибке.

P0 – указывает метод автоматической смены инструмента; является необязательным, без P0 также выполнится автоматическая смена.

После завершения автоматически применяется G43 для нового инструмента n.

Ручная смена инструмента

M6 Tn P1

Tn – номер инструмента

P1 – ручная смена инструмента

M6 Tn P1 – изменить текущий выбранный инструмент на инструмент с номером n в таблице инструментов.

M6 T0 P1 – убрать текущий инструмент.

Если выполнить команду M6 Tn P1 во время обработки управляющей программы, станок сменит инструмент и поставит программу на паузу. Станок запросит, чтобы оператор остановил шпиндель (если он был включён), заменил инструмент, затем запустил шпиндель и снял программу с паузы.

После завершения не применяет G43 нового инструмента n.

Управление СОЖ

M7, M8, M9

M7 — включение подачи охлаждающей жидкости через сопло (туман).

M8 — включение подачи охлаждающей жидкости под давлением (затопление).

M9 — выключение подачи охлаждающей жидкости (отключает как M7, так и M8).

Положение шпинделя

M19 R... Q... P...

R – целевой угол поворота

Q – время до достижения целевого угла (в секундах)

P – направление вращения шпинделя (опционально)

Слово R задаёт целевой угол поворота в градусах относительно нулевого положения (от 0 до 360°).

Слово Q указывает время достижения угла R в секундах.

Слово Р определяет направление вращения шпинделя для достижения заданного угла R:

- 0 — поворот по кратчайшему пути
- 1 — поворот только по часовой стрелке
- 2 — поворот только против часовой стрелки

Управление корректировкой скорости шпинделя и подачи

M48 M49

M48 — включает управление коррекцией скорости шпинделя и подачи с помощью коэффициента.

M49 — отключает оба вида коррекции.

Вызов подпрограмм

M98 P... L...

P — номер программы

L — количество повторений (опционально)

Аналог подпрограмм Fanuc. Вызывает подпрограмму с номером P, которая может повторяться L раз.

Конец подпрограммы

M99

Команда завершения подпрограммы.

Сохранить текущее состояние активных G и M кодов

M700

Сохранить текущее состояние активных G- и M-кодов.

Список сохраняемых кодов:

F, S, G17, G18, G19, G20, G21, G40, G41, G42, G43, G43.4, G43.7, G43.9, G49, G54–G59.3, G61, G61.1, G64, G90, G91, G90.1, G91.1, G93, G94, G95, G96, G97, G98, G99, M3, M4, M5, M7, M8, M9

Вернуть состояния G и M кодов сохранённых с помощью M700

M720

Вернуть состояние G- и M-кодов, сохранённое командой M700.

Частота вращения шпинделя

S[число] — число, обычно целое, означающее обороты в минуту (RPM).

Задаёт частоту вращения шпинделя

Подача

F[число] — число может быть целым или дробным.

Задаёт скорость относительного перемещения инструмента и заготовки (или инструмента относительно заготовки) во время рабочих перемещений (G01, G02, G03 и других интерполяциях).

Модальные группы

G-коды организованы в **модальные группы** — наборы команд, которые не могут быть активны одновременно. В любой момент времени в пределах одной группы активна **ровно одна команда**, и она сохраняет своё действие до тех пор, пока не будет вызвана другая команда из той же группы.

Таблица модальных групп G-кодов

Группа	Команды	Назначение	Значение по умолчанию (после запуска)
G Группа 0 (немодальные)	G4, G10 L2, G10 L20, G28, G30, G53, G92, G92.1, G92.2, G92.3 и др.	Немодальные — действуют только в том кадре, где записаны.	—
G Группа 1 (движения)	G0, G1, G2, G3, G02.1 G3.1, G38.2 – G38.5, G73, G74, G80, G81– G89	Тип движения: быстрый ход, линейная, круговая, зондирование, фиксированные циклы.	G80 (отмена цикла, фактически нет движения)
G Группа 2 (плоскости)	G17, G18, G19	Выбор рабочей плоскости для круговой интерполяции и коррекции радиуса.	G17 (плоскость XY)
G Группа 3 (абсолютные/ относительный)	G90, G91	Режим задания координат: абсолютные или относительные (приращения).	G90
G Группа 4 (абсолютный и относительный режим для G2 и G3)	G90.1, G91.1	Режим задания центра дуги: абсолютные координаты (G90.1) или относительные от начала (G91.1 — как I,J,K).	G91.1

