INECTRA

Inectra CNC Visualizer

Графическая программа для управления ЧПУ-контроллерами Инектра

Инструкция пользователя

Версия документа: 4.4

Октябрь 2026

История изменений

Версия документа	Список изменений	Дата	Примечания
1.0	• Первая версия.	Июль 2022г.	Версия визуализатора 2.2.94
1.1	• Добавлена настройка каналов управления ЧПУ-контроллером; • Реализована функция восстановления управляющей программы G-кода после непредвиденного сбоя; • Добавлена настройка параметров функции зондирования (Z-щуп); • Добавлена инструкция по установке и запуску визуализатора в Linux.	7 сентября 2022г.	Версия визуализатора 2.3.20. **Требуется обновление прошивки контроллера до версии 2.3.40 или выше.**
2.0	• Добавлена поддержка 4-осевой визуализации; • Добавлены настройки, команды ручного перемещения и статусная информация по 4-ой оси; • В режиме лазера усовершенствована визуализация: оттенок линий меняется в зависимости от значения команды S (мощности лазера)4 • В левую панель вынесены разделы настроек «Команды», «Карта высот», «Подменная ось вращения»; • Добавлена функция прерывания программы с запоминанием точки останова для быстрого восстановления в будущем; • Усовершенствована панель Состояние: добавлены команды поиска домашнего положения для отдельных осей, возврат в домашнее положение по каждой оси, возврат в рабочий ноль по каждой оси, обнуление рабочих координат по каждой оси; • Усовершенствовано меню панели Карта высот	21 октября 2022г.	Версия визуализатора 3.0.68 **Требуется обновление прошивки контроллера до версии 2.3.40 или выше.**
2.1	• Добавлена панель выбора	31 марта 2023г.	Версия

	одной из 8-ми систем координат G54...G59.2; • Реализована функция макровызовов (Сервис-Настройки-Макровызовы); • Настройки поиска домашнего положения реализованы для каждой оси; • Реализована программная настройка функции автовыравнивания портала; • Реализована настройка компенсации люфта для каждой оси; • Добавлена настройка включения перемещения в безопасное положение при прерывании УП; • Добавлена поддержка Bluetooth-модулей JDY-31; • Реализована функция переключения с перспективной на ортогональную проекцию; • Реализована функция ручной установки произвольного значения рабочих координат.		визуализатора 3.2.44 **Требуется обновление прошивки контроллера до версии 3.2.16 (или выше)**
4.0	• Реализация функции списка задач; • Реализован помехоустойчивый протокол обмена с ЧПУ-контроллером • Решена проблема сброса домашнего положения при прерывании УП • Решена проблема срабатывания программных лимитов при запуске процедуры Z-щуп • Изменили панель Состояние • Системный журнал • Задержку на разгон шпинделя перенесли в меню Станок-Конфигурация-ШИМ • Быстрые клавиши F1 и F2 • Групповое задание (список задач) • Убрать окошко с результатом выполнения УП • Обход по габаритам • Пошаговое выполнение УП • Автоматическая проверка границ рабочего поля перед запуском УП	7 декабря 2023г.	Версия визуализатора 4.0.78 **Требуется обновление прошивки контроллера до версии 4.0.3 (или выше)**

	• Переопределение входных и выходных сигналов • Новое в макросах • Автосмена инструмента • Установка произвольного значения рабочих координат		
4.1	• Настройка горячих клавиш; • На панель перемещения добавлены кнопки перемещения по диагонали; • Поддержка диагонального перемещения горячими клавишами; • Исправлен расчет времени выполнения УП, когда оно превышает 24ч; • Для кнопок установки рабочего нуля добавлена галочка подтверждения операции; • Реализован прогресс-бар хода выполнения УП; • Реализован быстрый поиск строки G-кода по номеру; • Устранена инерция остановки станка при ручном перемещении; • Реализована поддержка пульта WHB-04B; • Реализована поддержка игровых джойстиков; • Разнесены команды перемещения в рабочий ноль и установки рабочего нуля, а также хоуминг и перемещение в машинный ноль.; • Количество макросов на панели МАКРОСЫ увеличено до 20. Для макросов добавлена возможность скрывать их; • Новые команды в макросах: отправка вне очереди $.send(); глобальные переменные; $.tasklist.start_hold(), $.tasklist.stop(); $.gotosafe(); $.hold(); $.uhhold(); $.tasklist.is_running() ; • Реализована фоновая задача; • Реализован поворот системы координат G68; • Реализована возможность	13 декабря 2024г.	Версия визуализатора 4.1.350 **Требуется обновление прошивки контроллера до версии 4.1.59 (или выше)**

	переопределить скорость подачи в УП; • Починен запуск со строки, если в строке команда для G2/G3 без явного указания кода команды; • Исправлена работа в меню Калибровка осей: можно задавать отрицательные и дробные перемещения, для поворотной оси расширен диапазон значения от -1000000 до +1000000; • Добавлена настройка инвертирования сигнала STEP для подключения по схеме с общим плюсом; • Добавлена настройка параметров отклонения на стыках и отклонения от дуги; • Установка произвольного значения машинной координаты на датчике; • Реализована установка пароля для меню Станок-Конфигурация; • Исправлена коррекция подачи на коротких УП; • Функция сохранения бэкапа базы; • Реализованы crash-репорты • Реализован механизм исполнителей. Левая панель разбита на 2 вкладки; • Реализована поддержка режима тангенциального ножа; • Реализовано преобразование DXF в G-код для тангенциального ножа; • Реализована поддержка команд круговой интерполяции для режима тангенциального ножа; • Для лазера и тангенциального ножа реализована своя визуализация рабочего инструмента; • Реализована настройка профилей обработки; • Добавлены команды в макросах для управления исполнителями: $.executors[i].enable() $.executors[i].profile_enable(); в макросы добавлены		

	переменные для чтения параметров исполнителя; • Реализован factory-сектор; • Реализована поддержка подключения к контроллеру по TCP; • Реализована поддержка нового Ethernet-контроллера MSC-6ES.		
4.2	• Оптимизировано потребление памяти визуализации и нагрузка на ЦПУ; • Реализована возможность отключения визуализации; • Список задач перенесен в левую панель под вкладку "Задачи"; • Реализованы горячие клавиши для макросов, а также назначение макроса для кнопки геймпада; • Для Ethernet-контроллеров реализована возможность назначения оси Z для исполнителя, чтобы можно было создавать несколько исполнителей с независимыми осями Z (многошпиндельные станки); • Реализована возможность перемещения по Z на паузе; • Реализована функция отключения шпинделя на паузе; • Реализовано отключение управления с джойстика при сворачивании визуализатора; • Исправлено удаление макровызовов; • Исправлен дискретный шаг при ручном перемещении по диагонали; • Исправлен баг с автоматическим восстановлением УП, если ранее она была запущена с определенной строки, а не сначала; • Исправлена работа функции $.send() в макросах - функция ждет ответа на отправляемую команду; • Реализовано сохранение текущего инструмента в энергонезависимой памяти	10 августа 2025г.	Версия визуализатора 4.2.49 **Требуется обновление прошивки контроллера до версии 4.2.15 (или выше)**

	контроллера; • Реализована возможность автоматической активации функции компенсации длины инструмента после запуска контроллера ($457=1) - при этом компенсация длины нового инструмента автоматически применяется по команде Tx без необходимо отправлять G43Hx.; • В таблице инструментов (меню Станок-Инструменты-Таблица инструментов) в поле длины инструмента теперь можно вводить отрицательные значения.		
4.4	• Поддержка платы расширения EXB-16x16DE. • Поддержка и настройка станка плазменной резки. • Поддержка и настройка токарного станка. • Настройка опорной точки в карте высот. • Реализована база инструментов. • Меню настройки автоматической и ручной смены инструмента. Графическая панель СМЕНА ИНСТРУМЕНТА для управления инструмента. • Панель I/O для мониторинга состояния аналоговых и дискретных входов и выходов. • Панель СТАТУС для мониторинга состояния контроллера. • Коррекция рабочего нуля на паузе по осям XYZ. • В макросах реализованы функции для работы с файлами, чтения состояния входов/выходов подключенной платы расширения, напряжение на аналоговых входах, отправка realtime-команд на переключение состояния выхода, realtime-команды коррекции рабочего нуля на паузе, realtime-команды регулировки параметров THC для плазмы и др.	31 октября 2026г.	4.4.88 **Требуется обновление прошивки контроллера до версии 4.4.55 (или выше)**

	• Настройка автоматически добавляемых в задачу макросов до и после выполнения УП • Цикличный повтор списка задач и клонирование по сетке • Реализована графическая панель ЗОНД для выполнения разнообразных операций поиска центра, краёв, углов, угла поворота, размеров детали. • Заменены дефолтные макросы на базовые элементы фрезеровки: прямоугольная и круглая выборка, прямоугольный и круглый контур. • Реализована функция контроля скорости подачи по напряжение обратной связи на аналоговом входе. • Поддержка квадратурных энкодеров (энкодеров вращения и оптических линеек).		

Содержание

История изменений 1
Содержание 8
1. Краткий обзор 13
2. Запуск визуализатора 14
2.1 Windows 14
2.2 Linux 14
3. Структура интерфейса программы 15
4. Подключение к контроллеру 16
4.1 Подключение по USB 16
4.2 Подключение по Ethernet 17
5. Панель *Состояние* 18
6. Панели ручного управления станком 20
6.1 Панель *Управление* 20
6.2 Панель *Команды* 21
6.3 Панель *Исполнители* 21
6.4 Панель *Перемещение* 23
6.5 Панель *Коррекция* 24
6.6 Панель *Подменная ось вращения* 25
6.7 Панель *Карта высот* 26
6.7.1 Настройка построения карты высот 27
6.7.2 Исключение лишних точек из построения карты высот 29
6.7.3 Использование существующей карты высот 30
6.8 Панель *Системы координат* 30
6.9 Панель *Макросы* 31
7. Запуск программы G-кода 33
7.1 Запуск программы G-кода с определенной строки 34
7.2 Поиск строки в загруженном G-код файле по её номеру 35
7.3 Восстановление программы G-кода после сбоя 35
7.4 Сохранение точки останова программы G-кода 36
7.5 Режим проверки (отладки) программы G-кода 38
7.6 Список задач 38
7.6.1 Групповая загрузка задач 39
7.6.2 Сохранение и восстановление списка задач 40
7.6.3 Повтор и клонирование по сетке списка задач 40
7.6.4 Настройки задачи 43
7.6.5 Настройки задачи в режиме Фрезер, Лазер, Токарный и Плазма 43
7.6.6 Настройки задачи в режиме Тангенциальный нож 47
7.7 Коррекция рабочего нуля на паузе 50
7.8 Обход по габаритам 51
7.8.1 Пошаговое движение по строкам управляющей программы 52

8. Настройка конфигурации станка 52
8.1 Установка пароля на изменение конфигурации станка 53
8.2 Настройки IP 54
8.3 Параметры рабочего поля 55
8.4 Настройка шаговых двигателей 56
8.5 Поиск домашнего положения 57
8.6 Шпиндель 59
8.7 Концевые датчики 59
8.8 Z-щуп 60
8.8.1 Настройка процедуры Z-щуп 61
8.9 Сигналы управления 62
8.10 Входы/выходы 63
8.11 Парковка 64
8.12 Энкодеры 65
8.13 Плазма 66
8.13.1 Общие настройки 66
8.13.2 Настройки, общие для режимов «THC вверх-вниз» и «THC по напряжению» 67
8.13.3 Специфичные настройки режима «THC вверх-вниз» 68
8.13.4 Специфичные настройки режима «THC по напряжению» (экспериментально) 68
8.14 Контроль подачи 68
8.15 Каналы управления 69
8.16 Прочие настройки 70
8.17 Создание резервной копии и восстановление конфигурации 71
9. Инструменты 72
9.1 Исполнительные узлы 72
9.1.1 Работа в базовом интерфейсе 72
9.1.2 Работа в продвинутом интерфейсе 75
9.2 Профили обработки 79
9.3 База инструментов 80
9.4 Настройки смены инструмента 81
9.5 Магазин инструментов 85
9.6 Автоматическая смена инструмента 87
9.6.1 Автоматическая смена инструмента с магазином линейного типа, установленным на столе 88
9.6.2 Автоматическая смена инструмента с магазином линейного типа, закрепленным на портале 89
9.6.3 Автоматическая смена инструмента с магазином карусельного типа, установленным на столе 90
9.6.4 Автоматическая смена инструмента с магазином карусельного типа, закрепленным на портале 91

9.7 Ручная смена инструмента 92
9.7.1 Ручная смена с использованием таблицы инструментов (подготовка под автосмену) 93
9.7.2 Ручная смена без использования таблицы инструментов 94
10. Настройка работы станка в различных режимах 96
10.1 Фрезер и лазер 96
10.2 Многошпиндельные станки 98
10.3 Токарный режим 101
10.4 Плазма 102
10.4.1 Общий алгоритм настройки станка в режиме плазмы 102
10.4.2 Контроль различных параметров регулировки высоты на панели THC 103
10.4.3 Некоторые замечания по работе контроллера в режиме плазмы 105
10.4.4 Схемы подключения 105
10.5 Тангенциальный нож 107
11. Настройка визуализации программ лазера 109
12. Настройка 4-осевой визуализации 112
13. Калибровка осей 113
13.1 Калибровка линейной оси (X, Y, Z) 114
13.2 Калибровка поворотной оси 114
14. Поиск поверхности заготовки (зондирование) 115
15. Макросы и макровызовы 116
15.1 Общие определения 116
15.2 Объявление переменных 116
15.3 Объявление массива 116
15.4 Условные конструкции 117
15.5 Циклы 117
15.6 Системные функции и переменные 117
15.6.1 Функции управления ходом программы 117
15.6.2 Функции ввода и вывода информации через графический интерфейс. 117
15.6.3 Отправка G-код команд в контроллер 118
15.6.4 Функции управления списком задач 118
15.6.5 Функции управления исполнителями 119
15.6.6 Команды записи и чтения пользовательских переменных в базу данных 119
15.6.7 Функции для работы с файлами 119
15.6.8 Функции для работы с базой инструментов 121
15.6.9 Переменные окружения пользователя 122
15.6.10 Realtime-команды 122
15.7 Встроенные переменные статуса контроллера 125
15.7.1 Текущие рабочие координаты контроллера 125
15.7.2 Текущие машинные координаты контроллера 125

15.7.3 Текущие координаты позиции срабатывания зонда 125
15.7.4 Номер инструмента 126
15.7.5 Статус контроллера 126
15.7.6 Конфигурационные параметры настроек шаговых двигателей контроллера 126
15.7.7 Модальные состояния контроллера 127
15.7.8 Текущее состояние выполнения процедуры поиска домашнего положения 127
15.7.9 Текущие состояния шпинделя, охлаждения, подачи, коррекций 127
15.7.10 Текущие состояния дискретных выходов контроллера 128
15.7.11 Текущие состояния дискретных входов контроллера 128
15.7.12 Текущие состояния аналоговых входов контроллера 129
15.7.13 Текущие состояния дискретных входов подключенной к контроллеру платы расширения 129
15.7.14 Текущие состояния дискретных выходов подключенной к контроллеру платы расширения 129
15.8 Примеры макросов 129
15.8.1 Макрос записи и чтения глобальной переменной из памяти визуализатора 129
15.8.2 Макрос процедуры Z-щуп 130
15.8.3 Макрос смены исполнителя по команде M6 Tx 131
15.8.4 Поворот системы координат 132
15.9 Горячие клавши для вызова макросов 132
15.10 Макровызовы 133
15.11 Фоновые задачи 134
15.11.1 Управление ходом выполнения УП по физическим кнопкам 136
15.11.2 Изменение состояния релейного выхода по входному сигналу с кнопки 137
16. Консоль 137
17. Системные команды 139
18. Некоторые полезные настройки приложения 141
18.1 Проверка границ рабочего поля перед запуском УП 141
18.2 Показывать результат выполнения УП/списка задач 141
18.3 Перемещение в безопасное положение при прерывании УП 141
18.4 Подтверждать обнуление рабочих координат 141
18.5 Отключать управление с джойстика при сворачивании программы 141
18.6 Настройка перемещения в безопасное положение 141
18.7 Настройка перемещения в рабочий ноль XY 142
18.8 Скрывать на визуализации холостые перемещения 142
18.9 Отображать на визуализации границы обработки загруженной УП 142
18.10 Упрощение геометрии для снижения нагрузки на видеоадаптер 142
18.11 Отключение визуализации 143

18.12 Настройка размера и цвета инструментов на визуализации 143
18.13 Отображать названия осей на кнопках ручного перемещения 143
18.14 Настройка цветовой схемы и шрифта интерфейса визуализатора 144
18.15 Настройка цветов инструментов, траектории 144
18.16 Установка пароля на изменение конфигурации станка 144
18.17 Перенос настроек при обновлении программы 144
19. Горячие клавиши 145
19.1 Управление с клавиатуры 145
19.2 Управление с пульта WHB04B 147
19.3 Управление с геймпада 149
20. Информация о контроллере 151
21. Возможные проблемы и их устранение 152
22. Конфигурация контроллера 153

1. Краткий обзор

Графический визуализатор Inectra CNC Visualizer предназначен для управления ЧПУ-контроллерами производства компании Инектра, а также наглядного графического представления выполняемой станком программы G-кода по обработке заготовки.

Основные особенности визуализатора:

- Наличие версии под Windows и Linux (Ubuntu, Fedora)
- Поддержка 32- и 64-битных систем
- Поддержка до шести осей (X, Y, Z, A, B, C)
- Удобное графическое меню настройки параметров станка
- Удобное графическое меню калибровки осей
- Наглядное представление выполняемой программы G-кода
- Возможность переключения с автоматической настройкой работы в режимах фрезера, лазера и тангенциального ножа
- Различные возможности ручного управления станком
- Функция быстрого восстановления управляющей программы G-кода после сбоя по питанию
- Функция прерывания управляющей программы G-кода с запоминанием точки останова (например, на ночь) для быстрого восстановления в будущем
- Функция построения карты высот (компенсации неровностей стола)
- Поддержка макросов и макровызовов

Требования к аппаратным возможностям компьютера для запуска визуализатора:

- 2.2 GHz CPU (или быстрее) с набором команд SSE2
- 8GB RAM
- 500MB свободного места на жестком диске
- USB 2.0/3.0 порт
- Видеокарта с поддержкой OpenGL 2.0
- Windows 7 и выше, Ubuntu 18.04 и выше или Fedora 28 и выше
- Установленный драйвер STM32 Virtual COM Port[1] - только для Windows7/8. Для Windows10 и выше драйвер устанавливается системой автоматически.

[1]Драйвер для Windows можно скачать здесь.

2. Запуск визуализатора

2.1 Windows

Визуализатор Inectra CNC Visualizer для Windows поставляется в виде ZIP-архива, содержащего исполняемый файл и набор необходимых для его работы библиотек. Дополнительная установка программы не требуется. Для запуска достаточно выполнить следующие действия:

1) Распаковать архив.
2) Перейти в соответствующий каталог и двойным щелчком мыши запустить файл *InectraCNC.exe*.
3) При первом запуске Windows может запросить разрешение на запуск программы — необходимо предоставить необходимые разрешения.
4) Визуализатор готов к работе.

2.2 Linux

Визуализатор Inectra CNC Visualizer для Linux поставляется в виде установочного run-файла, поддерживаемого основными дистрибутивами: Ubuntu, Fedora. Для его установки выполните действия:

1) Скачайте run-файл в предварительно созданный каталог в Вашей домашней директории.
2) Добавьте run-файлу права на запуск:

   chmod a+x inectracnc-v3.0-64-g0d9eda9-Qt_5_12_10.run

3) Запустив run-файл без параметров, визуализатор будет установлен в подкаталог *inectracnc-v3.0-64-g0d9eda9-Qt_5_12_10* текущего каталога. Если Вам необходимо установить его в другое место, укажите путь через параметр *--target*.
4) После установки визуализатор будет доступен для запуска через меню Activities либо через терминал из каталога установки.

Обратите внимание. Чтобы у программы были права на доступ к COM-порту подключенного контроллера, добавьте Вашего пользователя в группу *dialout*:

sudo usermod -a -G dialout <your_user_name>

где *<your_user_name>* — имя пользователя в системе.

После этого действия необходимо перелогиниться в систему (выполнить *logout*).

Обратите внимание. Чтобы у программы после запуска был русскоязычный интерфейс, в языковых настройках системы необходимо изменить язык окон и меню на русский.

Важно. Чтобы удалить программу, запустите скрипт *uninstall.sh* без параметров из каталога установки.

При возникновении каких-либо проблем в работе программы, обратитесь к разделу 21 за поиском решения.

3. Структура интерфейса программы

На рис. 1 изображен интерфейс программы InectraCNCVisualizer.

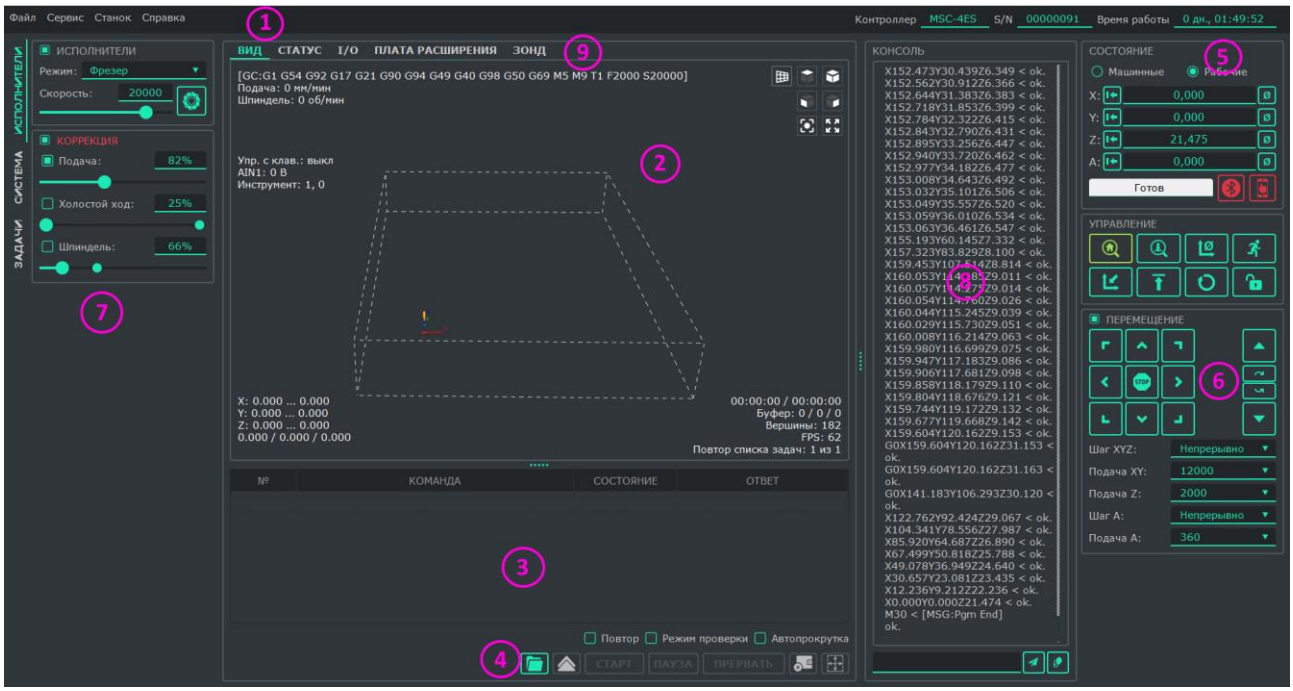


Рисунок 1. Интерфейс программы Inectra CNC Visualizer

Основные элементы интерфейса:

1 — Элементы меню для настройки приложения, станка, выбора программы и т.д.

2 — Поле визуального отображения загруженной программы G-кода (через меню *Сервис → Настройки → Цвета* можно настроить цветовую схему визуализации).

3 — Текстовое содержимое загруженной программы G-кода.

4 — Кнопки управления запуском/остановкой программы G-кода.

5 — Текущая статусная информация о станке (машинные и рабочие координаты, время работы, состояние).

6 — Основные панели ручного управления станком.

7 — Дополнительные панели управления станком: пользовательские команды, карта высот, коррекция скоростей, системы координат, макросы. Отображение левой панели визуализатора регулируется галочкой *Сервис → Левая панель* или горячей клавишей *F1*.

8 — Окно консоли, в которое выводятся отправляемые в контроллер команды и получаемые от него ответы. Отображение окна регулируется галочкой *Сервис → Консоль* или горячей клавишей *F2.*

9 — Дополнительные элементы меню: статус контроллера, состояние входов/выходов контроллера, состояние платы расширения, меню выполнения различных измерений зондом.

4. Подключение к контроллеру

4.1 Подключение по USB

Чтобы подключить визуализатор к контроллеру, выполните следующие действия.

1) Подключите USB-порт контроллера к Вашему компьютеру.
2) Подайте питание 12-36В на контроллер.
3) Если подключение выполняется первый раз, дождитесь установки драйвера[1]. Определите номер COM-порта, соответствующего Вашему контроллеру (откройте диспетчер устройств и выберите пункт «Порты (COM и LPT)», найдите порт с названием *USB Serial Device*).
4) Запустите программу Inectra CNC Visualizer. Откройте пункт меню *Сервис* → *Настройки*, выберите раздел *Соединение*. Из списка *Порт* выберите порт, найденный в пункте 3), *Скорость* оставьте по умолчанию 115200. Нажмите *ОК*.
5) При успешном подключении к контроллеру, визуализатор покажет его текущий статус (в правом верхнем углу панель *Состояние*) — см. рис. 02 — в нормальном режиме контроллер будет находится в состоянии *«Готов»* – а также в верхней шапке программы отобразится модель устройства, его серийный номер и текущее время работы. Если статус имеет значение *«Нет соединения»* — выбранный порт не доступен и не работает. Если статус имеет значение *«Порт открыт»* — выбран неверный COM-порт (с него не удается считать статусную информацию).

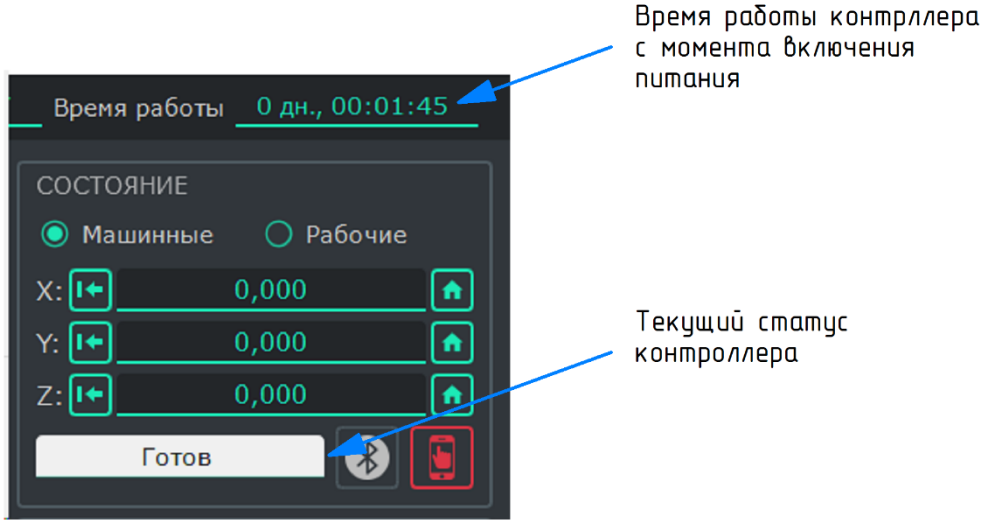


Рисунок 2. Статус контроллера

Важно. Если необходимо подключить визуализатор к ЧПУ-контроллеру по Bluetooth-интерфейсу, переключите основной канал управления на UART, а в качестве типа устройства UART выберите Bluetooth-модуль JDY-31 или HC-06 (в зависимости от того, какая у Вас модель). Подробнее в разделе 8.15.

[1] В системе Windows10 и выше драйвер устанавливается автоматически, и контроллер определяется в диспетчере устройств как виртуальный COM-порт. Для Windows7/8 нужно скачать драйвер по ссылке и установить вручную.

4.2 Подключение по Ethernet

Важно. Использование данной функции требует наличия специализированного аппаратного обеспечения. На момент написания документации функция доступна только для следующих моделей контроллеров:

- MSC-4ES
- MSC-6ES

Для остальных моделей оборудования данная возможность не предусмотрена.

Компьютер подключается к контроллеру по Ethernet- или USB-интерфейсу. В заводской конфигурации основной канал управления контроллера настроен на Ethernet. Для подключения по Ethernet выполните следующие действия.

1) Соедините контроллер LAN-кабелем напрямую с компьютером или коммутатором и подайте питание. IP-адрес контроллера по умолчанию 192.168.1.10, порт 1030.
2) Установите на компьютере IP-адрес из подсети 192.168.1.0/24 (например, 192.168.1.11, маска 255.255.255.0).
3) Запустите графический визуализатор Inectra CNC Visualizer и в меню *Сервис → Настройки → Соединение* задайте следующие параметры и нажмите *ОК*:
   - Протокол подключения: TCP
   - IP-адрес: 192.168.1.10
   - TCP-порт: 1030
4) При успешном подключении к контроллеру, визуализатор покажет его текущий статус (в правом верхнем углу панель *Состояние*) — см. рис. 02 — в нормальном режиме контроллер будет находится в состоянии *«Готов»* – а также в верхней шапке программы отобразится модель устройства, его серийный номер и текущее время работы. Если статус имеет значение *«Нет соединения»* — связь компьютера с контроллером по сети отсутствует.
5) Если Вы хотите подключить контроллер к маршрутизатору, предварительно нужно настроить автоматическое получение IP-адреса. В этом случае порядок действий будет следующий:
   - Подключитесь к контроллеру по USB-интерфейсу и через меню *Станок → Конфигурация → Настройки IP* параметру *Протокол* присвойте значение *DHCP*. Примените настройки и выключите питание контроллера.
   - Подключите контроллер сетевым кабелем к LAN-интерфейсу маршрутизатора и подайте на контроллер питание.
   - Снова подключитесь к контроллеру по USB, откройте консоль клавишей F2 и отправьте в неё команду *$IPG* – в ответе от контроллера Вы увидите полученный им от маршрутизатора IP-адрес в строке *[IP: 192.168.1.132].*
   - USB-кабель теперь можно отключить. Через меню *Сервис → Настройки → Соединение* выберите протокол *TCP*, введите полученный контроллером IP-адрес и нажмите *ОК*.

5. Панель *Состояние*

Панель состояния станка находится в правом верхнем углу визуализатора (см. рис. 03).

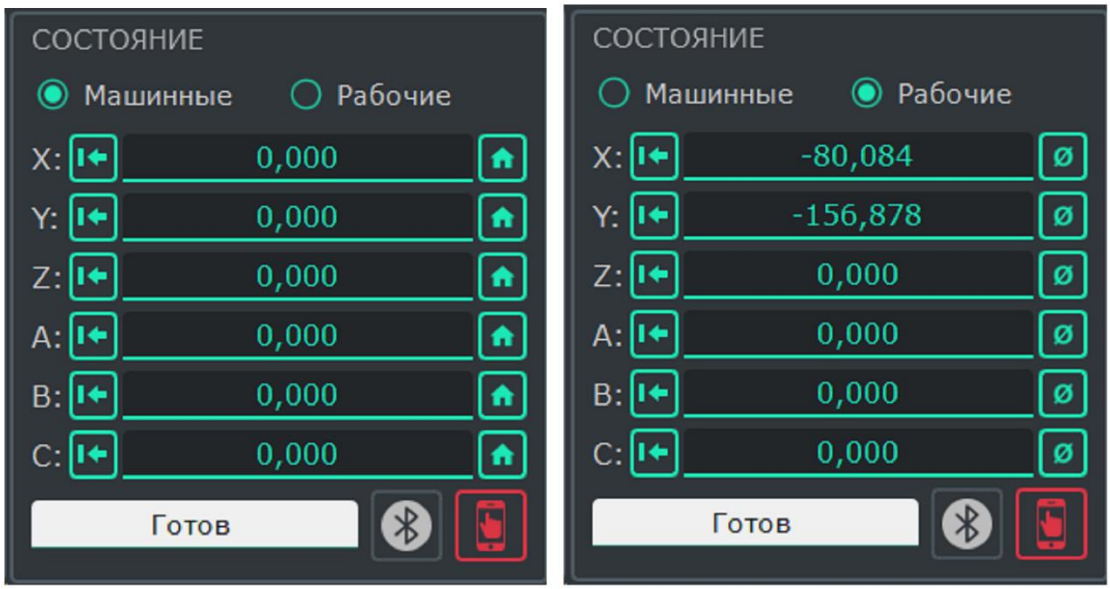


Рисунок 3. Панель состояния станка

На панель выводится следующая информация.

Машинные координаты — текущее значение машинных координат станка по осям X, Y, Z, A, B, C. Количество отображаемых осей настраивается соответствующим параметром в меню *Сервис → Настройки → Информация о станке.* Кнопки напротив каждой координаты имеют следующую функциональность:

— поиск домашнего положения для соответствующей оси — чтобы данная функция работала, необходимо в меню *Станок → Конфигурация → Поиск домашнего положения* установить галочку *Разрешить команду для отдельной оси*;

— перемещение в машинный ноль по соответствующей оси.

Рабочие координаты — текущее значение рабочих координат станка по осям X, Y, Z, A, B, C. Кнопки напротив каждой координаты имеют следующую функциональность:

— обнуление рабочей координаты соответствующей оси. При долгом нажатии появляется выплывающая кнопка *Изменить*, по нажатию на которую рабочей координате можно задать произвольно значение.

— перемещение в рабочий ноль по соответствующей оси.

Обратите внимание. Кликнув два раза левой кнопкой мыши по полю со значением рабочей координаты, откроется окно (см. рис. 4), в котором Вы можете присвоить рабочей координате соответствующей оси произвольное значение.

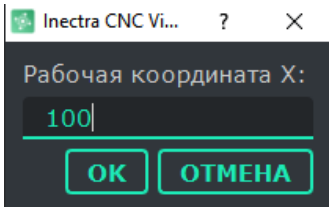


Рисунок 4. Установка произвольного значения рабочей координаты

Статус — текущий статус контроллера. Контроллер может находится в одном из следующих состояний:

- *Готов* — станок свободен и готов к работе, никаких команд не выполняется
- *Работа* — станок выполняет программу G-кода
- *Домой* — выполняется процедура поиска домашнего положения
- *Авария* — станок находится в аварийном режиме — требуется выполнить либо процедуру поиска домашнего положения, либо перезапуск контроллера
- *Проверка* — состояние проверки
- *Перемещение* — выполняется команда ручного перемещения (Jogging)
- *Пауза* — выполняемая программа G-кода поставлена на паузу
- *Дверь* — поступил сигнал открытия двери безопасности.

Bluetooth — статус инициализации Bluetooth-модуля. Если значок имеет красный цвет , контроллер не смог его инициализировать и настроить – Bluetooth работать не будет. Если значок имеет зеленый цвет , Bluetooth-модуль успешно настроен и готов к работе. Серый цвет  – возможность подключения по Bluetooth отключена.

Важно. Нажмите на значок Bluetooth, чтобы узнать имя устройства и PIN-код для сопряжения.

Статус подключения мобильного приложения — зелёный цвет значка сигнализирует об активном управлении через мобильное приложение, управление из визуализатора при этом блокируется. Красный цвет – активно управление из визуализатора.

6. Панели ручного управления станком

Под панелью *Состояние* расположен ряд панелей ручного управления контроллером. Ниже дано описание каждой из них.

6.1 Панель *Управление*

Панель *Управление* визуализатора показана на рис. 5.

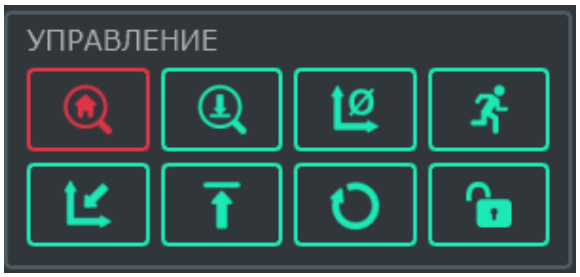


Рисунок 5. Панель Управление

Назначение кнопок.

 - кнопка запуска процедуры поиска домашнего положения. Красный цвет означает, что поиск домашнего положения не выполнен. После успешного выполнения процедуры кнопка подсвечивается зеленым  цветом

 - кнопка Z-щуп запуска процедуры зондирования (определение уровня поверхности заготовки по оси Z). Порядок и настройка процедуры описаны в разделе 8.8.

 - кнопка обнуления рабочих координат XY.

 - кнопка перемещения в заданную точку рабочих или машинных координат.

 - кнопка перемещения в рабочий ноль по осям XY. При необходимости Вы можете изменить команды перемещения в рабочий ноль XY через меню *Сервис → Настройки → Управление* (например, добавить предварительное перемещение на безопасную высоту).

 - кнопка перемещения в безопасное положение (по умолчанию машинный ноль координаты Z). При необходимости Вы можете изменить команды перемещения в безопасное положение через меню *Сервис → Настройки → Управление.*

 - кнопка программной перезагрузки контроллера.

 - кнопка разблокировки контроллера и снятия режима аварии.

Важно. Чтобы можно было снимать состояние аварии кнопкой разблокировки, необходимо отключить галочку «*Требовать выполнение после запуска контроллера*» через меню *Станок → Конфигурация → Поиск домашнего положения*

6.2 Панель *Команды*

Панель *Команды* визуализатора показана на рис. 06. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Команды* в разделе *Панели* меню *Сервис → Настройки*.

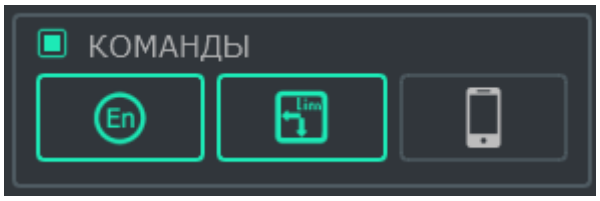


Рисунок 6. Панель Команды

Назначение кнопок.

 - кнопка отключения двигателей после остановки. При отжатой кнопке двигатели всегда остаются включенными (драйвер прикладывает удерживающий момент к двигателю). Крайне не рекомендуется отключать двигатели при нормальной работе станка, иначе это может привести к потере координаты. Функция полезна, когда требуется вручную выполнить корректировку положения инструмента: отключив двигатель, снимается его удерживающий момент, и вал шагового двигателя можно повернуть без больших усилий.

 - кнопка включения программных лимитов (soft limits) — ограничивает перемещение инструмента по размерам рабочего поля (в машинных координатах), запрещая движение в отрицательную область за машинный ноль и в положительную область за размеры стола. Функция работает только после выполнения процедуры поиска домашнего положения.

 - кнопка деактивации мобильного приложения — позволяет обратно вернуть управление на визуализатор. Кнопка доступна для нажатия только при активном мобильном приложении.

6.3 Панель *Исполнители*

В релизе 4.1 был реализован механизм исполнителей. Исполнителем называется любой рабочий орган (или «голова») станка. Например, у станка может быть несколько шпинделей, каждый из которых соответствует отдельному исполнителю в режиме фрезера; на станке с установленным шпинделем и лазером настраивается два исполнителя: один для шпинделя в режиме фрезера, другой для лазера. Следует отметить, что в данной терминологии исполнитель не соответствует инструменту: инструментом является, например, фреза или в общем случае магазин фрез, которые

могут использоваться всеми исполнителями. Подробнее по настройке исполнителей см. раздел 9.1.

Реализовано пять типов исполнителей (и соответственно режимов работы контроллера): фрезер, лазер, токарный, плазма и тангенциальный нож (нож, ось которого поворачивается для ориентации по направлению движения «головы»). Плазма поддерживается только Ethernet-контроллерами (MSC-4ES и MSC-6ES). Тангенциальный нож доступен только в продвинутом интерфейсе визуализатора (см. раздел 10.5).

На рис. 07, 8 и 11 показан вид панели *Исполнители* во всех трёх режимах. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Исполнители* в разделе *Панели* меню *Сервис → Настройки*.

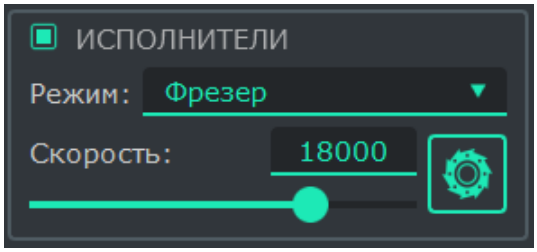


Рисунок 7. Панель Шпиндель

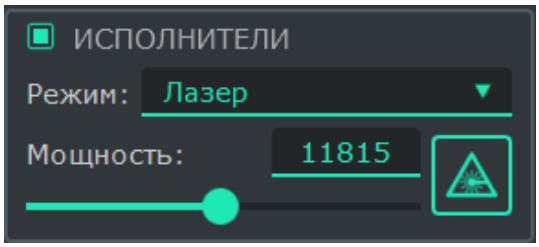


Рисунок 8. Панель Лазер

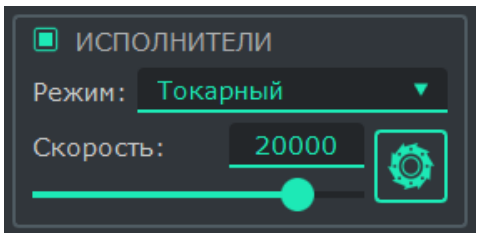


Рисунок 9. Панель Токарный

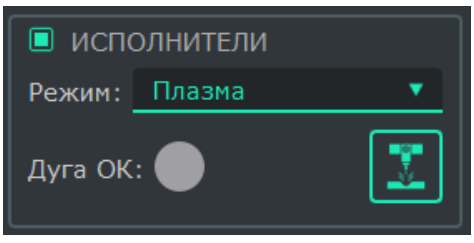


Рисунок 10. Панель Плазма

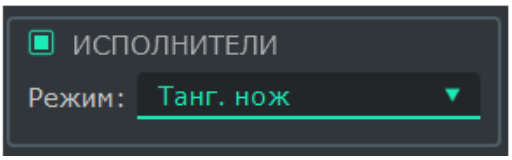


Рисунок 11. Панель Тангенциальный нож

Для режима *Фрезер* и *Токарный* доступны следующие настройки:

Скорость — частота вращения шпинделя в об/мин — регулируется ползунком. Диапазон регулировки задается через меню *Сервис → Настройки → Информация о станке*. Обратите внимание, что для корректной генерации ШИМ-сигнала максимальная скорость шпинделя в настройках визуализатора должна совпадать со значением параметра *Максимальная скорость вращения шпинделя, об/мин* в меню *Станок → Конфигурация → ШИМ*.

 - кнопка ручного включения/выключения шпинделя.

Для режима *Лазер* доступны настройки:

Мощность — текущее значение мощности лазера в условных единицах мощности — регулируется ползунком. Диапазон мощности лазера задается через меню *Сервис → Настройки → Информация о станке*. Максимальной мощности будет соответствовать ШИМ-сигнал с коэффициентом заполнения 1 (постоянное напряжение 5В), минимальной — ШИМ-сигнал с коэффициентом заполнения 0 (постоянное напряжение 0В).

 - кнопка ручного включения/выключения лазера.

Обратите внимание. В режиме лазера можно настроить прорисовку визуализации с полутоновым окрашиванием в зависимости от значения кода S, что очень удобно для проверки G-кода программ выжигания. Подробности см. в разделе 11.

В режиме *Плазма* отображается кнопка ручного включения/выключения плазмы  и индикация наличия сигнала *Дуга ОК* – если сигнал активен, индикатор загорается синим цветом.

6.4 Панель *Перемещение*

На рис. 12 показаны два варианта панели *Перемещение*. Чтобы панель стала доступной установите галочку *Перемещение* в разделе *Панели* меню *Сервис → Настройки*. Чтобы на кнопках перемещения отображались стрелки, в меню *Сервис → Настройки → Панели* в разделе *Перемещение* выберите *Вид кнопок: Стрелки.* Чтобы отображались названия осей, задайте этому параметру значение *Надписи*.



Рисунок 12. Панель Перемещение

На панели расположены собственно кнопки ручного перемещения по всем осям, а также настройки шага (отдельно для осей X, Y, Z, оси A, оси B, оси C), и скорости подач отдельно для осей X/Y, Z, A, B, C.

Важно. Через меню *Сервис → Настройки → Информация о станке* Вы можете настроить, для каких осей отображать кнопки ручного перемещения, а также отображение соответствующих осей на панели *Состояние* (см. рис. 13)

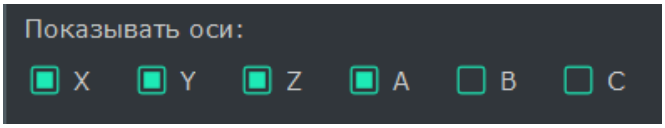


Рисунок 13. Отображение осей в интерфейсе визуализатора



- кнопка принудительной остановки (отмены) перемещения.

6.5 Панель *Коррекция*

Панель *Коррекция* показана на рис. 14. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Коррекция* в разделе *Панели* меню *Сервис → Настройки*.

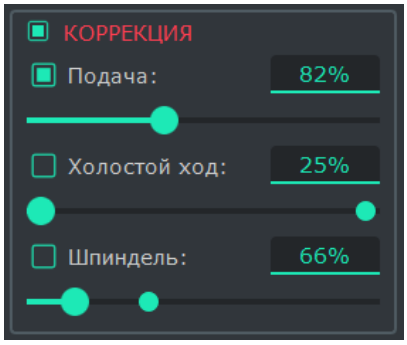


Рисунок 14. Панель Коррекция

Панель позволяет выполнить корректировку текущих скоростей подачи, холостого хода и скорости вращения шпинделя (в режиме лазера — мощности лазера).

Порядок выполнения корректировки:

1) ползунком отрегулируйте значение корректируемого параметра до нужного уровня;
2) установите соответствующую галочку для применения коррекции.