Группа	Команды	Назначение	Значение по умолчанию (после запуска)
G Группа 5 (подача)	G93 , G94 , G95	Тип подачи: обратное время (G93), в минуту (G94), на оборот G94 (G95).	
G Группа 6 (единицы измерения)	G20 , G21	Дюймы или миллиметры.	G21 (мм)
G Группа 7 (коррекция радиуса)	G40 , G41 , G42	Отмена, левая, правая коррекция радиуса фрезы.	G40
G Группа 8 (коррекция длины)	G43 , G49	Коррекция длины, отмена.	G49
G Группа 9 (режим RTCP)	G43.4 , G43.9	Функция RTCP	G43.9
G Группа 10 (коррекция длины трансформации)	G43.7	Выбор системы координат детали.	G43.7 (значение «Р» определяется конфигурацией станка)
G Группа 11 (возврат в цикле)	G98 , G99	В постоянных циклах: возврат на начальную точку (G98) или на R-плоскость (G99).	G98

Группа	Команды	Назначение	Значение по умолчанию (после запуска)
G Группа 12 (смещение нуля)	G54 ... G59.3	Установка системы координат	G54
G Группа 13 (режим останова)	G61, G61.1, G64	Указывает на режим останова.	G64 (значение P=0.05, Q=0.05 и K=0.05)
G Группа 14 (режим шпинделя)	G96, G97	Указывает на режим шпинделя	G97
G Группа 16 (дополнительное смещение)	G92, G92.1, G92.2	Управление дополнительным смещением	G92.1
G Группа 17	G68.2, G69	Управление нормали поворотных осей	G69

Таблица модальных групп М-кодов

Группа	Назначение	Команды-члены	Важные примечания	Значение по умолчанию (после запуска)
М Группа 1	Управление программой	M0, M1, M2, M30	Эти команды завершают программу или ставят её на паузу. Команды из этой группы нельзя смешивать в одной строке с командами из группы 1 (движения G-кода).	-
	Не доступна для пользователя	-	-	-
М Группа 2	Смена инструмента	M6, M6 P1	Эта команда инициирует смену инструмента.	M6 T0 P1
М Группа 4	Управление шпинделем	M3, M4, M5, M19	Команды M3 и M4 запускают шпиндель по или против часовой стрелки, M5 его останавливает. M19 — команда модальной группы 7, которая ориентирует шпиндель в фиксированное положение, и отменяется любой из команд M3, M4, M5.	M5

Группа	Назначение	Команды-члены	Важные примечания	Значение по умолчанию (после запуска)
М Группа 5	Управление охлаждением	M7, M8, M9	Важно: M7 и M8 могут быть активны одновременно (включены оба вида охлаждения). M9 выключает все виды охлаждения. Это единственная группа, где возможна подобная ситуация.	M9
М Группа 6	Коэффициент коррекции	M48, M49	Включает/выключает управление коррекцией скорости шпинделя и подачи	M48

Параметры

О-коды используют переменные (параметры) для хранения и обработки данных. Переменные в G-коде обозначаются символом решётки #, за которым следует номер, например, #1 или #100. Свободные параметры для использования оператором – от #1 до #1000.

Типы и категории переменных

Категория	Диапазон	Область действия	Описание
Локальные переменные	#1 ... #30	Внутри подпрограммы (от sub до endsub)	Создаются при вызове, содержат переданные аргументы, исчезают после возврата, не влияют на внешний код.

Категория	Диапазон	Область действия	Описание
Расширенные локальные	#31 ... #33	Внутри подпрограммы	Для рабочих расчётов внутри подпрограммы, но на практике используются редко (чаще #1 ... #30 или общие переменные выше #30).
Общие переменные	#31 ... #999	Глобальная (через подпрограммы, по всей программе)	Сохраняют значения после завершения, видны отовсюду, требуют осторожности при многократном использовании.
Именованные параметры	#<имя>	Локальная или глобальная	Глобальные имеют префикс «_», #<_имя>.

Для передачи данных при **вызове** используйте диапазон #1 ... #30; для **сохранения результатов** на будущее или обмена между разными частями программы — #100 ... #999.