Функция полезна в нескольких случаях:

- в режиме реального времени установить оптимальные значения скоростей подачи, холостого хода и скорости вращения шпинделя для обработки данной детали по загруженной программе;
- при тестовом прогоне программы (без воздействия на заготовку) выполнить её на повышенной скорости для ускорения процесса тестирования.

6.6 Панель *Подменная ось вращения*

Панель *Подменная ось вращения* показана на рис. 15. Чтобы панель стала доступной установите галочку *Подменная ось вращения* в разделе *Панели* меню *Сервис* → *Настройки*.

Функция полезна, когда на 3-осевом станке необходимо установить ось вращения. Для этого к выходам Step-Dir одной из осей контроллера — обычно это ось Y — подключается поворотная ось A.

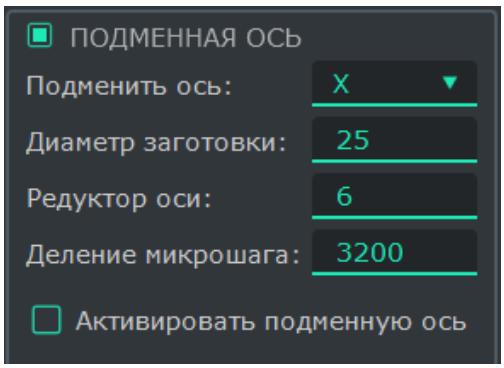


Рисунок 15. Панель Подменная ось вращения

Панель позволяет быстро выполнить автоматическую настройку подменной оси вращения по её основным параметрам:

Подменная ось — выберите, шаговые двигатели какой оси будут вращать заготовку — X или Y (обычно это ось Y).

Диаметр заготовки, мм — собственно, диаметр заготовки, которая будет закреплена на подменной оси.

Редуктор оси — понижающий коэффициент передачи с вала шагового двигателя на заготовку.

Деление микрошага — число шагов на полный оборот двигателя (например, если на драйвере установлено значение микрошага 1/16, а полный шаг соответствует повороту на 1.8 градуса, то количество шагов на оборот будет равно $\frac{360}{1.8} * 16 = 3200$ — в данное поле необходимо ввести число 3200).

По галочке ***Активировать подменную ось*** происходит автоматическая настройка выбранной оси, после чего можно приступать к работе.

6.7 Панель *Карта высот*

Если поверхность заготовки неровная, либо она установлена не по уровню, данная функция позволит автоматически компенсировать неровность поверхности для корректной обработки заготовки программой G-кода.

Панель *Карта высот* показана на рис. 16. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Карта высот* в разделе *Панели* меню *Сервис → Настройки*.

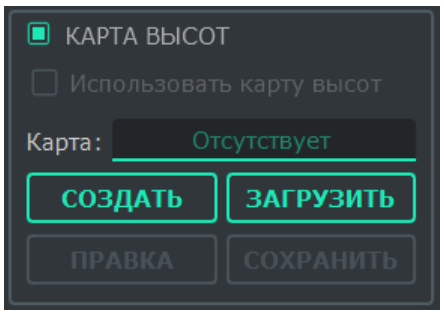


Рисунок 16. Панель Карта высот

Чтобы воспользоваться функцией построения карты высот, выполните следующие действия. **Обратите внимание, что описание процедуры ниже подразумевает, что в качестве положительного направления движения по оси Z выбрано движение вверх.**

1) Закрепите заготовку на столе станка.
2) Предварительно выполните поиск домашнего положения.
3) Установите рабочий ноль координат XY (должен быть в пределах границ заготовки).
4) Загрузите программу G-кода (см. раздел 7), которую необходимо выполнить над заготовкой – начиная с релиза 4.4 для построения карты необязательно открывать УП – это больше для визуализации, чтобы видеть границы обработки.
5) Нажмите кнопку *Создать* на панели *Карта высот*, по нажатии на которую откроется панель настройки процедуры построения карты — см. рис. 17. Для открытия уже созданного ранее файла карты используйте инструкцию в подразделе 6.7.3.
6) Заполните настройки построения карты (см. подраздел 6.7.1). Особое внимание обратите на значения *Zв* и *Zн*. Алгоритм выбора этих значений может быть следующий:

6.1) Примерно определите максимальный перепад высот по всей площади построения карты высот *dH* (включая опорную точку).

6.2) Установите рабочий ноль оси Z в самой нижней точке (например, с помощью процедуры зондирования по кнопке ).

6.3) Установите значение *Zв = dH + 5*, где *dH* — максимальный перепад высот (например, если Вы определили, что перепад высот заготовки составляет 10мм, то в *Zв* нужно записать 15). *Слишком большое значение Zв устанавливать тоже не нужно, т.к. это повлияет на скорость построения карты (по умолчанию скорость подачи при зондировании составляет 50 мм/мин).*

6.4) Установите значение *Zн = -5.*

7) При необходимости отрегулируйте скорость подачи зонда при построении карты через меню *Сервис → Настройки*, раздел *Карта высот* (значение в мм/мин). Во избежание повреждения фрезы или заготовки не рекомендуется выставлять скорость подачи выше 150. Значение по умолчанию — 50 мм/мин.

8) Нажмите кнопку *Зонд* для запуска процедуры. **Важно.** Построение карты начинается с определения высоты в опорной точке. Результаты измерений в точках сетки зондирования представляют собой набор дельт относительно высоты в опорной точке: если в измеряемой точке уровень поверхности заготовки выше, дельта положительная, иначе — отрицательная.

9) При необходимости сохраните построенную карту высот, нажав кнопку *Сохранить* на панели рис. 16.

10) Чтобы использовать построенную карту высот при выполнении программы G-кода, на панели рис. 16 сначала нажмите кнопку *Закрыть* для выхода из режима построения карты, а затем активируйте галочку *Использовать карту высот*.

6.7.1 Настройка построения карты высот

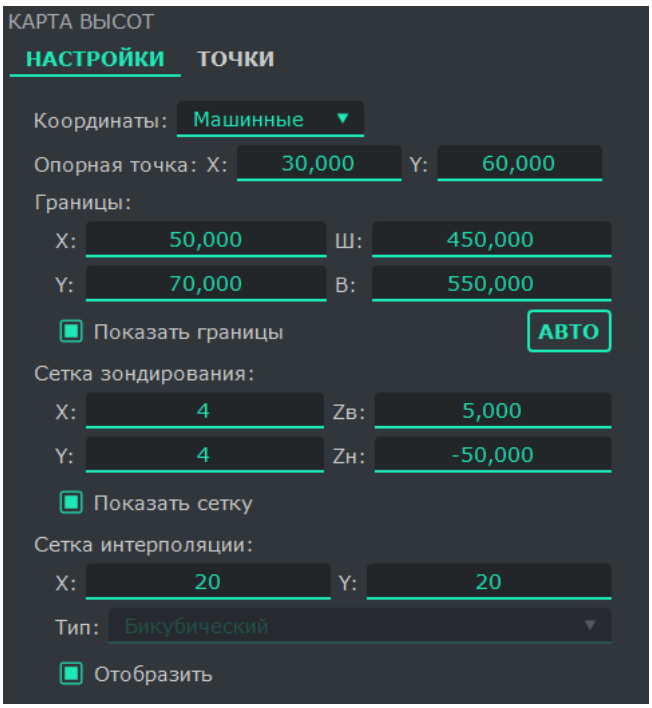


Рисунок 17. Меню настройки процедуры построения карты высот

Опорная точка

Координаты – параметр определяет, в каких координатах строить сетку зондирования карты высот: рабочие или машинные.

Опорная точка – координаты XY опорной точки. Высоты в точках зондирования карты высот определяются относительно уровня оси Z в опорной точке.

Границы

X, Y — рабочие координаты точки начала построения карты соответственно по осям X и Y.

Ш, В — соответственно ширина (по оси X) и высота (по оси Y) области, по которой будет строиться карта высот. Нажмите кнопку ***АВТО***, чтобы заполнить эти значения автоматически (в рабочих координатах при открытой УП параметры выставляются по границам обработки УП, в машинных координатах – по границам рабочего поля станка).

Сетка зондирования — задаёт количество точек для вычисления уровня поверхности заготовки. Чем больше размер сетки, тем точнее карта. При этом примите во внимание, что если поверхность заготовки плоская (ровная), то достаточно будет всего двух точек по X и двух точек по Y.

X — число точек зондирования вдоль оси X.

Y — число точек зондирования вдоль оси Y.

Zв — рабочая координата оси Z (края инструмента) в начальной (верхней) точке зондирования. Это безопасный уровень, на котором происходит перемещение инструмента между точками сетки на холостом ходу. В каждой точке в пределах границ построения карты уровень поверхности заготовки должен быть ниже *Zв*, иначе при перемещении между точками произойдет касание инструментом заготовки, что может привести к повреждению обоих.

Zн — рабочая координата оси Z в конечной (нижней) точке зондирования. Значение *Zн* определяет максимальное расстояние поиска поверхности заготовки: во всех точках сетки зондирования разность *Zв-Zн* должна быть больше, чем расстояние от рабочего инструмента в координате Zв до поверхности заготовки. Иначе процедура закончится с ошибкой.

Сетка интерполяции — задает количество точек по осям X и Y для последующей интерполяции расчета высоты в дополнительных (промежуточных) точках между точками основной сетки зондирования. Чем больше размер сетки, тем плавнее карта высот.

6.7.2 Исключение лишних точек из построения карты высот

Чтобы открыть таблицу с точками карты высот, активируйте закладку *ТОЧКИ* на панели (см. рис. 18).

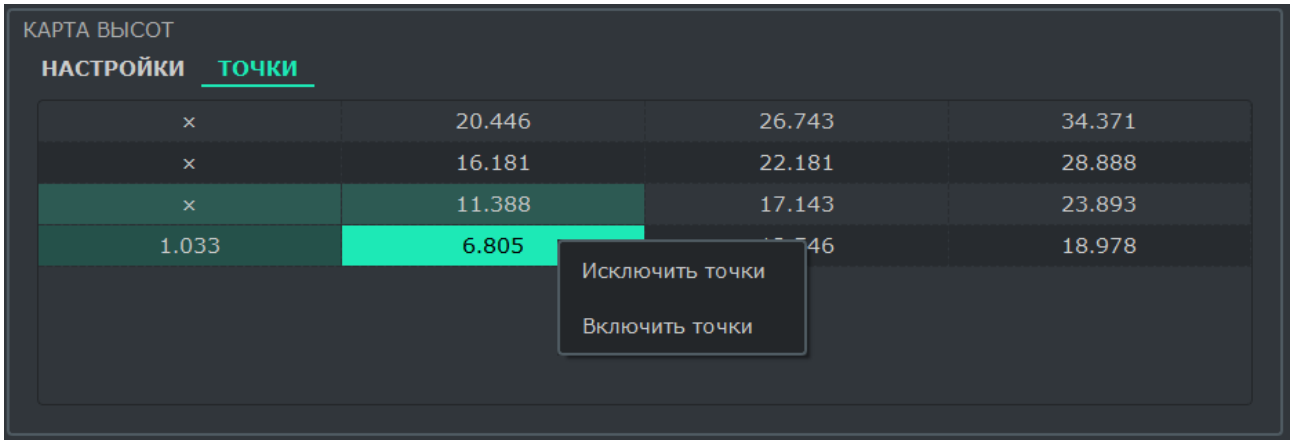


Рисунок 18. Выбор точек сетки зондирования

Если по площади построения карты есть участки, которые необходимо исключить из процедуры (например, потому что в УП отсутствует обработка на этих участках, и в целях экономии времени нет смысла измерять «пустые» места), выделите левой кнопкой мыши нужные точки и по нажатию правой кнопкой выберите пункт меню *Исключить точки* (рис. 18). Исключенные точки будут помечены крестиком. Чтобы обратно добавить точки, выделите нужные точки и по нажатию правой кнопки мыши выберите пункт *Включить точки*.

На рис. 19 приведен пример построения карты высот по сетке зондирования 4*4 с сеткой интерполяции 20*20. Синими точками и линиями обозначены соответственно точки и сетка зондирования. Разноцветными линиями обозначена сетка интерполяции. Красным цветом подсвечиваются самые высоки точки, синим – самые низкие.

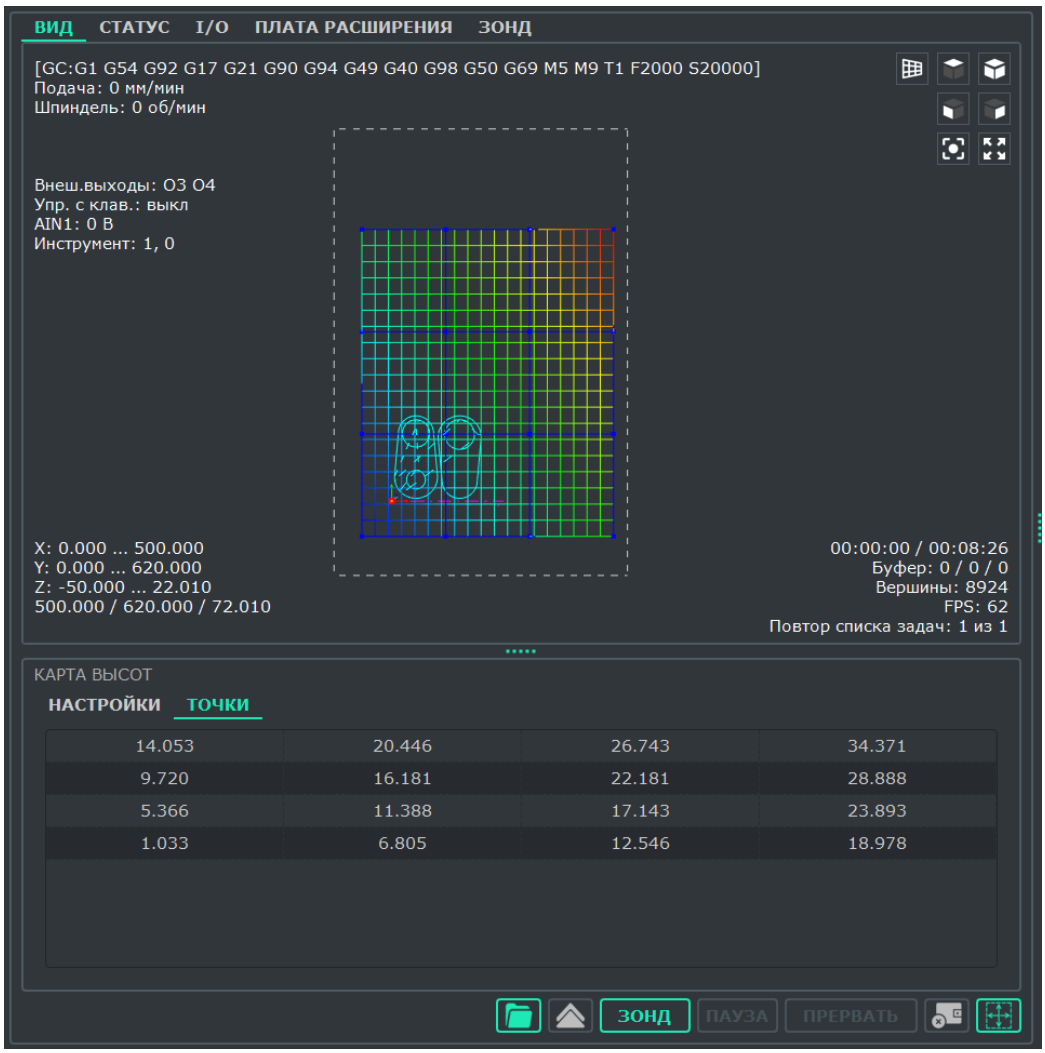


Рисунок 19. Пример построения карты высот

6.7.3 Использование существующей карты высот

Чтобы при выполнении программы G-кода использовать ранее построенную карту высот, выполните следующие действия.

1) Загрузите программу G-кода (см. раздел 7), которую необходимо выполнить над заготовкой.
2) На панели рис. 16 нажмите кнопку *Загрузить* и выберите требуемый файл карты высот.
3) Установите галочку *Использовать карту высот.*
4) По кнопке *Правка* можно посмотреть выбранную карту. Для выхода из режима просмотра/редактирования нажмите кнопку *Закрыть*.
5) Запустите программу G-кода (см. раздел 7).

6.8 Панель *Системы координат*

Панель *Системы координат* показана на рис. 20. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Системы координат* в разделе *Панели* меню *Сервис → Настройки*.

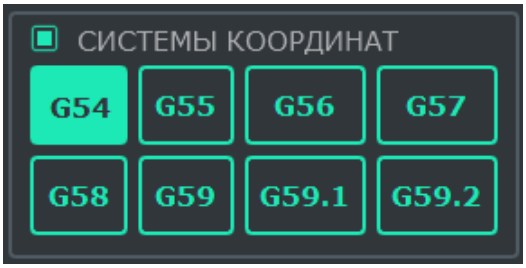


Рисунок 20. Панель Системы координат

Функция позволяет настроить до 8-ми рабочих систем координат, в каждой из которых можно установить свой рабочий ноль. Для переключения на другую систему координат, просто нажмите соответствующую кнопку.

Иметь несколько рабочих нулей может быть полезно в следующих случаях (это не полный список, лишь возможные примеры):

- Вам необходимо изготовить несколько одинаковых изделий, но управляющая программа написана только под один экземпляр. В этом случае просто выставьте в каждой системе координат рабочий ноль в том месте, где будет обрабатываться новый экземпляр изделия, и для запуска обработки следующего экземпляра просто переключайтесь на соответствующую систему координат.
- Вам необходимо выполнить обработку изделия несколькими разными инструментами (фрезами). В этом случае под каждую фрезу можно заранее выставить свой рабочий ноль в отдельной системе координат и в процессе обработки переключаться на соответствующую систему при смене инструмента.
- Вам необходимо провести измерения (например, снять карту высот) с помощью зонда, который закреплен на станке со смещением по осям X,Y относительно инструмента (фрезы). В этом случае для зонда можно настроить рабочий ноль в отдельной системе координат и проводить измерения в этой системе. По завершении переключиться обратно в систему координат основного инструмента (фрезы) и уже в ней выполнять обработку изделия.

6.9 Панель *Макросы*

Панель Макросы показана на рис. 21. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Макросы* в разделе *Панели* меню *Сервис → Настройки*.

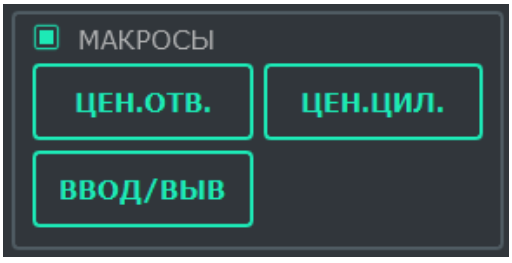


Рисунок 21. Панель Макросы

Макрос представляет собой скрипт (программу), написанный на языке JavaScript. С помощью макросов можно автоматизировать различные ручные операции, выполняя те или иные действия в зависимости от текущих значений машинных или рабочих координат станка, состояния контроллера, координат зонда и т. д.

Добавление и редактирование макросов осуществляется через меню *Сервис → Настройки → Макросы* (рис. 22).

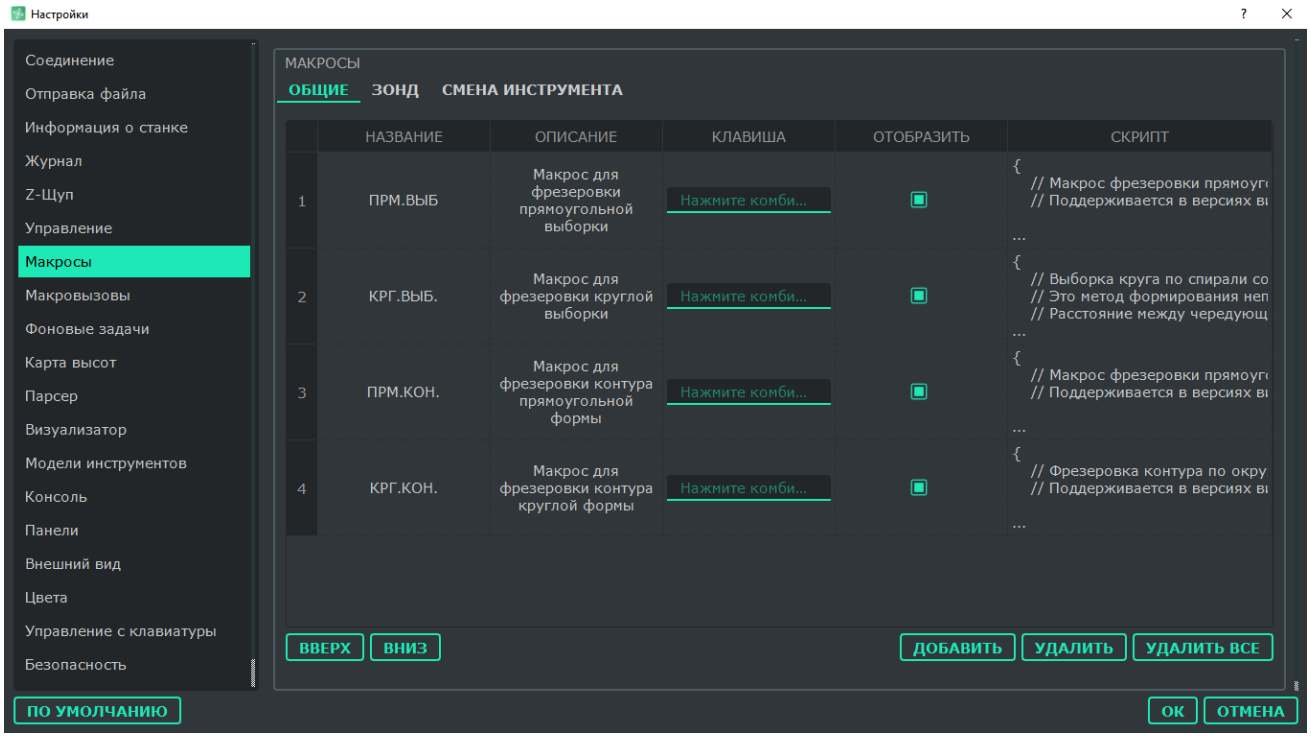


Рисунок 22. Меню редактирования макросов

В столбце *НАЗВАНИЕ* указывается имя макроса, которое будет отображаться на соответствующей кнопке его запуска в панели Макросы. Максимальная длина – 8 символов.

В столбце *ОПИСАНИЕ* опционально указывается пояснение той функции, которую выполняет макрос.

В столбце *КЛАВИША* при необходимости можно назначить горячую клавишу для запуска макроса. Горячая клавиша каждого макроса должна быть уникальной и не пересекаться с общими клавишами из меню *Справка → Горячие клавиши*.

Чтобы добавить кнопку вызова макроса на панель МАКРОСЫ (окно 7 рис. 01), необходимо установить галочку в поле *ОТОБРАЗИТЬ*. Максимальное количество отображаемых макросов равно 20.

В столбце *СКРИПТ* прописывается собственно код макроса, который будет вызываться по нажатию на соответствующую кнопку на панели Макросы. Инструкцию по написанию кода макроса см. в разделе **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

Для добавления нового макроса, нажмите кнопку *ДОБАВИТЬ*.

Для удаления макроса, выделите соответствующую строку и нажмите кнопку *УДАЛИТЬ*.

Для быстрого удаления всех макросов нажмите кнопку *УДАЛИТЬ ВСЕ*.

Путём нажатия кнопок *ВВЕРХ/ВНИЗ* можно поменять порядок расположения макросов – он соответственно изменится на панели МАКРОСЫ.

Для редактирования кода макроса сделайте двойной щелчок левой кнопкой мыши по соответствующей ячейке в столбце *СКРИПТ* — откроется редактор макроса.

Для запуска макроса просто нажмите соответствующую кнопку в панели МАКРОСЫ. После этого она подсветится красным цветом:



Повторное нажатие на эту кнопку прерывает макрос.

Для быстрого открытия макроса на редактирование, кликните правой кнопкой мыши по соответствующей кнопке на панели МАКРОСЫ и выберите пункт *Редактировать макрос*. При наведении курсора мыши на кнопку запуска макроса подсветится назначенная ему горячая клавиша.

7. Запуск программы G-кода

Чтобы запустить программу G-кода, выберите пункт меню *Файл → Загрузить G-код* и выберите нужный файл программы. Вы также можете воспользоваться быстрой кнопкой загрузки G-кода  в нижней части интерфейса (рис. 23).

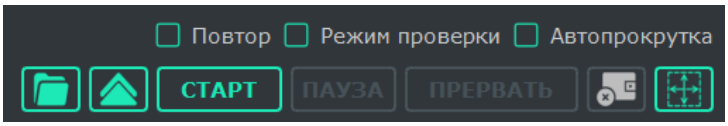


Рисунок 23. Кнопки управления программой G-кода

Если файл корректный, программа анализирует его и рисует визуализацию проекта в окне 2 (см. рис. 01). Если Вы не меняли цветовую схему визуализации (через меню *Сервис → Настройки → Цвета*), цвет фона по умолчанию должен быть темно-серым. Если объект изображен на черном фоне, либо обнаружены другие проблемы, обратитесь к разделу 21 для устранения неисправностей.

Для управления ходом выполнения программы G-кода в нижней части интерфейса есть следующие кнопки и чекбоксы:

ПУСК — нажмите для запуска программы G-кода на исполнение. Кнопка также используется для снятия программы с паузы.

ПАУЗА — нажмите, чтобы поставить выполняемую программу на паузу.

ПРЕРВАТЬ — нажмите, чтобы остановить выполняемую программу без возможности возобновления с момента прерывания

Прервать и запомнить  — кнопка позволяет прервать выполняемую программу и запомнить точку останова, чтобы впоследствии её можно было быстро восстановить.

Функция будет крайне полезна, если, например, смена оператора заканчивается, но до завершения УП еще требуется много времени: в этом случае программу можно прервать по данной кнопке, выключить компьютер и станок, а на следующий день восстановить программу через пункт меню *Файл → Восстановить УП*.

Важно. Если Вам необходимо, чтобы при прерывании программы инструмент автоматически возвращался в безопасное положение, установите галочку *Следовать в безопасное положение при прерывании УП* в меню *Сервис → Настройки → Управление*. Предварительно убедитесь в правильности команд в строке *Команды безопасного положения* — по умолчанию машинный ноль оси Z.

Перемотать в начало  — сбрасывает в ноль счетчик отправленных на исполнение строк, таймер затраченного времени и перематывает текущую строку G-кода в самое начало.

Обход по габаритам  – функция позволяет наглядно проверить границы загруженной УП по осям X,Y путем обхода по габаритному периметру программы. Подробности см. в разделе 7.8.

Автопрокрутка – при активации визуализатор будет постоянно держать в фокусе исполняемую в данный момент строку команды G-кода.

Режим проверки – позволяет проверить корректность всех строк G-код файла без отправки команд контроллером на исполнение. Для проверки файла активируйте галочку и нажмите кнопку *ПУСК*.

Повтор – при активации галочки загруженная УП или список задач повторяются в бесконечном цикле. При этом после каждой итерации программа встает на паузу и требует подтверждения пользователя для продолжения. Для настройки других вариантов повтора списка задач см. главу 7.6.3.

7.1 Запуск программы G-кода с определенной строки

Визуализатор имеет полезную функцию запуска программы G-кода с определенной строки — например, если требуется выполнить только определенную часть загруженной программы. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

1) Откройте программу G-кода через меню *Файл → Загрузить G-код*.
2) Убедитесь, что в меню *Сервис → Настройки → Отправка файла* установлена галочка *Автоматически настраивать парсер перед отправкой с выбранной строки* – эта опция необходима, чтобы отправить в контроллер предварительные команды для перехода в нужную точку XY, установить правильную подачу и скорость вращения шпинделя (или мощность лазера).
3) В окне 3 (см. рис. 1) мышкой выделите строку, с которой требуется начать выполнение программы G-кода (для безопасности рекомендуется выбирать строку с командой холостого перемещения G0).
4) Кликните по выбранной строке правой кнопкой мыши и выберите пункт меню *Выполнить с текущей строки*.
5) Визуализатор попросит Вас отправить предварительные команды в контроллер – подтвердите их отправку, нажав на кнопку *ОК*.

Важно. Переход на позицию выбранной строки осуществляется на безопасной высоте. Команда для перехода на безопасную высоту настраивается через меню *Сервис → Настройки → Управление → Команды безопасного положения*. По умолчанию это машинный ноль оси Z.

7.2 Поиск строки в загруженном G-код файле по её номеру

Иногда бывает необходимо запомнить, на какой строке было сделано прерывание выполняемой программы G-кода, чтобы впоследствии выполнить запуск с этой строки. Однако, если в УП количество строк очень большое, то поиск нужной строки простым пролистыванием может оказаться довольно трудной и долгой задачей. Чтобы её облегчить, кликните правой кнопкой мыши по любой строке и в открывшемся меню выберите пункт *Поиск строки по номеру* (рис. 24). Введите нужный номер и нажмите *ОК*, после чего произойдет автоматический переход на указанную строку.

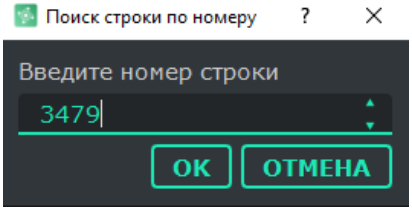


Рисунок 24. Поиск строки по номеру

7.3 Восстановление программы G-кода после сбоя

Если во время выполнения управляющей программы G-кода произошло непредвиденное отключение питания контроллера, компьютера или иной непредвиденный сбой, приведший к прерыванию выполняемой программы, визуализатор позволяет восстановить работу буквально по нажатию одной кнопки.

Во время выполнения программы G-кода визуализатор непрерывно обновляет и запоминает статус работы, который включает в себя следующую информацию:

- номер последней успешно выполненной команды;
- смещение рабочих координат;
- режим работы (фрезер/лазер/тангенциальный нож);
- идентификатор COM-порта, на котором выполняется программа;
- текущий статус выполняемой программы (в работе/завершена);
- текущая система рабочих координат

Если произошел сбой, то при следующем успешном подключении к ЧПУ-контроллеру визуализатор делает проверку, нет ли незавершенной G-код программы на соответствующем COM-порту (или IP-адресе) контроллера, и, если такая программа находится, выдает сообщение, как показано на рис. 25.

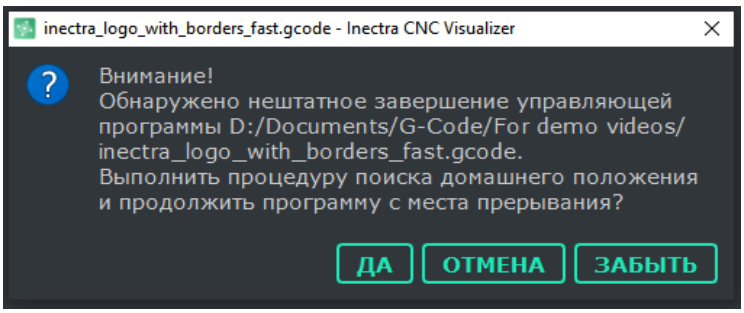


Рисунок 25. Обнаружение прерванной G-код программы

Вы можете сразу начать процедуру восстановления управляющей программы, нажав кнопку *Да.* Если же Вам необходимо предварительно выполнить какие-то другие действия и восстановить программу позже, нажмите кнопку *Отмена*. Чтобы забыть о незавершенной программе и больше не показывать предупреждение, нажмите кнопку *Забыть* — в этом случае восстановить её уже будет нельзя.

Если ранее Вы нажали кнопку *Отмена*, то чтобы в дальнейшем вернуться к прерванной программе, воспользуйтесь пунктом меню *Файл → Восстановить УП*. Визуализатор выдаст предупреждение из рис. 25, после чего нажмите кнопку *Да*.

Визуализатор автоматически выполнит процедуру восстановления управляющей программы, которая включает в себя следующие действия:

1) поиск домашнего положения;
2) восстановление системы координат;
3) восстановление смещения рабочих координат;
4) восстановление режима фрезер/лазер/токарный/плазма/тангенциальный нож, в зависимости от того, в каком режиме выполнялась прерванная программа;
5) загрузка карты высот, если она использовалась перед сбоем программы;
6) запуск управляющей программы со строки, при выполнении которой произошел сбой.

Важно. Для работы данной функции станок обязательно должен быть оснащен концевыми датчиками автоматического поиска домашнего положения, так как предварительное выполнение этой процедуры является обязательным условием восстановления программы.

7.4 Сохранение точки останова программы G-кода

Если в процессе выполнения управляющей программы G-кода Вам необходимо её остановить и запомнить место прерывания, чтобы иметь возможность возобновить программу в будущем: например, закончилась смена или необходимо отключить станок для выполнения каких-либо сервисных работы — Вы можете воспользоваться функцией сохранения точки останова программы. Для этого нажмите кнопку *Прервать и запомнить*  (см. рис. 26).

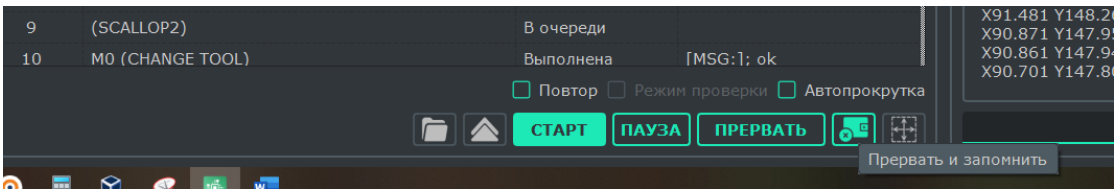


Рисунок 26. Кнопка Прервать и запомнить

После этого можно безопасно отключить станок от электросети и проводить все необходимые работы.

При очередном успешном подключении визуализатора к контроллеру станка, он автоматически определит, что ранее была сохранена точка остановки управляющей программы и предложит её восстановить — рис. 27.

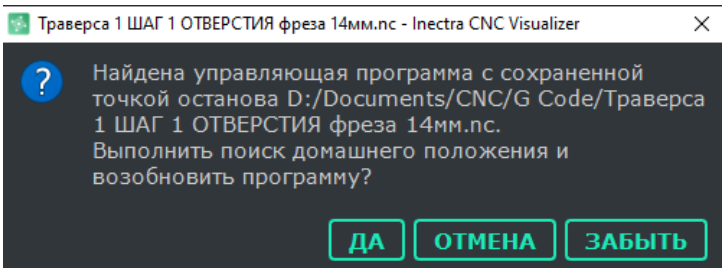


Рисунок 27. Восстановление сохраненной программы G-кода

Вы можете сразу начать процедуру восстановления управляющей программы, нажав кнопку *Да.* Если же Вам необходимо предварительно выполнить какие-то другие действия и восстановить программу позже, нажмите кнопку *Отмена*. Чтобы забыть о сохраненной программе и больше не выдавать предупреждений, нажмите кнопку *Забыть* — в этом случае восстановить её уже будет нельзя.

Если ранее Вы нажали кнопку *Отмена*, то чтобы в дальнейшем вернуться к прерванной программе, воспользуйтесь пунктом меню *Файл → Восстановить УП*. Визуализатор выдаст предупреждение из рис. 27, после чего нажмите кнопку *Да*.

Процедура восстановления управляющей программы G-кода включает в себя следующие действия:

1) поиск домашнего положения;
2) восстановление системы координат;
3) восстановление смещения рабочих координат;
4) восстановление режима, в каком режиме выполнялась прерванная программа;
5) загрузка карты высот, если она использовалась ранее;
6) запуск управляющей программы с сохраненной точки останова.

Важно. Для работы данной функции станок обязательно должен быть оснащен концевыми датчиками автоматического поиска домашнего положения, так как предварительное выполнение этой процедуры является обязательным условием восстановления программы.

7.5 Режим проверки (отладки) программы G-кода

Перед запуском новой программы G-кода на станке целесообразно предварительно проверить её на корректность всех команд, особенно если программа многочасовая. Для этого поставьте галочку *Режим проверки* (на рис. 28) и нажмите кнопку *ПУСК*.

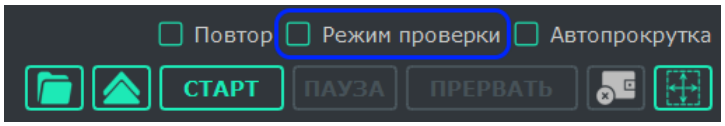


Рисунок 28. Активация режима проверки

Визуализатор запустит прогон программы в режиме проверки: контроллер будет только анализировать корректность (исполняемость) G-кода без его полной обработки (без отправки команд на приводы станка и другие механизмы). Если в режиме проверки возникли ошибки, их необходимо исправить.

7.6 Список задач

Функция создания и запуска списка задач позволяет загрузить списком все необходимые программы (создать список задач), один раз нажать на кнопку ПУСК, после чего все задачи будут выполнены автоматически последовательно друг за другом. Данная функция позволяет значительно сократить время работы, когда для обработки одной заготовки требуется запустить несколько управляющих программ: исключается вынужденное время простоя, когда одна управляющая программа закончилась и станок ожидает, пока оператор загрузит и запустит следующую программу. Помимо этого, для каждой задачи можно назначить на запуск макрос перед и после её выполнения (см. раздел 7.6.4), если требуется дополнительно автоматизировать какие-либо действия. Панель *СПИСОК ЗАДАЧ* доступна под вкладкой *ЗАДАЧИ* в левой панели визуализатора (см. рис. 29).

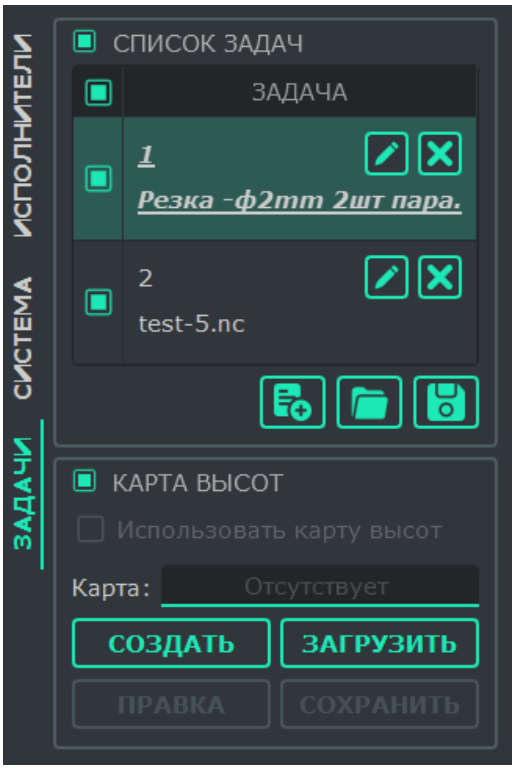


Рисунок 29. Панель Список задач

7.6.1 Групповая загрузка задач

Данная функция предназначена для быстрого создания заданий.

Для загрузки нескольких задач необходимо нажать кнопку *Добавить задачу* (см. рис. 30) или воспользоваться кнопкой быстрой загрузки *Загрузить G-код*, расположенной в нижней части интерфейса (см. рис. 23).

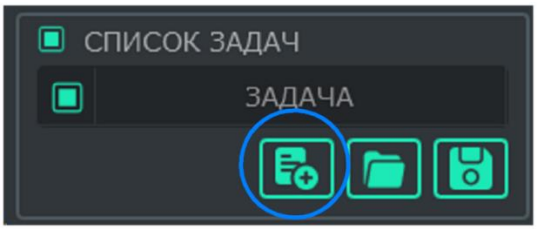


Рисунок 30. Загрузка задач

После этого выберите все необходимые файлы с зажатой клавишей *CTRL* или *SHIFT* и нажмите *Открыть*. (см. рис. 31).

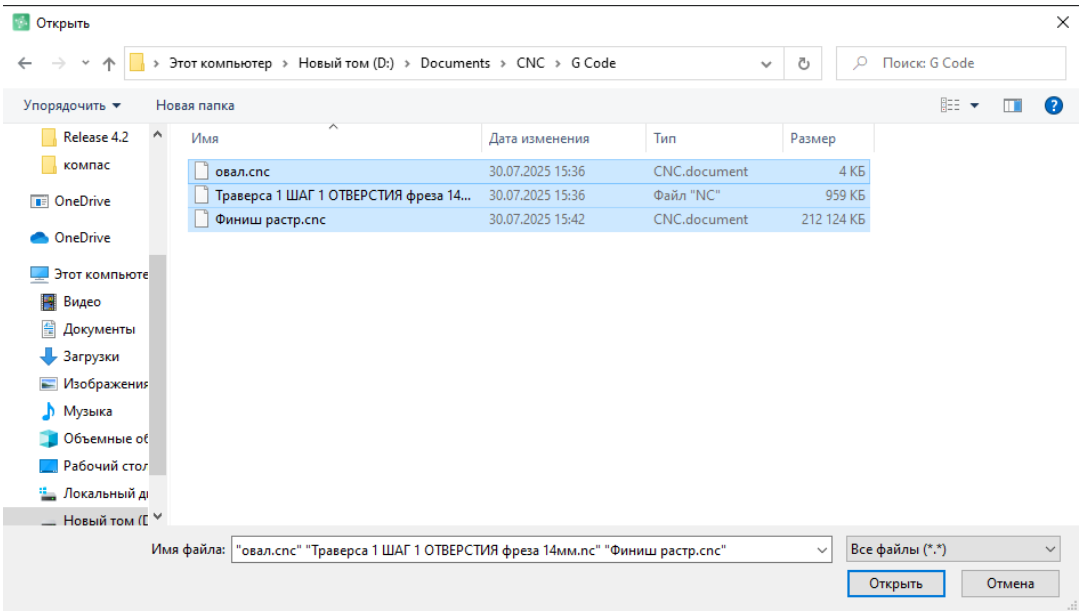


Рисунок 31. Выбор нескольких файлов управляющих программ

На рис. 32 показан пример итогового списка задач.

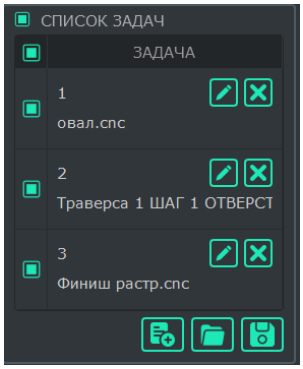


Рисунок 32. Список задач

Если требуется дополнить текущий список новыми заданиями, следует повторно нажать кнопку *Добавить задачу* (см. рис. 30) и загрузить новые файлы.

При открытии файла через кнопку *Загрузить G-код* (см. рис. 23), текущий список будет перезаписан.

7.6.2 Сохранение и восстановление списка задач

Если Ваша работа требует частого выполнения одной и той же последовательности управляющих программ, визуализатор позволяет Вам сохранить сформированный список задач, чтобы в будущем его можно было быстро открыть нажатием одной кнопки. Чтобы сохранить список задач со всеми его настройками, нажмите кнопку *Сохранить список задач* , далее введите название файла и нажмите *Сохранить*. Для восстановления ранее сохранённого списка нажмите кнопку *Открыть список задач* и в появившемся окне выберите сохранённый файл.

7.6.3 Повтор и клонирование по сетке списка задач

Чтобы настроить повтор списка задач, выполните следующие действия.

1) Откройте общие настройки списка задач, нажав на кнопку напротив любой задачи.
2) В параметре ***Повтор списка задач*** выберите один из двух вариантов: *Циклично* или *По сетке*. В режиме *Циклично* список задач просто повторяется заданное количество раз. В режиме *По сетке* список задач клонируется по сетке заданной размерности в плоскости XY.
3) Настройки цикличного повтора показаны на рис. 33.

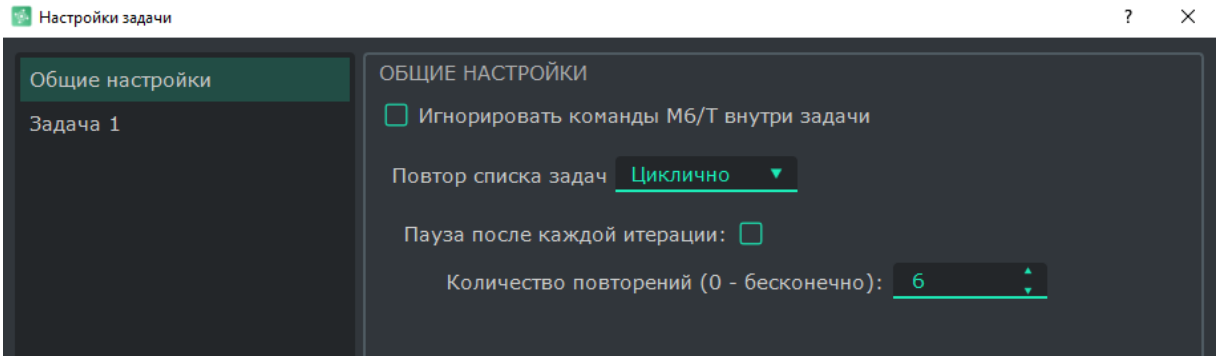


Рисунок 33. Настройки цикличного повтора списка задач

- ***Пауза после каждой итерации*** – при активации перед каждой итерацией программа будет вставать на паузу, требуется подтверждение оператора для продолжения.
- ***Количество повторений*** – настройте количество повторов списка задач. Для бесконечного повтора введите 0.

4) Настройки повтора по сетке показаны на рис. 34.