Подпрограммы и макросы

Подпрограмма — это отдельный, поименованный блок G-кода, который можно вызывать из основной программы (или из другой подпрограммы) многократно. После выполнения подпрограммы управление возвращается в точку вызова.

Макрос — это подпрограмма, которая может принимать аргументы, использовать переменные, выполнять арифметические и логические операции, а также управлять потоком выполнения (условия, циклы). По сути, это язык программирования внутри G-кода. Может быть вызван из отдельного файла многократно.

Определение подпрограммы/макроса

Вы помещаете блок кода, начиная его со строки `O[N] sub` (где `[N]` — уникальный числовой идентификатор) и заканчивая строкой `O[N] endsub`. Код внутри этого блока не будет выполняться, пока на него нет вызова — `O[N] call`.

Также, возможно запустить макрос с вызовом `O[название файла]`, файл должен находиться в директории макросов в формате «.ngc». При вызове «название файла» должно быть написано без расширения «.ngc».

Вызов подпрограммы/макроса

Из основного тела программы или из другой подпрограммы вы можете передать управление этому блоку с помощью команды `O[N] call`. При вызове интерпретатор исполняет все команды вплоть до строки `O[N] endsub`, после чего управление автоматически возвращается в точку, следующую за вызовом.

Досрочный возврат/макроса

Внутри подпрограммы можно использовать команду `O[N] return` для немедленного выхода из неё, например, при выполнении какого-либо условия. Это приводит к тому же результату, что и встреча с `O[N] endsub`. Параметр возврата будет сохранен в `<_value>` и флаг об успешном возврате будет сохранен в `<_value_returned>` - 1 при успешном возврате.

Передача параметров в подпрограмму

Заполнение локальных переменных значениями происходит в момент вызова:

`o<имя_или_номер> call [первый аргумент] [второй аргумент] ... [до 30]`

Каждое значение автоматически ложится в переменную с соответствующим номером: первый аргумент — в #1, второй — в #2, и так далее. Остальные переменные от числа переданных плюс один и до #30 **не изменяются** и хранят значения, которые были до вызова. Аргументы

обязательно заключаются в квадратные скобки [], иначе интерпретатор неверно распознаёт числа (например, call [1] [2] [3]). Отсутствие аргумента при вызове **не очищает** соответствующую локальную переменную — она сохраняет предыдущее значение. Это может привести к логическим ошибкам, поэтому лучшая практика: либо проверять переменные в начале подпрограммы на #0 (пустое значение), либо всегда передавать полный набор аргументов.

Таблица операторов сравнения

Система ЧПУ UNIMILL распознает шесть основных операторов, которые позволяют сравнить два значения: переменную с константой, две переменные или результаты вычислений.

Оператор	Значение	Пример условия	Когда условие истинно
EQ	Равно	[#1 EQ 5]	#1 точно равно 5
NE	Не равно	[#1 NE 5]	#1 — любое значение, кроме 5
GT	Больше	[#1 GT 5]	#1 больше 5
GE	Больше или равно	[#1 GE 5]	#1 — 5 или больше
LT	Меньше	[#1 LT 5]	#1 меньше 5
LE	Меньше или равно	[#1 LE 5]	#1 — 5 или меньше

Важно: Операторы сравнения всегда записываются **внутри квадратных скобок** []. Это обязательное правило синтаксиса, чтобы интерпретатор ЧПУ правильно распознал логическое выражение.

Логические бинарные операторы

Логические операторы позволяют **объединять несколько условий** в одном выражении. Они также работают с двумя операндами, каждый из которых является логическим значением (истина/ложь).