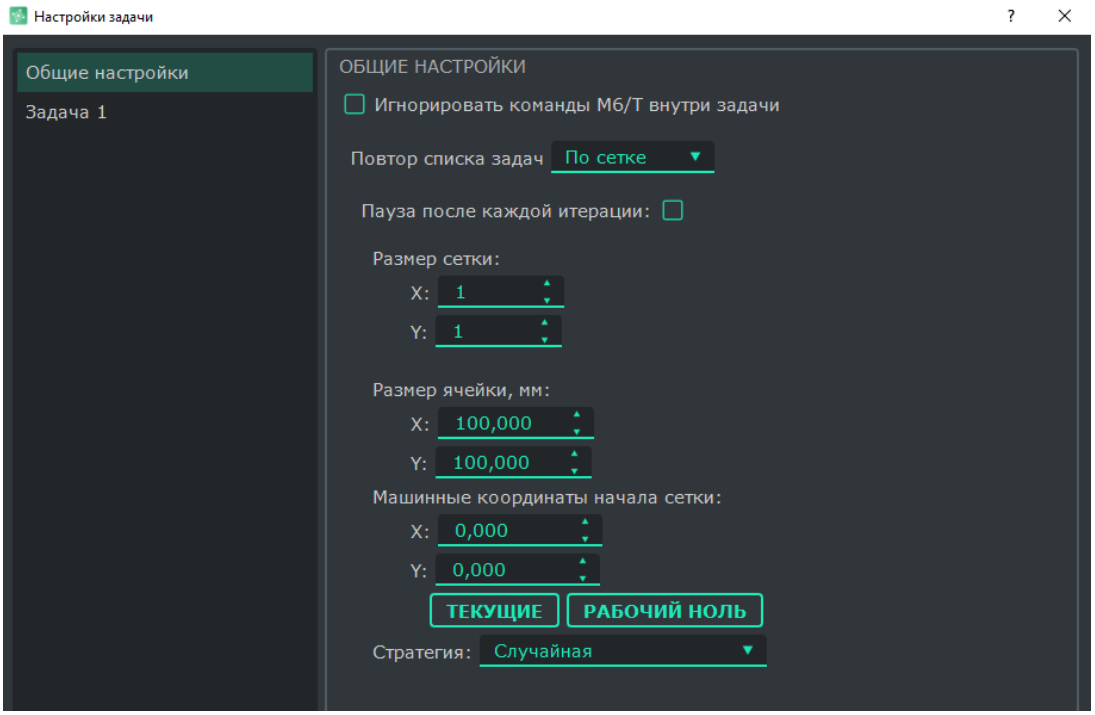


Рисунок 34. Настойки повтора списка задач по сетке

- ***Пауза после каждой итерации*** – при активации перед каждой итерацией программа будет вставать на паузу, требуется подтверждение оператора для продолжения.
- ***Размер сетки*** – количество ячеек по осям XY сетки клонирования списка задач.
- ***Размер ячейки*** – размер одной ячейки сетки клонирования УП по осям XY. Размер ячейки необходимо выбирать таким образом, чтобы габариты обработки всех задач в списке не выходили за её границы, иначе будет происходить наложение соседних ячеек друг на друга и порча заготовки. Для Вашего удобства, в левом нижнем углу окна визуализации отображаются габаритные размеры обработки открытой задачи по осям XYZ – прибавьте к ним небольшую дельту и получите необходимые размеры ячейки (см. рис. 35).

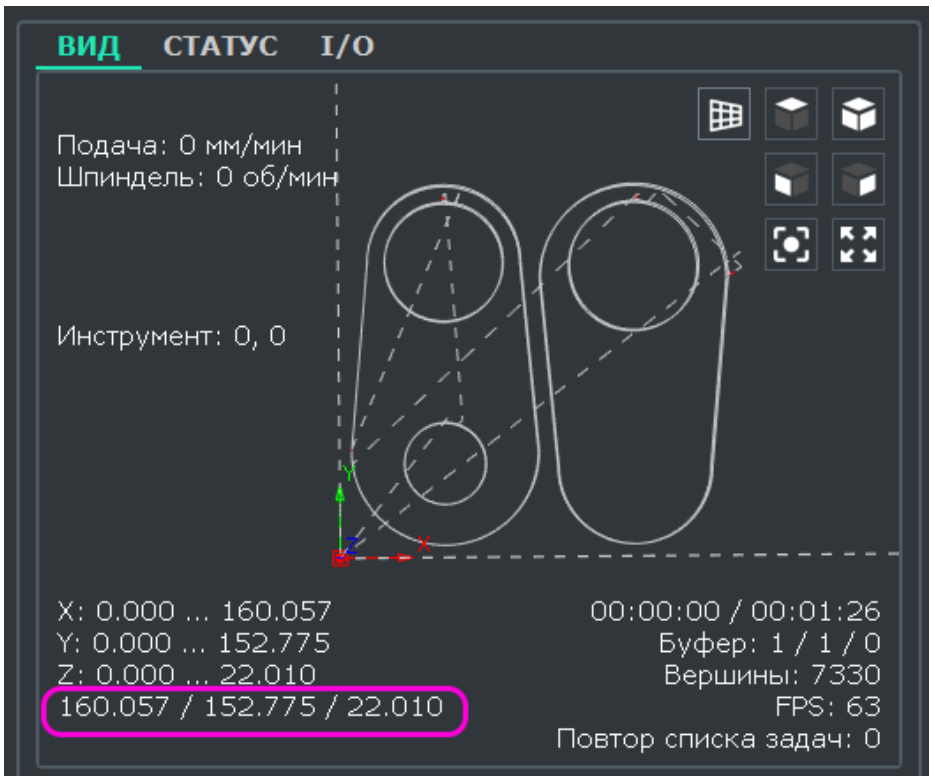


Рисунок 35. Габариты обработки УП по осям XYZ

- ***Машинные координаты начала сетки*** – задают координаты левого ближнего угла сетки клонирования. От этой точки сетка строится в положительных направлениях осей X и Y.
- ***Стратегия*** – задает алгоритм движения по сетке клонирования при выполнении списка задач.
    - ***Случайная*** – следующая ячейка сетки клонирования выбирается случайным образом.
    - ***Горизонтальная змейка –*** от начала сетки переход на следующие ячейки осуществляется в плюс по оси X, а затем по змейке, переходя на одну ячейку в плюс по оси Y после каждого прохода вдоль оси X.
    - ***Вертикальная змейка –*** от начала сетки переход на следующие ячейки осуществляется в плюс по оси Y, а затем по змейке, переходя на одну ячейку в плюс по оси X после каждого прохода вдоль оси Y.

После настройки сетки клонирования нажмите кнопку Применить. В окне визуализации автоматически нарисуется сетка зелеными штриховыми линиями, и Вы сможете наглядно проконтролировать, что обработка не нарушает границ ячейки (см. рис. 36).

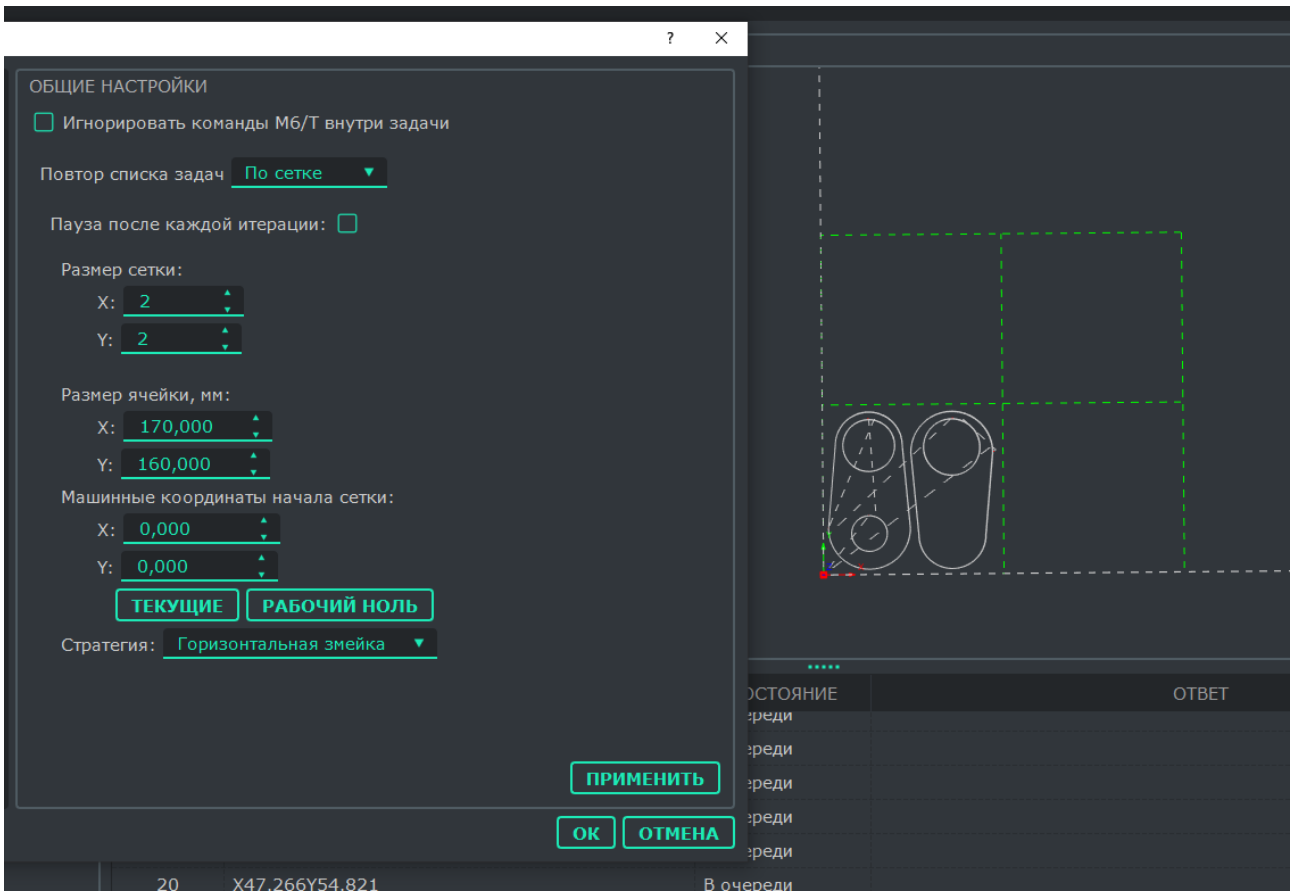


Рисунок 36. Визуализация сетки клонирования списка задач

7.6.4 Настройки задачи

Чтобы открыть настройки, кликните по кнопке  напротив соответствующей задачи (рис. 32).

Для каждой задачи может быть задан свой режим работы: *Фрезер*, *Лазер, Токарный, Плазма* или *Тангенциальный нож* (только в продвинутом интерфейсе визуализатора). В зависимости от выбранного режима открывается определенный перечень настроек.

7.6.5 Настройки задачи в режиме Фрезер, Лазер, Токарный и Плазма

На рис. 37, 38, 39 и 40 представлены настройки задачи при выборе режимов соответственно Фрезер, Лазер, Плазма и Токарный.

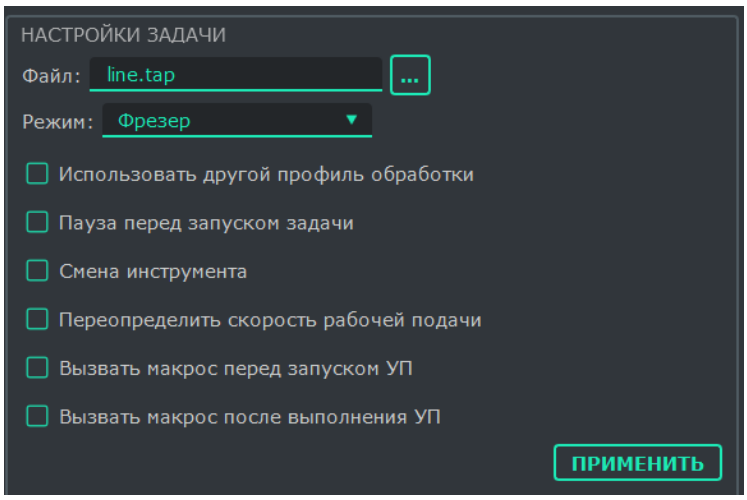


Рисунок 37. Настройки задачи в режиме Фрезер

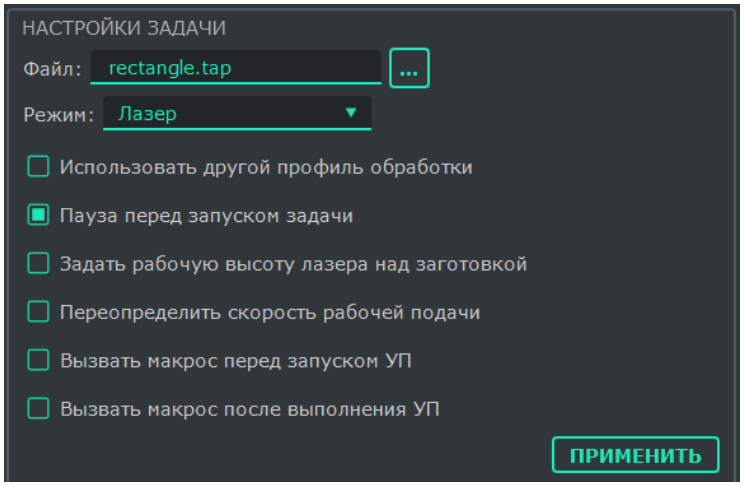


Рисунок 38. Настройки задачи в режиме Лазер

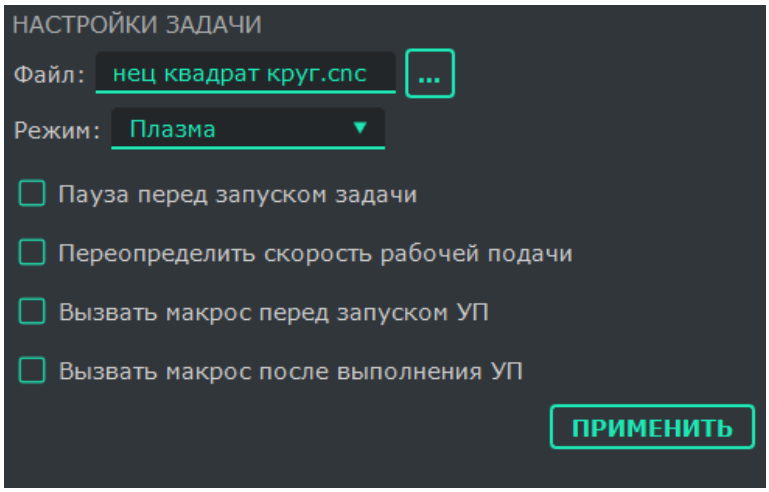


Рисунок 39. Настройки задачи в режиме Плазма

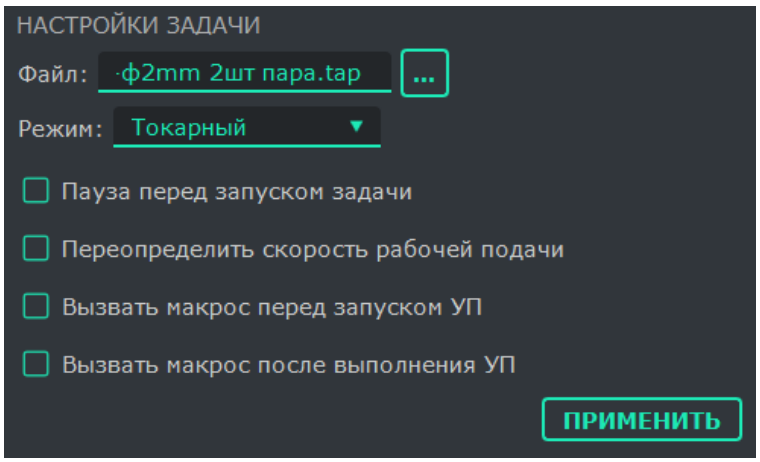


Рисунок 40. Настройки задачи в токарном режиме

Использовать другой профиль обработки – настройка доступна только в продвинутом интерфейсе визуализатора. Позволяет назначить для данной задачи определенный профиль со своими значениями скоростей холостого хода, ускорения т.д. Подробнее по профилями обработки см. раздел 9.2.

Пауза перед запуском УП – при установленной галочке после нажатия на кнопку *ПУСК* появится блокирующее окно (рис. 41) с требованием нажать кнопку ОК, чтобы запустить задачу на исполнение.

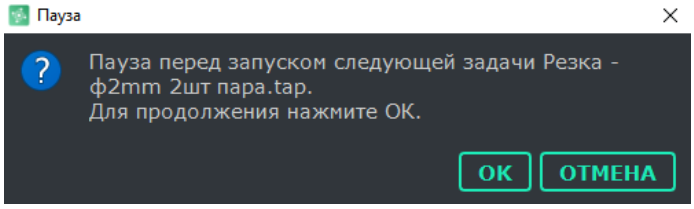


Рисунок 41. Пауза перед запуском задачи

Смена инструмента – настойка доступна только для режима Фрезер. Если у Вас создано несколько управляющих программ, каждая отдельным файлом для определённого инструмента (фрезы), то чтобы не склеивать вручную эти программы в один большой файл с помощью команд смены инструмента (*M6 Tx*) и других вспомогательных команд, что требует некоторой подготовки и знания команд G-кода, достаточно составить список задач из всех этих отдельных файлов и настроить смену инструмента для каждой из них через удобное графическое меню. На рис. 42 и 43 показаны настройки смены инструмента для двух типов: ручной и автоматической.

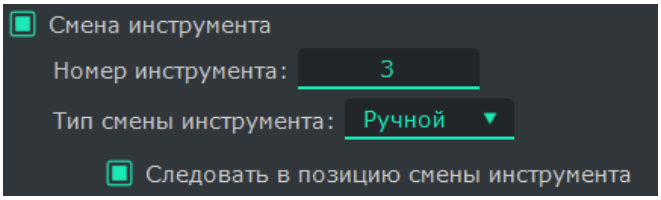


Рисунок 42. Ручная смена инструмента

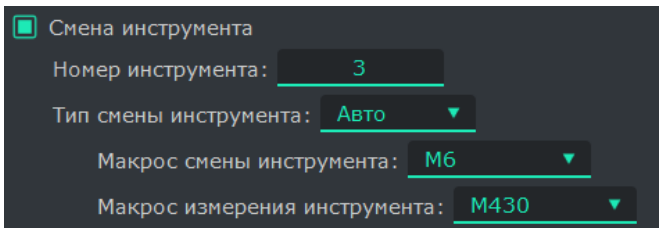


Рисунок 43. Автоматическая смена инструмента

В параметре *Номер инструмента* указывается номер инструмента, соответствующий данной УП.

Если выбрана ***ручная смена***, то перед выполнением программы G-кода появляется блокирующее окно (см. рис. 44) с требованием установить инструмент с заданным в настройках номером. Опционально можно настроить перемещение в позицию смены инструмента, установив соответствующую галочку: в этом случае после появления блокирующего окна будет выполнено перемещение в указанную точку, где Вам необходимо вручную установить новый инструмент. Как только Вы установите новый инструмент, для продолжения необходимо нажать кнопку ОК (рис. 44). Позиция для ручной смены инструмента задается через меню *Сервис → Настройки → Информация о станке* (рис. 45).

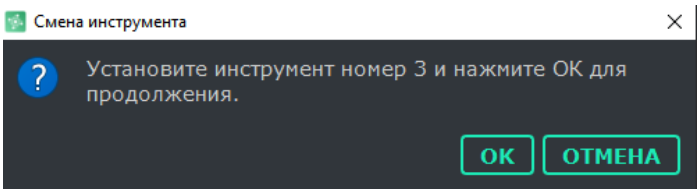


Рисунок 44. Ручная смена инструмента

Обычно после смены инструмента требуется выполнить коррекцию рабочего нуля по Z – для этой цели Вам предварительно необходимо подготовить соответствующий макрос и добавить его на исполнение, нажав галочку *Вызвать макрос перед запуском УП* и далее выбрав его из списка макросов.

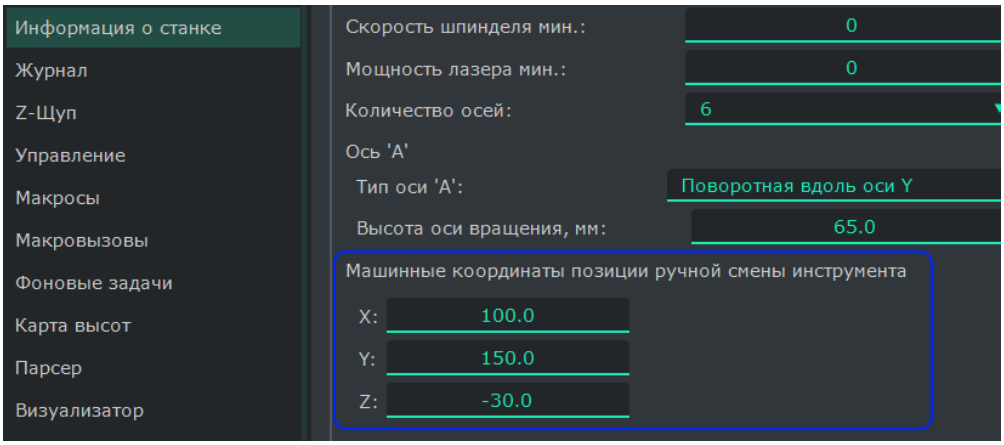


Рисунок 45. Настройка позиции ручной смены инструмента

При выборе ***автоматической смены инструмента*** Вам предварительно необходимо подготовить и отладить два макроса:

Макрос смены инструмента и выбрать его в соответствующем выплывающем списке;

Макрос измерения инструмента – и аналогично выбрать его в соответствующем списке. Его назначение – скорректировать положения рабочего нуля по Z.

Эти два макроса будут вызваны друг за другом непосредственно перед началом отправки команд G-кода из файла УП данной задачи.

Переопределить скорость рабочей подачи – настройка позволяет быстро изменить рабочую подачу (для команд G1, G2, G3) в загруженном файле УП. Обратите внимание, что настройка влияет только на подачу по осям X и Y: врезания по оси Z она не затрагивает.

Вызвать макрос перед запуском УП – установив эту галочку, можно настроить список макросов, которые будут вызваны на исполнение непосредственно перед началом отправки команд G-кода из загруженной УП. Очень полезная настройка, если предварительно нужно выполнить какие-либо автоматизации.

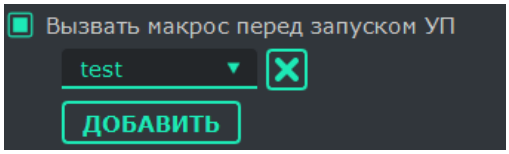


Рисунок 46. Макросы перед запуском УП

Если Вам необходимо в каждую УП добавлять один и тот же список макросов перед запуском, визуализатор может делать это автоматически, включив галочку *Автоматически добавлять макросы перед выполнением задачи* в меню *Сервис → Настройки → Отправка файла,* и создав там необходимый список макросов.

Вызвать макрос после выполнения УП – установив эту галочку, можно настроить список макросов, которые будут вызваны на исполнение сразу после окончания выполнения загруженной УП. Очень полезная настройка, если нужно выполнить какие-либо автоматизации после окончания УП.

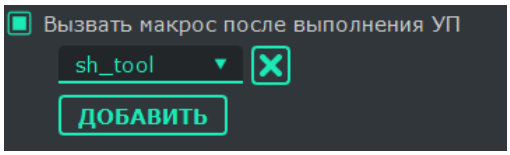


Рисунок 47. Макросы после выполнения УП

Если Вам необходимо в каждую УП добавлять один и тот же список макросов после выполнения, визуализатор может делать это автоматически, включив галочку *Автоматически добавлять макросы после завершения задачи* в меню *Сервис → Настройки → Отправка файла*, и создав там необходимый список макросов.

7.6.6 Настройки задачи в режиме Тангенциальный нож

Тангенциальный нож – это нож с поворотным механизмом, который выполняет ориентацию его лезвия вдоль направления перемещения. Поворотным механизмом управляет одна из осей контроллера, обычно это ось A. Таким образом, главным отличием G-код программы для тангенциального ножа от обычной 3-осевой УП для фрезера является наличие в ней команд управления его поворотной осью.

Чтобы создать задачу в режиме тангенциального ножа, предварительно необходимо актировать продвинутый интерфейс визуализатора через меню *Сервис → Настройки → Управление (*галочка *Продвинутый режим).*

Важно. На момент написания документации, продвинутый интерфейс доступен только для двух моделей контроллеров: MSC-4ES и MSC-6ES.

Для тангенциального ножа файлы УП можно загружать в двух форматах: подготовленный G-код, а также векторный DXF-файл, по которому визуализатор сам автоматически генерирует G-код.

Чтобы загрузить готовый G-код файл, при открытии УП выберите формат *Файлы G-Code* (см. рис. 48). На рис. 49 показаны настройки задачи при загрузке готового G-код файла – они не отличаются от настроек задачи в режиме фрезера или лазера (см. раздел 7.6.5).

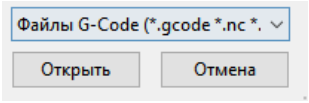


Рисунок 48. Выбор формата G-Code

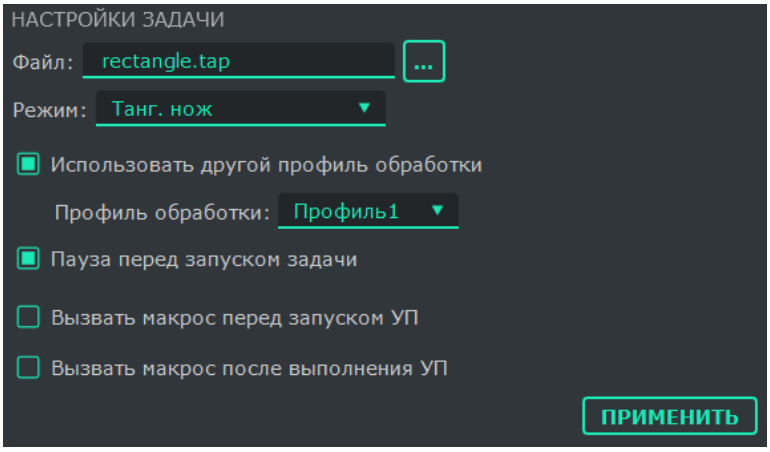


Рисунок 49. Настройки задачи при загрузке G-код файла

Чтобы загрузить DXF-файл, при открытии УП выберите формат *Файлы DXF* (см. рис. 50).

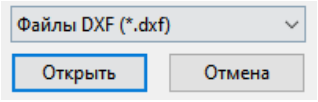


Рисунок 50. Выбор формата DXF

На рис. 51 показаны настройки задачи при загрузке файла в формате DXF. Помимо общих для всех режимов настроек, описанных в разделе 7.6.5, здесь открываются настройки для преобразования DXF-файла в G-код. Эти настройки также зависят от того, каким образом осуществляется управление движением ножа по вертикальной оси: шаговым двигателем или пневмоприводом, что определяется настройкой соответствующего исполнителя (более подробно по настройке исполнителей см. раздел 9.1). На рис. 51 показаны настройки преобразования для ножа с управлением осью Z шаговым двигателем.

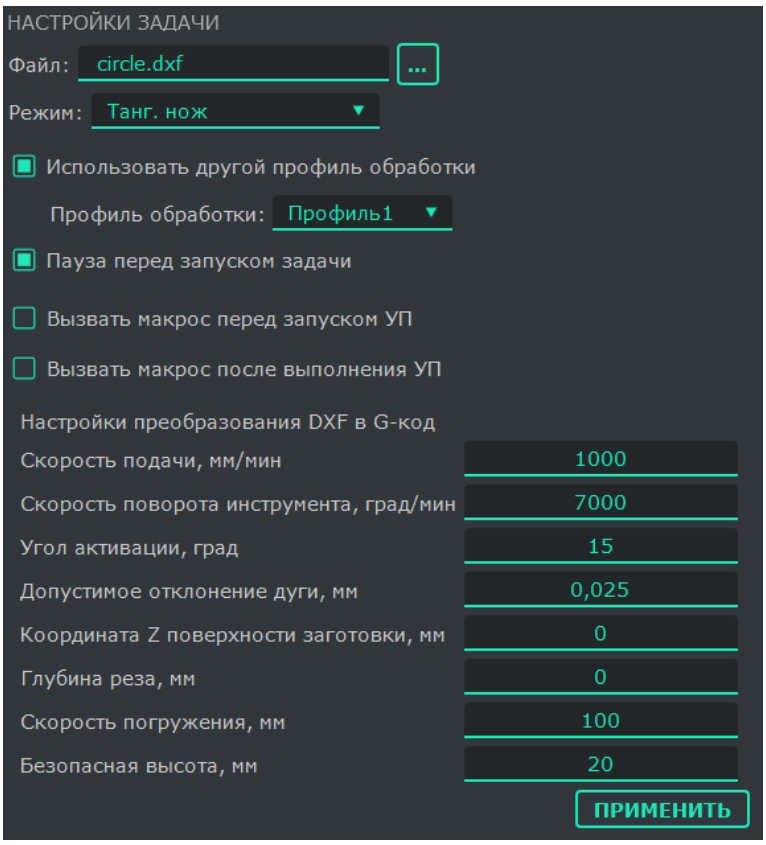


Рисунок 51. Настройки задачи при загрузке DXF-файла

Скорость подачи, мм/мин – скорость рабочей подачи, с которой будет осуществляться рез заготовки.

Угол активации, град – максимально допустимый безопасный угол поворота ножа внутри заготовки. Если угол поворота следующего сегмента траектории относительно текущего превысит данное значение, то прежде, чем выполнить поворот, будет осуществлен подъем ножа на безопасную высоту.

Скорость поворота инструмента, град/мин – скорость, с которой выполняется поворот ножа на заданный угол на безопасной высоте.

Допустимое отклонение дуги, мм – данный параметр определяет, насколько гладкой будет дуга при преобразовании круговых участков траектории в G-код. Чем больше это значение, тем более ломанной будет дуга.

Координата Z поверхности заготовки, мм – задаёт рабочую координату Z поверхности заготовки и используется для вычисления координаты уровня реза.

Глубина реза, мм – определяет, на какое расстояние необходимо заглубить нож относительно поверхности заготовки, чтобы начать рез. Таким образом, координата Z уровня реза будет вычисляться как разность между координатой поверхности Z заготовки и данным значением глубины реза.

Скорость погружения, мм/мин – скорость, с которой нож опускается с безопасной высоты на уровень реза.

Безопасная высота, мм – высота, на которой осуществляется поворот ножа на заданный угол, если он превышает угол активации.

По нажатию на кнопку *ПРИМЕНИТЬ* выполняется автоматическое преобразование DXF-файла в G-код – результат можно сразу же проверить в окне визуализации.

На рис. 52 показаны настройки преобразования DXF-файла для ножа с пневмоприводом. Пневмопривод управляется релейным выходом контроллера и может находится только в двух состояниях: включен или выключен. В зависимости от

состояния он позиционирует нож либо в самой верхней точке, либо в самой нижней. Таким образом, из списка настроек задачи исчезли специфичные для управления шаговым двигателем параметры, т.к. в данном случае нож может находиться только в двух положениях: вверху на безопасной высоте или внизу на уровне реза. Подъем на безопасную высоту (деактивация) и опускание на уровень реза (активация) осуществляется двумя М-кодами (макрокомандами), которые задаются в настройках исполнителя (см. раздел 9.1.2).

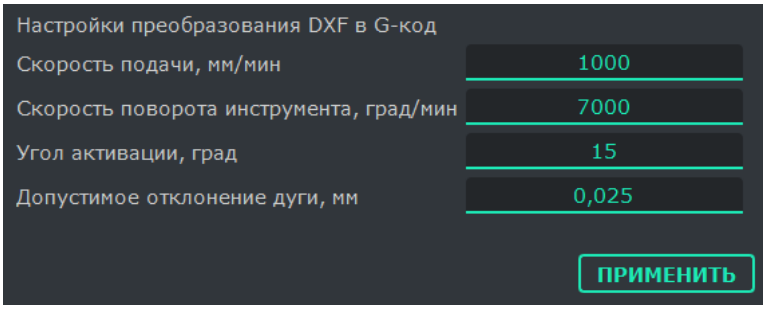


Рисунок 52. Настройки преобразования для ножа с пневмоприводом

7.7 Коррекция рабочего нуля на паузе

При обработке композитов и других подобных материалов, когда размер листа довольно большой, его поверхность очень часто неровная, а управляющая программа написана строго по определённому уровню Z. Это вызовет неравномерное заглубление инструмента в материал, и обработка выполнится некачественно, или же вовсе приведет к порче заготовки. Проблему может решить построение карты высот, однако это может занять очень много времени. В таких случаях гораздо практичнее поставить программу на паузу в точке, где произошло существенное изменение уровня заготовки, и выполнить коррекцию положения фрезы по Z с одновременной коррекцией на аналогичную величину рабочего нуля. После снятия с паузы обработка продолжится на новой высоте без порчи материала. Аналогично при обработке камня часто возникают ситуации, когда в процессе выполнения УП необходимо скорректировать положение рабочих координат по осям XY. Чтобы включить возможность корректировать на паузе рабочий ноль по осям XYZ, откройте меню *Сервис → Настройки → Управление* (см. рис. 53) и активируйте галочку ***Разрешать перемещение по Z на паузе***.

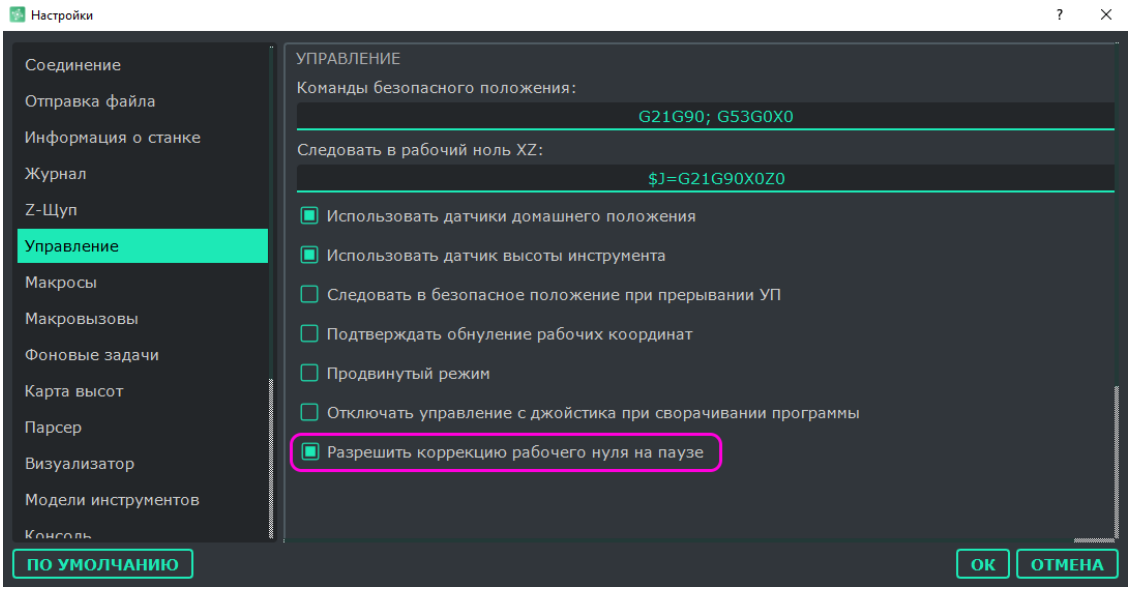


Рисунок 53. Включение коррекции нуля по Z на паузе

После запуска УП и постановке ее на паузу, на панели ПЕРЕМЕЩЕНИЕ появится поле ***Шаг***, и активируются кнопки перемещения по осям XYZ (см. рис. 54). Выберите нужный шаг и скорректируйте кнопками перемещения положение рабочего нуля по нужной оси, после чего продолжите работу.

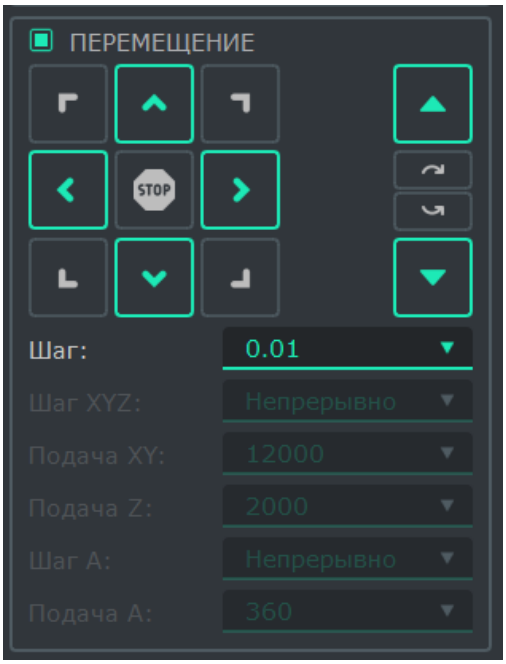


Рисунок 54. Перемещение по Z на паузе

7.8 Обход по габаритам

Данная функция позволяет проверить до запуска УП, что при её выполнении станок не выйдет за габариты рабочего поля. Фактически здесь выполняется движение инструмента по периметру прямоугольника, ограниченного минимальными и максимальными значениями координат X,Y из загруженного G-код файла. Чтобы запустить обход по габаритам, нажмите кнопку  (см. рис. 55).

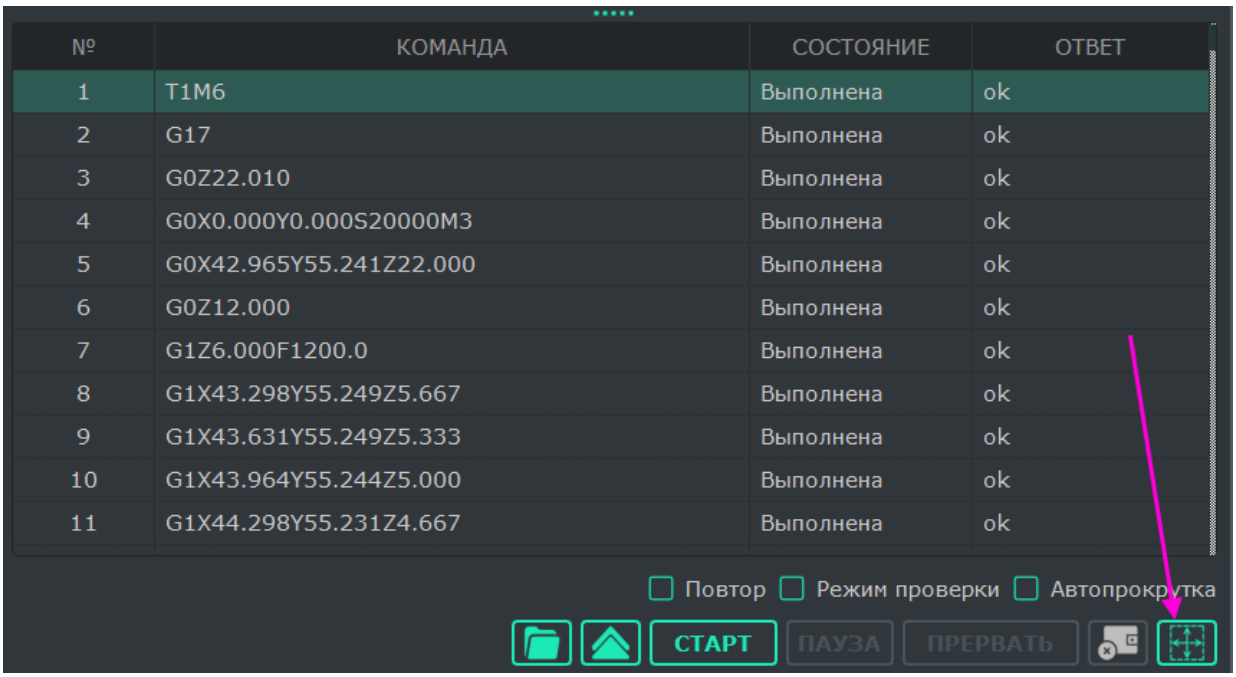


Рисунок 55. Запуск обхода по габаритам

После нажатия кнопки откроется меню (рис. 56), в котором можно задать скорость обхода, а также выбрать, делать ли обход на текущей или безопасной высоте. Если выбран обход на безопасной высоте, то предварительно будут отправлены команды безопасного положения, которые настраиваются через меню *Сервис* → *Настройки* → *Управление*.

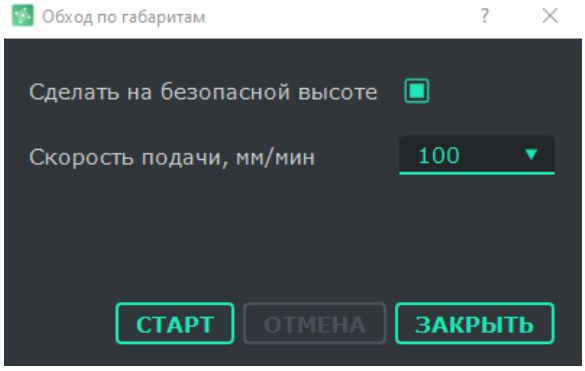


Рисунок 56. Меню настройки обхода по габаритам

7.8.1 Пошаговое движение по строкам управляющей программы

Если выделить какую-либо строку G-код файла, а затем с зажатой кнопкой *CTRL* нажать на клавиатуре стрелку вверх или вниз, то программа начнет перемещение в координаты X,Y выбранной строки. Не отпуская клавишу *CTRL*, выполняйте пошаговое движение вперед или назад по программе с помощью стрелок вверх-вниз.

8. Настройка конфигурации станка

Чтобы открыть настройки конфигурации станка, выберите пункт меню *Станок* → *Конфигурация* (рис. 57).

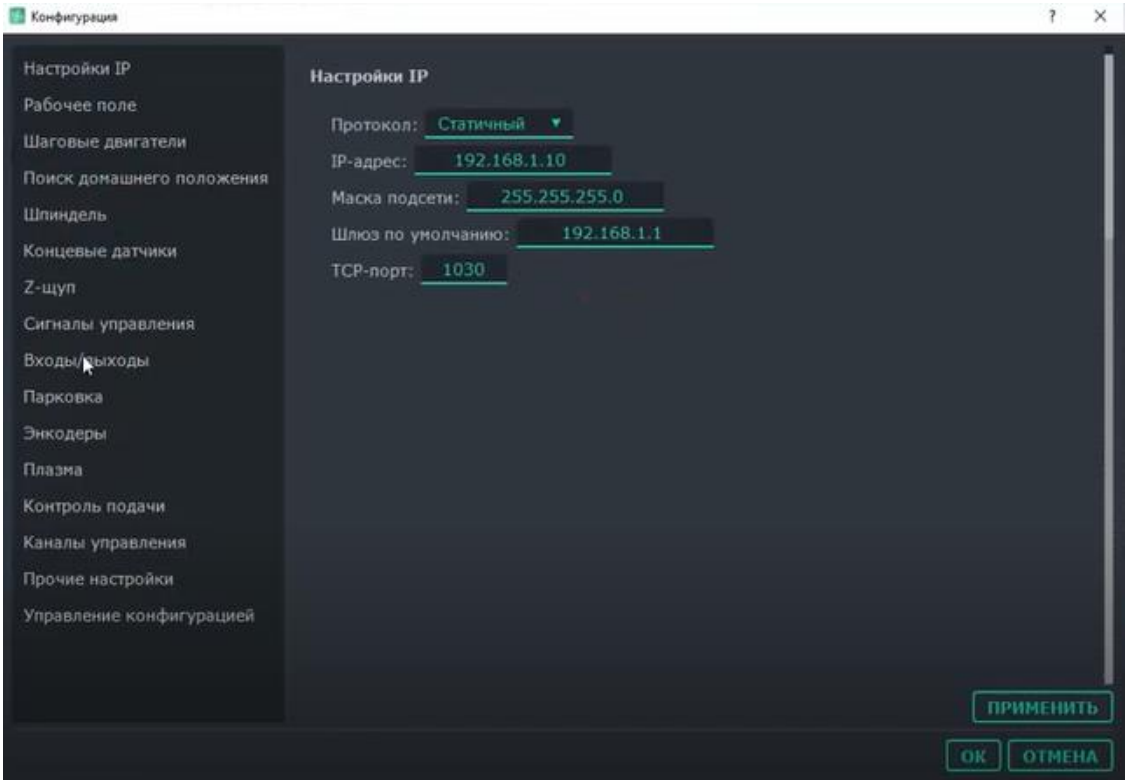


Рисунок 57. Меню настроек конфигурации станка

Все настройки разбиты по группам в зависимости от функционального назначения. Для сохранения и применения настроек открытой группы нажмите кнопку *ПРИМЕНИТЬ* (окно останется открытым), для сохранения и применения всех настроек нажмите кнопку *ОК* (окно конфигурации закроется).

Ниже приведено описание всех групп настроек.

8.1 Установка пароля на изменение конфигурации станка

Для защиты конфигурации контроллера от непреднамеренного или случайного изменения оператором Вы можете установить пароль, без ввода которого изменение конфигурации будет невозможно.

Чтобы задать пароль, перейдите в раздел *Сервис → Настройки → Безопасность* (см. рис. 58) и нажмите кнопку *УСТАНОВИТЬ ПАРОЛЬ*.

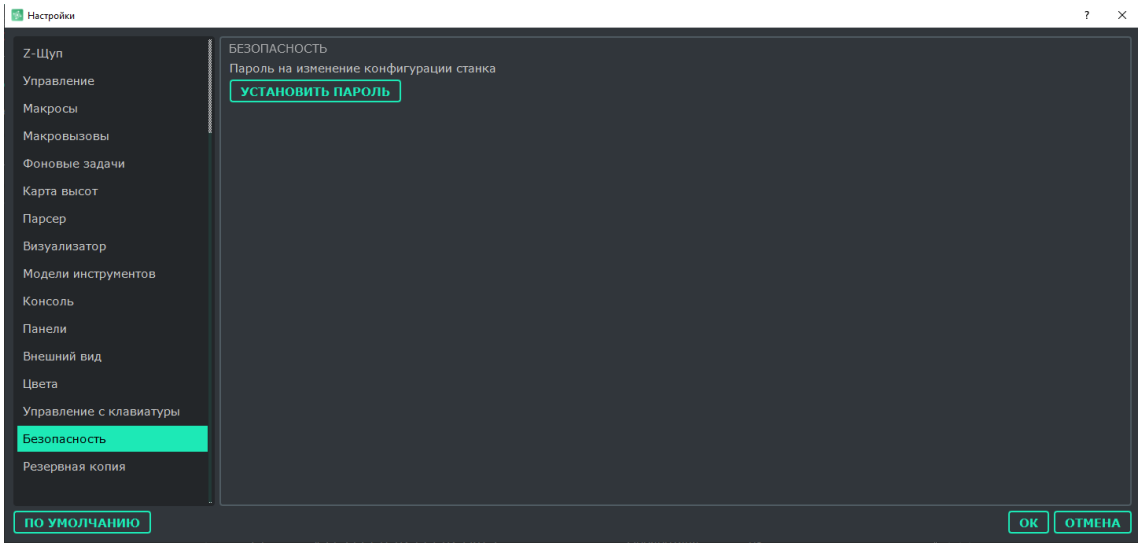


Рисунок 58. Установка пароля на изменение конфигурации станка

Теперь, прежде чем что-либо поменять в конфигурации станка, необходимо разблокировать его настройки, нажав кнопку *РАЗБЛОКИРОВАТЬ* (см. рис. 59), и ввести пароль.