Оператор	Смысл	Результат (истина, если...)	Пример
AND	И	оба операнда истинны	[#1 GT 5 AND #2 LT 10]
OR	ИЛИ	хотя бы один операнд истинен	[#1 EQ 0 OR #2 EQ 0]
XOR	Исключающее ИЛИ	операнды различны (один истинен, другой ложен)	[#1 GT 0 XOR #2 GT 0]

Таблица арифметических операторов

Оператор	Операция	Пример	Результат (при #1=10, #2=3)
+	Сложение	#3 = #1 + #2	13
-	Вычитание	#3 = #1 - #2	7
*	Умножение	#3 = #1 * #2	30
/	Деление	#3 = #1 / #2	3.3333...
MOD	Остаток от целочисленного деления	#3 = #1 MOD #2	1 (10 ÷ 3 = 3, остаток 1)

Оператор	Операция	Пример	Результат (при #1=10, #2=3)
**	Возведение в степень	#3 = #1 ** #2	1000 (10 ³)

Таблица основных математических функций

Функция	Назначение	Синтаксис (пример)	Результат
SIN	Синус угла (угол в градусах)	#101 = SIN[30]	0.5
COS	Косинус угла (градусы)	#102 = COS[60]	0.5
TAN	Тангенс угла (градусы)	#103 = TAN[45]	1.0
ASIN	Арксинус (возвращает угол в градусах, -90...90)	#104 = ASIN[0.5]	30.0
ACOS	Арккосинус (возвращает угол в градусах, 0...180)	#105 = ACOS[0.5]	60.0
ATAN	Арктангенс (два аргумента: противолежащий, прилежащий)	#106 = ATAN[1]/[1]	45.0
SQRT	Квадратный корень	#107 = SQRT[25]	5.0
ABS	Абсолютное значение (модуль)	#108 = ABS[-10.5]	10.5
ROUND	Округление до ближайшего целого	#109 = ROUND[3.7]	4
FIX	Отбрасывание дробной части (округление вниз)	#110 = FIX[-3.2]	-4 (внимание!)

Функция	Назначение	Синтаксис (пример)	Результат
FUP	Округление вверх до целого	#111 = FUP[3.1]	4
LN	Натуральный логарифм	#112 = LN[2.71828] $\approx$ 1.0	
EXP	Экспонента (е в степени)	#113 = EXP[1]	$\approx$ 2.71828
POW	Возведение в степень (не во всех системах)	#114 = POW[2,3]	8

Таблица управляющих конструкций О-кодов

Категория	Конструкция	Синтаксис	Назначение	Пример
Условное выполнение	if / else / endif	o<номер> if [условие]	Выполняет блок кода, если условие истинно; иначе	o100 if [#1 GT 5] G00 Z10
		...	(при наличии else)	o100 else
		o<номер> else	выполняет	G00 Z5
		...	альтернативный	o100 endif
		o<номер> endif	блок.	
Цикл с предусловием	while / endwhile	o<номер> while [условие]	Повторяет блок кода, пока условие истинно. Проверка	#1 = 0 o110 while [#1 LT 5]
		...	выполняется	G01 X[#1*10]
		o<номер>	перед каждой	#1 = [#1 + 1]
		endwhile	итерацией.	o110 endwhile

Категория	Конструкция	Синтаксис	Назначение	Пример
Цикл с фиксированным числом повторений	repeat / endrepeat	o<номер> repeat [N] ...	Повторяет блок кода ровно N раз (N — целое число или переменная).	o120 repeat [4]
				G81 R2 Z-5 F100
				G80
		o<номер> endrepeat		o120 endrepeat

Дополнительные элементы управления потоком

	Конструкция	Синтаксис	Назначение	
Досрочный выход из цикла/подпрограммы		o<номер> break	Немедленно прерывает выполнение текущего цикла while или repeat.	o140 if [#1 EQ 0] o140 break o140 endif
Пропуск итерации цикла		o<номер> continue	Переходит к следующей итерации цикла, пропуская оставшийся код в текущей.	o150 if [#2 LT 0] o150 continue o150 endif

Важные правила

1. Уникальные номера конструкций

Каждая конструкция (if, while, repeat) должна иметь свой уникальный номер после o в пределах одной программы (или подпрограммы). Номера могут повторяться если находятся в разных файлах.

2. Обязательное завершение

Каждый if должен закрываться endif, каждый while — endwhile, каждый repeat — endrepeat. Несовпадение вызовет ошибку интерпретации.

3. Условия только в квадратных скобках

В if [условие] и while [условие] условие **обязательно** заключается в квадратные скобки []. Внутри них можно использовать операторы сравнения (EQ, NE, GT, GE, LT, LE) и логические (AND, OR, XOR).

4. Вложенность

Конструкции можно вкладывать друг в друга (например, while внутри if). Нет ограничения по количеству вложенных элементов.