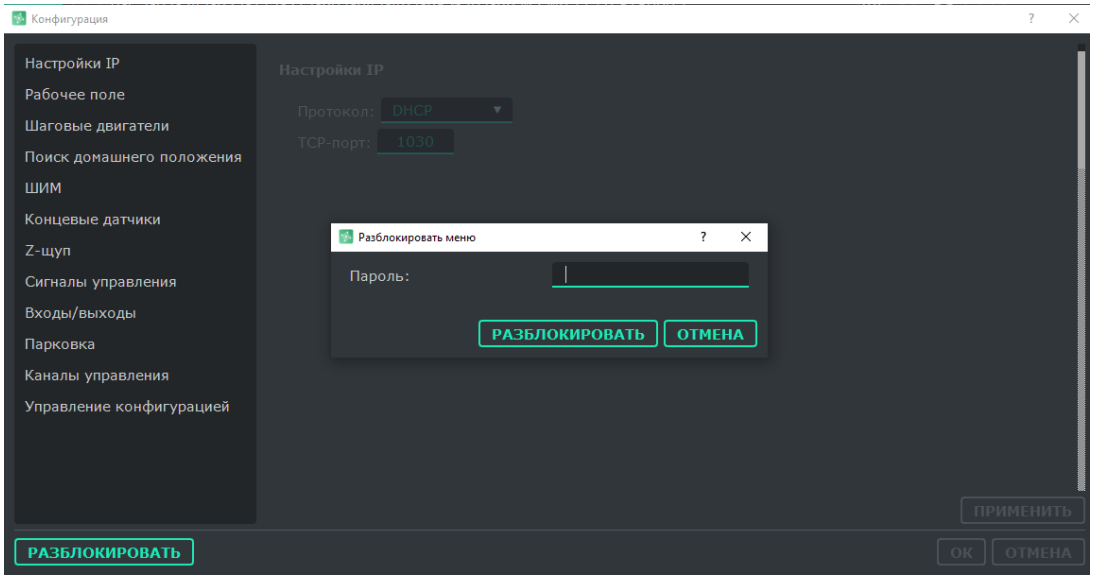


Рисунок 59. Разблокировка настроек конфигурации станка

8.2 Настройки IP

Данная группа настроек доступа только для контроллеров с Ethernet-интерфейсом (на момент написания документации это MSC-4ES и MSC-6ES).

Протокол – выбор протокола назначения IP-адреса: Статичный или DHCP.

Статичный режим рекомендуется выбирать при прямом подключении контроллера LAN-кабелем к компьютеру. В этом случае необходимо вручную настроить IP-адрес, маску подсети и при необходимости шлюз по умолчанию. IP-адрес и маску необходимо настроить так, чтобы контроллер был в той же подсети, что и компьютер.

Например, если IP-адрес компьютера имеет значение 192.168.2.100/24 (24-я подсеть это 255.255.255.0), то на контроллер необходимо настроить адрес, например, 192.168.2.99 и маску 255.255.255.0. Шлюз по умолчанию в этом случае не понадобится, но для порядка можно настроить значение 192.168.2.1.

Если Вы подключаете контроллер к маршрутизатору, который автоматически раздаёт устройствам IP-адреса (по протоколу DHCP), то в этом случае в настройках IP рекомендуется выбрать протокол DHCP, чтобы маршрутизатор сам выделил контроллеру уникальный адрес, дабы избежать возможных конфликтов при ручном конфигурировании.

Важно. Чтобы узнать, какой адрес маршрутизатор выделил Вашему контроллеру, подключитесь к нему по USB, откройте консоль, и отправьте команду **$IPG** – см. рис. 60.

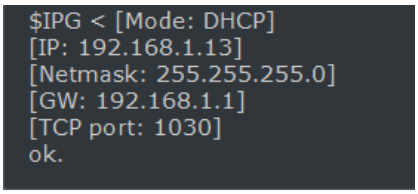


Рисунок 60. Проверка IP-адреса контроллера

TCP-порт – на этот порт контроллер принимает входящее подключение от визуализатора по протоколу TCP.

Чтобы подключиться к контроллеру по протоколу TCP, откройте меню *Сервис* → *Настройки* → *Соединение*, выберите *Протокол подключения TCP*, задайте *IP-адрес* и *TCP-порт* контроллера, далее нажмите ОК (рис. 61).

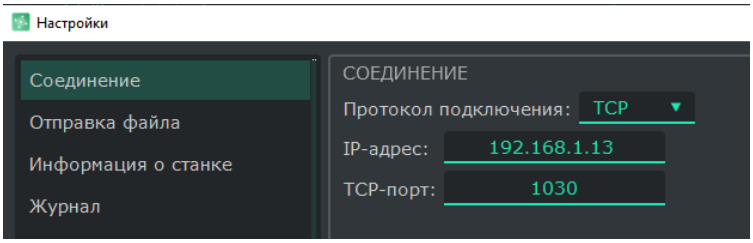


Рисунок 61. Подключение к контроллеру по TCP

Важно. По умолчанию Ethernet-контроллеры отгружаются со статически настроенным IP-адресом 192.168.1.10 и маской 24 (255.255.255.0). Поэтому чтобы сразу подключиться к нему по TCP, необходимо на компьютере настроить адрес из этой же подсети, например, 192.168.1.11/24.

8.3 Параметры рабочего поля

Чтобы настроить размеры рабочего поля Вашего станка, откройте раздел *Рабочее поле* в меню *Конфигурация* и введите необходимое значение в миллиметрах (или градусах, если ось поворотная) для каждой из осей.

Для каждой оси можно также настроить тип: поворотная или линейная. По умолчанию оси X, Y, Z, B, C — линейные, ось A — поворотная.

8.4 Настройка шаговых двигателей

Чтобы настроить шаговые двигатели Вашего станка, откройте раздел *Шаговые двигатели* в меню *Конфигурация*. Ниже приведено описание основных настроек.

Разрешение осей — одна из самых важных настроек, от которой зависит точность позиционирования инструмента по координатным осям — определяет, какое количество шагов двигателя приходится на 1мм (для линейных осей) или 1 градус (для поворотной оси) перемещения. Для более точной регулировки рекомендуется воспользоваться функцией калибровки осей (см. раздел 13).

Максимальная скорость (G0) — скорость холостого хода по каждой из осей. Настраивайте исходя из технических характеристик и возможностей используемых Вами шаговых двигателей и драйверов.

Ускорение — определяет, с каким ускорением будет осуществляться разгон или замедление инструмента по каждой из осей до требуемой скорости подачи.

Инверсия направления движения — позволяет изменить положительное направление перемещения инструмента по каждой из осей. Например, если после завершения монтажа проводки при нажатии на кнопку перемещения вправо  оказалось, что инструмент движется влево — чтобы не производить действий по исправлению монтажа, достаточно изменить галочку напротив оси X.

Инвертировать сигнал шаговых импульсов — позволяет настроить контроллер под выбранную схему подключения сигналов Step к драйверам шаговых двигателей: с общим минусом или общим плюсом. При подключении по схеме с общим минусом галочки соответствующих осей должны быть сняты. В этом случае сигнал шагового импульса начинается в нормально-низком состоянии (0В) и переключается в высокое (5В) на период импульса. По истечении времени длительности импульса (параметр $0), выход переключается обратно в низкое состояние, вплоть до следующего импульса. При подключении драйвера по схеме с общим плюсом необходимо активировать инверсию сигнала. В этом случае шаговый импульс переключается из нормально-высокого (5В) в низкое (0В) на период импульса, а потом возвращается обратно в высокий уровень.

Компенсация люфта — позволяет компенсировать люфт по каждой из осей, который может возникнуть в процессе длительного срока эксплуатации станка. Компенсация заключается в добавлении к заданному в программе перемещению установленной величины люфта при каждой смене направления движения.

Расширенные настройки:

Длительность шагового импульса, мкс — определяет ширину шагового импульса в микросекундах. Редактируйте эту настройку, только если уверены в необходимости её изменения. Ширина шагового импульса влияет на максимальную скорость вращения двигателя (частоту сигнала Step) — чем шире импульс, тем ниже предел максимальной скорости.

Приведём пример. Согласно спецификации на протокол Step/Dir минимальная длительность логической 1 сигнала Step — 4мкс, а логического 0 (паузы между импульсами) — 0.5мкс. Для надежности детектирования сигнала Step драйвером примем минимальный размер паузы 2мкс. Тогда при ширине импульса в 10мкс

минимальный период сигнала Step будет равен 10+2=12мкс. Максимальная частота сигнала при этом будет составлять $\frac{1}{12 \cdot 10^{-6}} = 83.3\text{кГц}$.

Приведём еще пример одной ситуации, часто встречающейся на практике. Допустим мы настроили станок, и по оси X у нас разрешение составляет 1500 шаг/мм. Максимальная скорость (G0) по этой оси должна быть 5000 мм/мин. В этом случае максимальная частота Step будет составлять $\frac{5000}{60} \cdot 1500 = 125\text{кГц}$. Для такой частоты период шагового импульса будет равен $\frac{1}{125000\text{Гц}} = 8\text{мкс}$. В период нам необходимо «уместить» импульс и паузу. Исходя из минимальных требований, на паузу оставим 3мкс, тогда длительность импульса будет 5мкс.

Отклонение на стыках — определяет величину отклонения от заданной траектории на стыках и используется модулем управления ускорением для определения как быстро можно перемещаться через стыки смежных отрезков запрограммированного в G-коде пути.

Например, если путь в G-коде содержит острый выступ с углом в 10 градусов, и станок двигается к нему на полной скорости, данный параметр позволяет определить, насколько нужно притормозить, чтобы выполнить поворот без потери шагов.

Чем меньше параметр отклонения на стыках, тем плавнее (с большим снижением скорости) станок будет проходить повороты.

Если Вы обнаружили, что какой-то угол траектории станок проходит без остановки на стыке, то необходимо уменьшить этот параметр, чтобы контроллер выполнял плавную остановку перед поворотом.

Не рекомендуется присваивать этому параметру большие значения!

Отклонение от дуги, мм — Контроллер выполняет операции круговой интерполяции G2/G3 (круги, спирали, дуги), разбивая их на множество маленьких отрезков таким образом, чтобы погрешность отклонения от дуги не превышала значения данного параметра. Значение по умолчанию – 0.002мм. Чем больше значение этого параметра, тем более ломаной будет дуга при круговой интерполяции. И наоборот, чем меньше значение, тем дуга будет более плавной. Не рекомендуется менять этот параметр без необходимости.

8.5 Поиск домашнего положения

Чтобы настроить процедуру поиска домашнего положения, откройте раздел *Поиск домашнего положения* в меню *Конфигурация.* Ниже приведено описание основных настроек.

Включить — разрешить выполнение процедуры поиска домашнего положения (по команде *$H*).

***Разрешить команду для отдельной оси $H<буква оси>*** — разрешить поиск домашнего положения для одной конкретной оси. Например, команда поиска домашнего положения оси X: *$HX.* Необходимо включить эту опцию, чтобы активировать кнопки поиска домашнего положения для каждой оси на панели *СОСТОЯНИЕ* в машинных координатах.

Требовать выполнение после запуска контроллера — при установленной опции необходимо выполнить поиск домашнего положения, чтобы снять состояние аварии.

Если галочка не установлена, то снять аварию можно по кнопке  на панели *УПРАВЛЕНИЕ*.

Механизм поиска дома – для каждой оси можно выбрать один из двух вариантов:

- *По концевому датчику* – для его работы на оси должен быть установлен концевой датчик (индуктивный или механический). При поиске дома станок выполняет движение по оси до тех пор, пока не задетектирует сигнал датчика. Обратите внимание, что контроллеры Инектра работают только с датчиками NPN-типа.
- *По Z-метке* – данный способ доступен только на контроллерах с поддержкой квадратурных энкодеров (MSC-4ES и MSC-6ES). Для этого на выбранных осях должны быть установлены оптические линейки с Z-сигналом.

Устанавливать машинную координату на датчике — при включенной опции ниже для каждой оси можно назначить значение машинной координаты, которая будет устанавливаться на соответствующем датчике после завершения процедуры поиска домашнего положения. Рекомендуется обнулять машинные координаты после поиска дома.

Подключить все датчики на один вход — данная функция позволяет сэкономить дискретные входы контроллера. При её активации концевые датчики всех осей можно параллельно подключить к одному входу лимита, например, *XLIM*. Обратите внимание, что в этом случае нельзя выполнять поиск домашнего положения по нескольким осям одновременно – на каждом проходе выполняется поиск одной оси, после чего переходим к следующей.

Разрешать вручную — разрешать выполнение процедуры вручную. Данная опция полезна в том случае, если Ваш станок не оборудован концевыми датчиками. В этом случае, используя кнопки ручного перемещения, нужно переместить инструмент в ту точку, где необходимо установить домашнюю позицию и просто нажать кнопку *Домой*. Предварительно необходимо также снять все галочки в секции *Порядок выполнения процедуры*.

Количество циклов поиска — количество циклов выполнения процедуры поиска домашнего положения.

Порядок выполнения процедуры — при необходимости измените последовательность осей при выполнении процедуры поиска домашнего положения. По умолчанию, сначала (первый проход) осуществляется поиск домашнего положения оси Z, затем (второй проход) X, и в конце (третий проход) — Y. Для 4-осевых контроллеров можно настроить четвертый проход по оси A. Для 6-осевых – дополнительно настроить 5 и 6 проход по осям Ви C.

Скорость поиска домашнего положения, мм/мин — скорость быстрого поиска датчика —поиск домашнего положения по каждой из осей состоит из двух этапов — быстрый этап поиска датчика, затем откат на заданное расстояние и далее следует этап точного позиционирования с медленной подачей.

Скорость точного позиционирования, мм/мин — скорость точного позиционирования на втором этапе поиска домашнего положения — обычно значительно ниже, чем скорость поиска на первом этапе, с целью обеспечить максимальную точность расположения датчика.

Расстояние отката от датчика, мм — расстояние, на которое происходит откат оси от концевого датчика, чтобы очистить соответствующий сигнал на контроллере. Рекомендуется устанавливать минимальное значение, при котором цепь срабатывания датчика надежно разрывается. Для контроллеров с автовыравниванием оси Y расстояние отката настраивается для обоих датчиков этой оси, благодаря чему можно программного отрегулировать геометрию станка (перпендикулярность осей X и Y) без необходимости в точном позиционировании концевиков.

Инвертировать направление поиска — в зависимости от расположения концевых датчиков на Вашем станке установите галочки для тех осей, где необходимо изменить направление поиска.

8.6 Шпиндель

Задержка на разгон, сек — период времени, отводимый на разгон шпинделя перед началом движения инструмента. Время на раскрутку шпинделя необходимо, чтобы фреза не врезалась в заготовку при недостаточной скорости вращения, чтобы предотвратить повреждения фрезы и заготовки.

Выключать шпиндель на паузе — автоматически выключает шпиндель при постановке управляющей программы на паузу.

Синхронизация шпинделя – функция используется в токарном режиме для автоматической подстройки скорости подачи по оси Z в зависимости от частоты вращения шпинделя. Существует 2 способа выполнения синхронизации:

1. *По датчику Холла* – подключается как обычный концевой датчик к любому входу контроллера. Предварительно этот вход через меню *Входы/выходы* нужно переопределить на альтернативную функцию *Ix*, после чего он появится в выплывающем списке параметра *Вход датчика*. Обратите внимание, что контроллеры Инектра работают только с датчиками NPN-типа.
2. *По квадратурному энкодеру* – доступен только для контроллеров с поддержкой квадратурных энкодеров (MSC-4ES, MSC-6ES). В меню *Энкодеры* соответствующий энкодер должен быть настроен на контроль шпинделя.

Важно. Начиная с релиза 4.4, настройки диапазона скорости вращения шпинделя и мощности лазера перенесены в исполнитель (меню *Станок → Инструменты → Исполнительные узлы*) – соответственно для каждого исполнителя настраивается свой диапазон.

8.7 Концевые датчики

Чтобы настроить параметры концевых датчиков, откройте раздел *Концевые датчики* в меню *Конфигурация.* Ниже приведено описание основных настроек.

Важно. Контроллеры Инектра поддерживают только NPN-датчики! При этом возможно подключение как механических, так и индуктивных концевиков. Для надежной работы рекомендуется использовать индуктивные датчики.

Включить аппаратные лимиты — при включенной опции контроллер уходит в состояние аварии при срабатывании какого-либо концевого датчика, после чего необходимо заново выполнить поиск домашнего положения.

Включить программные лимиты — при включенной опции контроллер программно ограничивает перемещения по осям (для команд G0, G1, G2, G3) в пределах границ рабочего поля. Для работы этой функции необходимо предварительно выполнить процедуру поиска домашнего положения. При срабатывании программных лимитов, контроллер уходит в аварию, после чего необходимо заново выполнить поиск домашнего положения.

Ограничивать команды перемещения по датчикам — при включенной опции контроллер ограничивает ручное перемещение (Jogging) по границам рабочего поля. Чтобы эта функция работала, необходимо предварительно выполнить процедуру поиска домашнего положения.

Инвертировать сигналы датчиков — опция позволяет подключать к контроллеру как нормально разомкнутые (NO), так и нормально замкнутые (NC) датчики. При включенной опции, соответствующий датчик должен быть нормально разомкнутым, при выключенной — нормально замкнутым.

Важно. При проектировании станка учитывайте, что контроллеры Инектра разработаны таким образом, что реагируют только на замыкание/размыкание сигнала концевого датчика на общий провод (землю), **то есть подключать можно только датчики типа NPN**. **PNP датчики работать не будут!**

Игнорировать концевик поворотной оси во время работы[1] — при включенной опции сигнал концевого датчика поворотной оси будет обрабатываться только при выполнении процедуры поиска домашнего положения. Включенные аппаратные лимиты не будут вызывать аварию, если при работе будет обнаружен сигнал датчика поворотной оси.

Автовыравнивание оси[2] — функция автовыравнивания представляет собой процесс автоматического выравнивания оси по двум концевым датчикам. Обычно используется в станках портального типа, где одна из осей (обычно Y) представляет собой поперечину (портал), которая приводится в движение двумя двигателями. В таких станках очень важно обеспечить перпендикулярность портала направлению её движения. Данная функция позволяет сделать это автоматически, позиционируя края портала на заданном расстоянии от концевых датчиков. Установите галочки напротив тех осей, для которых требуется включить автовыравнивание.

8.8 Z-щуп

Чтобы настроить параметры обработки сигнала *Probe*, откройте раздел *Z-щуп* в меню *Конфигурация.* Ниже приведено описание основных настроек.

Инвертировать сигнал Z-щупа — опция позволяет подключать к контроллеру (входу *Probe*) как нормально разомкнутый (NO), так и нормально замкнутый (NC) датчик. При включенной опции датчик должен быть нормально разомкнутым, при выключенной — нормально замкнутым.

[1]Опция доступна только на 4- и 6-осевых контроллерах

[2]Опция доступная только на контроллерах со встроенной функцией автовыравнивания, например, MSC-4US. Список осей с поддерживаемой функцией автовыравнивания определяется автоматически, исходя из модели устройства.

Важно. Вход *Probe* контроллеров Инектра реагирует только на замыкание/размыкание на общий провод (землю), **то есть подключать можно только датчик типа NPN**. **PNP датчик работать не будет!**

Разрешить изменять скорость подачи при зондировании — при запуске процедуры зондирования включенная опция позволяет изменять скорость подачи.

8.8.1 Настройка процедуры Z-щуп

1. Перед началом работы в меню *Сервис* → *Настройки* → *Z-щуп* необходимо правильно указать высоту Вашей шайбы (см. рис. 62).

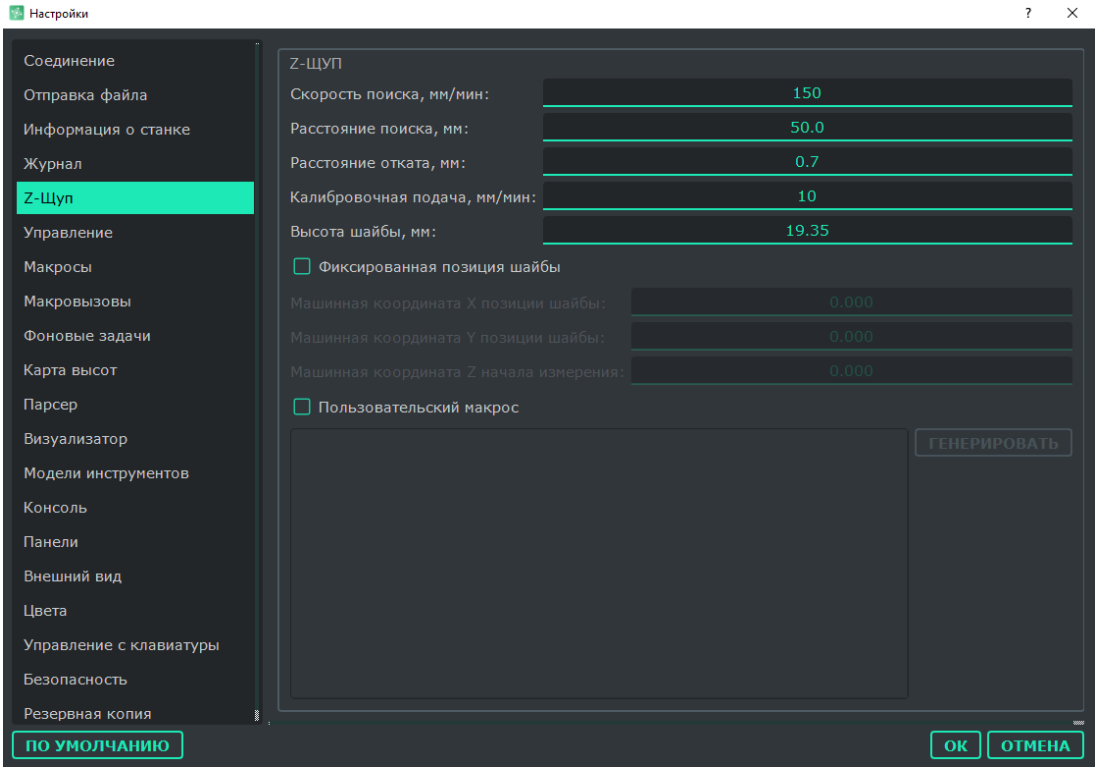


Рисунок 62. Настройки процедуры Z-щуп

2. Здесь Вы также можете подкорректировать скорость поиска и калибровочную подачу. Обратите внимание, процедура Z-щуп работает в 2 этапа. Сначала осуществляется быстрый поиск шайбы, затем отскок вверх на *Расстояние отката*, и далее точный поиск на медленной (калибровочной подаче).
3. Также имейте в виду, что расстояние от фрезы до шайбы перед запуском процедуры не должно превышать *Расстояние поиска*, иначе контроллер уйдет в аварию, если по прошествии этой дистанции шайба не будет достигнута.
4. Если Ваша шайба установлена в некоторой фиксированной точке станка, и процедура Z-щуп всегда должна выполняться именно там, Вы можете настроить её машинные координаты, включив галочку *Фиксированная позиция шайбы*. После этого при запуске процедуры программа будет делать предварительное перемещение на безопасной высоте в эту точку.
5. При необходимости Вы можете создать собственный макрос для этой процедуры, активировав галочку *Пользовательский макрос* и вставив свой код в поле ввода ниже. По кнопке *ГЕНЕРИРОВАТЬ* происходит автоматическая генерация кода по настройкам выше.

6. Запуск процедуры зондирования осуществляется нажатием кнопки *Z-щуп*  на панели *УПРАВЛЕНИЕ*.
7. После запуска процедуры фреза начинает движение в направлении шайбы с установленной в параметре *Скорость поиска* подачей. Как только фреза касается шайбы, контроллер детектирует сигнал Probe и делает откат назад на значение параметра *Расстояние отката* для перехода на второй цикл более точного позиционирования. Второй цикл выполняется с низкой подачей, значение которой задается параметром *Калибровочная подача*.
8. В случае успешного завершения второго цикла выставляется рабочий ноль оси Z по поверхности, на которой установлена шайба, и фреза поднимается в исходную точку, откуда был выполнен запуск процедуры.

Важно. Если Вы решили проверить процедуру Z-щуп вручную, поднося руками шайбу к фрезе, имейте в виду, что после первого касания Вам нужно быстро отдернуть шайбу от фрезы, чтобы разомкнуть сигнал, иначе контроллер уйдет в аварию из-за неверного состояния перед началом второго этапа зондирования!

8.9 Сигналы управления

Контроллеры Инектра имеют несколько входов для подключения управляющих кнопок:

Сброс (RST) — сигнал программной перезагрузки контроллера;

Пауза (HOLD) — сигнал постановки контроллера на паузу;

Старт (STRT) — сигнал снятия контроллера с паузы.

Дверь (DOOR) — сигнал открытия защитной двери;

Аварийный стоп (ESTP) — сигнал аварийной остановки.

Чтобы настроить параметры управляющих сигналов, откройте раздел *Сигналы управления* в меню *Конфигурация.* Ниже приведено описание основных настроек.

Инвертировать сигналы управления — опция позволяет подключать к контроллеру как нормально разомкнутые (NO), так и нормально замкнутые (NC) датчики (кнопки). При включенной опции, соответствующий датчик (кнопка) должен быть нормально разомкнутым, при выключенной — нормально замкнутым.

Важно. При проектировании станка учитывайте, что контроллеры Инектра разработаны таким образом, что входы управляющих сигналов реагируют только на замыкание/размыкание на общий провод (землю), **то есть подключать можно только датчики типа NPN**. **PNP датчики работать не будут!**

8.10 Входы/выходы

Дискретные входы

Это меню позволяется в одном месте быстро настроить все входные сигналы: выбрать тип контакта NO или NC, а также при необходимости переопределить стандартную функцию входа на сигнал Probe или сервисный сигнал (в столбце *Назначение*):

- LimitX на I1;
- LimitY1 на I2;
- LimitZ на I3;
- LimitA на I4;
- LimitB на I5;
- LimitC на I6;
- Reset на I7;
- Hold на I8;
- Start на I9;
- Door на I10;
- Probe на I11;
- LimitX2 на I12;
- LimitY2 на I13;
- EStop на I15.

Переопределение входа на сервисный сигнал позволяет отвязать его от своей стандартной функции и использовать его в макросах для реализации любых алгоритмов обработки входного сигнала: например, анализировать сигналы от датчиков щетки, магазина инструментов, датчика наличия инструмента в патроне, кнопок управления ходом выполнения программы (запустить, прервать, поставить на паузу) и т.д. Подробнее про написание макросов см. раздел **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

Переопределение входа на Probe позволит подключить к контроллеру датчики высоты разных типов (нормально замкнутые и нормально разомкнутые), а также быстро переключить датчик на другой вход, если текущий вход *PRB* вышел из строя в процессе эксплуатации.

Аналоговые входы

Секция доступна для контроллеров, оснащенными аналоговыми входами, например, MSC-4ES или MSC-6ES. Позволяет настроить максимальное напряжение на каждом входе: 5В или 10В. Обратите внимание, что помимо конфигурационной настройки, на плате также должен быть установлен соответствующий джампер (перемычка), если максимальное напряжение входа 5В.

Дискретные выходы

Это меню позволяет настроить все выходные сигналы контроллера: выбрать тип контакта NO или NC, а также переопределить стандартную функцию выхода на сервисный сигнал:

- SPEN на O1;
- SPD на O2;
- MIST на O3;
- FLD на O4.

Переопределение выхода на сервисный сигнал позволяет отвязать его от своей стандартной функции и назначить управление любым периферийным оборудованием из макроса или G-код файла, например, реле включения/отключения аспирации, реле опускания/поднимания щетки, реле захвата/освобождения инструмента, сигналы «светофора» и т.д.

Важно. Для управления выходами в сервисном режиме используются команды M64 (для включения) и M65 (для выключения):

- OUT1: *M64P1* — включение выхода, *M65P1* — выключение;
- OUT2: *M64P2* — включение выхода, *M65P2* — выключение;
- OUT3: *M64P4* — включение выхода, *M65P4* — выключение;
- OUT4: *M64P8* — включение выхода, *M65P8* — выключение;
- OUT5: *M64P16* — включение выхода, *M65P16* — выключение;
- OUT6: *M64P32* — включение выхода, *M65P32* — выключение;
- OUT7: *M64P64* — включение выхода, *M65P64* — выключение.

Командами *M64/M65* можно также управлять одновременно несколькими выходами: *M64* активирует выходы, заданные битовой маской параметра P, *M65* деактивирует выходы, заданные битовой маской *P*. Выходу OUT1 соответствует бит0 параметра *P*, выходу OUT2 — бит1, …, выходу OUT7 — бит6. Следовательно, если нам нужно активировать выходы, например, OUT2,OUT5,OUT7, то в двоичном виде параметр *P* будет иметь значение (нумерация бит справа налево) 1010010, что соответствует десятичному числу 82. Тогда для активации нам нужно отправить в контроллер команду *M64P82*, а для деактивации — *M65P82*.

8.11 Парковка

Парковка — это удобный механизм перемещения инструмента в безопасную позицию по выбранной оси с выключением шпинделя при постановке управляющей программы на паузу или при срабатывании сигнала защитной двери.

По умолчанию, парковка осуществляется только при срабатывании сигнала защитной двери.

Парковка выполняется в 3 этапа:

1) извлечение инструмента из заготовки на заданное расстояние с малой скоростью;
2) выключение шпинделя;
3) перемещение на машинную координату парковки с повышенной скоростью.

Для настройки доступны следующие конфигурационные параметры.

Включить — включение механизма парковки.

Ось парковки — выберите одну из осей, по которой станок будет производить парковку. Обычно это ось Z, т.к. парковка осуществляется на безопасную высоту.

Дистанция извлечения инструмента — расстояние (относительное), на которое происходит извлечение инструмента из заготовки перед выполнением парковки по заданной оси.

Скорость извлечения инструмента — скорость, с которой инструмент извлекается из заготовки перед выполнением парковки. Для безопасности, эта скорость должна быть небольшой.

Скорость парковки — скорость, с которой инструмент перемещается на позицию парковки после извлечения из заготовки.

Машинная координата позиции парковки — машинная координата заданной оси, в которую осуществляется парковка инструмента.

Парковаться на паузе — при включенной опции, контроллер будет выполнять парковку инструмента при постановке управляющей программы G-кода на паузу. Для работы этой функции предварительно обязательно должен быть выполнен поиск домашнего положения.

8.12 Энкодеры

Меню доступно только для контроллеров с поддержкой квадратурных энкодеров (MSC-4ES, MSC-6ES).

Функция энкодера – задает режим работы энкодера:

- *Контроль положения оси* – в этом режиме для отслеживания и контроля реальной позиции по выбранной оси к контроллеру подключается оптическая линейка, установленная вдоль направления движения заданной оси, либо энкодер вращения, закрепленный на валу шагового двигателя.
- *Контроль шпинделя* – используется для контроля и синхронизации скорости вращения шпинделя. На вал шпинделя должен быть установлен энкодер вращения.
- *Контроль шпинделя, управляемого осью* – в версии программного обеспечения 4.4 не реализовано – используется для контроля положения и скорости вращения шпинделя, приводимого в движение шаговым двигателем, подключенным к какой-либо оси контроллера.
- *MPG* – режим ручного генератора импульсов (Manual Pulse Generator) – позволяет подключить к контроллеру MPG-энкодер. При вращении рукоятки энкодера контроллер выполняет ручное перемещение. При этом скорость перемещения пропорциональна скорости вращения рукоятки, а шаг на один импульс настраивается через параметр *Шаг перемещения (0 – непрерывно), мм*.

Привязанная ось – идентификатор оси, на которой установлена линейка или энкодер вращения. Настраивается в режимах контроля положения оси и контроля шпинделя, управляемого осью.

Разрешение энкодера, мм/шаг – настраивается для режима контроля положения линейной оси и показывает, какое фактическое расстояние в миллиметрах соответствует одному шагу энкодера. Данный параметр равен разрешающей

способности подключенной оптической линейки. Например, если линейка имеет разрешение 5мкм, в этом поле необходимо вписать 0.005.

Количество импульсов на оборот – задает разрешение установленного на вал двигателя или шпинделя энкодера вращения. Настраивается для режимов контроля шпинделя и MPG.

Направление счета – прямое или обратное – необходимо настроить так, чтобы при движении по выбранной оси в плюс, направление счета энкодера было положительным. При движении в минус – соответственно, отрицательным.

Режим контроля позиции – задает режим отслеживания фактической ошибки положения по выбранной оси. Фактическая ошибка вычисляется как разница, между реальной позицией по энкодеру и программной позицией «в мозгах» контроллера.

- *Выключен* – отслеживание ошибки положения отключено.
- *Контроль ошибки* – если ошибка в положении превышает максимально допустимую, контроллер уходит в аварию.
- *Контроль и коррекция ошибки* – если ошибка в позиции превышает допустимую, контроллер пытается её компенсировать. Величина допустимой ошибкой задается группой параметров *Ошибка положения*.

Ошибка положения – для расчета допустимой ошибки контроллер использует параметры минимальной (на минимальной подаче) и максимальной (на максимальной подаче) ошибки, вычисляя её пропорционально текущей скорости подачи.

8.13 Плазма

Плазма поддерживается только контроллерами с Ethernet-интерфейсом (MSC-4ES, MSC-6ES).

Поддерживается 3 режима работы:

- *Без ТНС* – это режим с автономным контроллером высоты, который сам осуществляет коррекцию оси Z. К ЧПУ-контроллеру от него подключается только сигнал «*Дуга ОК*».
- *ТНС вверх-вниз* – это режим, при котором контроллер высоты выдает на ЧПУ-контроллер сигналы *«Вверх»* и *«Вниз»*, по которым последний осуществляет регулировку высоты горелки в соответствующем направлении. Также подключается сигнал «*Дуга ОК*».
- *ТНС по напряжению* – в этом режиме к аналоговому входу ЧПУ-контроллера непосредственно с делителя напряжения подается сигнал 0-10В (или 0-5В), по которому он осуществляет коррекцию высоты дуги. Также от источника плазмы подключается сигнал «*Дуга ОК*».

Особенности схем подключения для каждого режима смотрите в разделе 10.4.4.

8.13.1 Общие настройки

Вход сигнала состояния дуги – дискретный вход, к которому подключается сигнал "Дуга ОК" от контроллера высоты. Предварительно выбранный вход контроллера через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* должен быть переопределен на альтернативную функцию Ixx, после чего он отобразится в выпадающем списке этого параметра.

Таймаут ошибки дуги, сек - если во время работы пропадёт сигнал *«Дуга ОК»* и не восстановится в течение данного интервала времени, контроллер остановит работу, выключит плазму и встанет на паузу. Чтобы продолжить работу, включите плазму по кнопке  - контроллер автоматически продолжит работу при получении сигнала *«Дуга ОК».*

Таймаут ожидания дуги, сек – интервал времени после включения плазмы (по команде M3 или M4), в течение которого ЧПУ-контроллер ожидает от ТНС сигнал *«Дуга ОК»*, чтобы начать работу. Как только сигнал *«Дуга ОК»* получен, контроллер выходит из цикла ожидания и начинает работу. Если в течение данного интервала времени сигнал *«Дуга ОК»* не получен, контроллер выключает плазму и становится на паузу. Чтобы продолжить работу, нажмите кнопку  на панели *ИСПОЛНИТЕЛИ*. Чтобы прервать и выйти из состояния паузы – кнопку  на панели *ПЕРЕМЕЩЕНИЕ*.

Количество попыток ожидания дуги – столько раз контроллер будет повторять таймаут ожидания дуги в ожидании сигнала *«Дуга ОК»*. Этот параметр можно оставить равным 1.

Выход отключения регулировки высоты – дискретный выход ЧПУ-контроллера, который включается по команде *M103*, а отключается по команде *M104* из управляющей программы. Используется для информирования контроллера высоты о том, что необходимо заблокировать контроль и коррекцию высоты. Параметр опциональный: если Ваш контроллер высоты не имеет соответствующего входа, оставьте здесь пустое значение. Наряду с активацией/деактивацией определенного выхода, ЧПУ-контроллер по командам *M103/M104* соответственно отключает или включает механизм коррекции высоты в режимах вверх-вниз и по напряжению. Предварительно выбранный выход контроллера через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* должен быть переопределен на альтернативную функцию *Oxx*, после чего он отобразится в выпадающем списке этого параметра.

8.13.2 Настройки, общие для режимов «ТНС вверх-вниз» и «ТНС по напряжению»

Задержка включения ТНС, сек – интервал времени, отсчитываемый сразу после получения сигнала *«Дуга ОК»* и начала работы, по истечении которого ЧПУ-контроллер включает коррекцию высоты.

Скорость ТНС, % - скорость регулировки высоты в процентах от установленной в системе скорости рабочей подачи (из кода F).

Минимальная подача выключения ТНС, % - значение текущей скорости подачи в процентах от установленной в системе рабочей подачи (из кода F), при которой отключается механизм коррекции высоты.

Минимальная высота работы ТНС, мм – минимальное значение рабочей координаты Z, ниже которой коррекция высоты запрещена в целях безопасности или предотвращения повреждения станка или порчи материала.

Максимальная высоты работы ТНС, мм – максимальное значение рабочей координаты Z, выше которой коррекция высоты запрещена в целях безопасности или предотвращения повреждения станка.

8.13.3 Специфичные настройки режима «THC вверх-вниз»

Вход регулировки вниз – дискретный вход ЧПУ-контроллера, к которому подключается сигнал *«Вниз»* от контроллера высоты. Предварительно выбранный вход контроллера через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* должен быть переопределен на альтернативную функцию *Ixx*, после чего он отобразится в выпадающем списке этого параметра.

Вход регулировки вверх – дискретный вход ЧПУ-контроллера, к которому подключается сигнал *«Вверх»* от контроллера высоты. Предварительно выбранный вход контроллера через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* должен быть переопределен на альтернативную функцию *Ixx*, после чего он отобразится в выпадающем списке этого параметра.

8.13.4 Специфичные настройки режима «THC по напряжению» (экспериментально)

Вход регулировки высоты – аналоговый вход (*AIN1* или *AIN2*), к которому подключается напряжение с выхода делителя. Предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* необходимо настроить максимальное напряжение на выбранном входе, а также, если оно равно 5В, нужно установить соответствующий джампер на плате.

Порог включения регулировки, В – это значение дельты изменения напряжения на аналоговом входе (с выхода делителя) относительно уровня в момент получения сигнала *«Дуга ОК»*, при которой ЧПУ-контроллер активирует механизм коррекции высоты. Например, если этот параметр имеет значение 1В, а в момент получения сигнала *«Дуга ОК»* напряжение с выхода делителя было равно 5В, то при достижении значений 4В или 6В ЧПУ-контроллер начнет корректировать высоту в ту или другую сторону.

Пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты - коэффициенты PID-регулятора, используемые при вычислении напряжения на аналоговом входе ЧПУ-контроллера с выхода делителя напряжения.

8.14 Контроль подачи

Функция доступна только для контроллеров с аналоговыми входами (MSC-4ES, MSC-6ES) и позволяет автоматически уменьшать скорость подачи при увеличении нагрузки на фрезу. Нагрузка на фрезу определяется по величине аналогового напряжения с выхода обратной связи частотного преобразователя, который должен быть подключен ко входу *AIN1* или *AIN2* контроллера. Необходимо также подключить общий провод этого сигнала к клемме *GND1* контроллера.

Вход напряжения обратной связи – аналоговый вход (*AIN1* или *AIN2*), к которому подключается напряжение с выхода частотного преобразователя. Предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* необходимо настроить максимальное напряжение на выбранном входе, а также, если оно равно 5В, нужно установить соответствующий джампер на плате.

Холостое напряжение, В – напряжение обратной связи, соответствующее нормальной нагрузке на фрезу, когда коррекцию подачи выполнять не нужно.

Напряжение остановки, В – напряжение обратной связи, соответствующее максимальной нагрузке на фрезу, при котором контроллер останавливает работу и переходит в состояние аварии.

Коэффициент регулировки подачи, %/В – определяет, на сколько процентов уменьшать подачу при изменении напряжения обратной связи на 1В.

Порог срабатывания, В – задает дельту относительно холостого напряжения, при достижении которой контроллер начинает корректировать скорость подачи.

Задержка, сек – интервал времени, отсчитываемый после изменения напряжения обратной связи, по истечении которого контроллер начинает корректировать подачу. Позволяет сглаживать кратковременные скачки напряжения обратной связи, чтобы подача «не прыгала».

Период опроса, сек – задаёт периодичность проверки напряжения обратной связи для коррекции скорости подачи.

Пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты - коэффициенты PID-регулятора, используемые при вычислении напряжения на аналоговом входе ЧПУ-контроллера с выхода частотного преобразователя.

8.15 Каналы управления

В контроллерах Инектра реализована полноценная поддержка управления через различные коммуникационные интерфейсы: USB, Bluetooth, UART, Ethernet. При этом в каждый момент времени только один интерфейс является активным, остальные — пассивные. Через активный интерфейс осуществляется полное управление контроллером, включая запуск программ G-кода, изменение конфигурации и т. д. Через пассивный интерфейс разрешено выполнение только сервисных команд (*$$, $I, $G, $#, $BT*) и изменение настроек каналов управления. ***На все другие команды контроллер будет отвечать ошибкой с кодом 58.*** Это сделано для защиты от случайного ввода команд через пассивный интерфейс, что может привести к непреднамеренному прерыванию текущей задачи контроллера.

Для конфигурирования доступны следующие настройки.

Основной канал управления — канал, по которому подключается визуализатор Inectra CNC. Если выбран USB, визуализатор нужно подключать к USB-порту контроллера, если Ethernet — визуализатор подключается к Ethernet-порту, если UART — визуализатор подключается к UART-порту либо по Bluetooth, либо по UART, в зависимости от настройки *Тип устройства UART*.

Тип устройства UART — определяет, какое устройство подключено к UART-интерфейсу контроллера (разъем UART1):

- *Bluetooth-модуль HC-06* — в этом случае к разъему UART необходимо подключить Bluetooth-модуль HC-06 (рекомендуется приобретать у компании Инектра, т.к. далеко не все модули одинаково хорошо работают) — каждый раз при запуске контроллера он будет автоматически выполнять настройку модуля.
- *Offline-контроллер UART* — в этом случае к разъему UART нужно подключить либо специализированный offline-контроллер для автономного управления, либо, если необходимо по UART управлять ЧПУ-контроллером из визуализатора, нужно подключить ЧПУ-контроллер к компьютеру через переходник USB-to-COM.
- *Bluetooth-модуль JDY-31* — в этом случае к разъему UART необходимо подключить Bluetooth-модуль JDY-31 (рекомендуется приобретать у компании

Инектра, т.к. мы поставляем только проверенные и корректно работающие модули) — каждый раз при запуске контроллера он будет автоматически выполнять настройку модуля.

- *Плата расширения EXB-16x16DE* – к разъему UART подключается плата расширения входов/выходов.

Резервный канал управления – настройка доступна только для контроллеров с тремя и более интерфейсами управления (Ethernet, USB, UART).

Внимание. После изменения настроек каналов управления требуется перезапустить контроллер по питанию (выключить и включить), чтобы они применились корректно.

8.16 Прочие настройки

Режим компенсации радиуса инструмента после загрузки – позволяет автоматически активировать один из режимов коррекции на радиус инструмента сразу после включения питания контроллера:

- *G40* – отключен;
- *G41* – компенсация слева от траектории;
- *G42* – компенсация справа от траектории.

Компенсация радиуса выполняется на стороне визуализатора, и чтобы эту функцию активировать, включите галочку *Компенсация радиуса* в меню *Сервис → Настройки → Управление*.

Автоматически включать режим G43 после загрузки – позволяет автоматически активировать режим компенсации длины инструмента *G43* после включения питания контроллера. В этом режиме нет необходимости каждый раз вводить команду *G43Hx* – компенсация длины нового инструмента будет применяться автоматически по команде выбора инструмента *Tx*.

Инвертировать направление дуги в режиме G18 (Z-X) – для большинства постпроцессоров эта галочка должна быть включена. Если при загрузке УП Вы заметили, что дуги в плоскости Z-X отображаются неверно – инвертируйте значение этой опции и заново откройте УП.

Единица измерения задержки в G4 – позволяет настроить, в каких единицах (секунды или миллисекунды) отрабатывать задержку в команде G4.

Единица измерения задержки в G82 – позволяет настроить, в каких единицах (секунды или миллисекунды) отрабатывать задержку в команде сверления G82.

Частота ШИМ, Гц — частота ШИМ-сигнала, из которого формируется аналоговое напряжение *APWM* и дискретное *DPWM* для регулировки соответственно скорости вращения шпинделя и мощности лазера. Рекомендуется оставлять значение по умолчанию 10000Гц. Заметим, что т.к. шпиндель управляется аналоговым сигналом 0-10В, который формируется путём выпрямления (НЧ-фильтрацией) ШИМ-сигнала (с последующим усилением в 2 раза), качество выпрямленного сигнала (наличие колебаний) будет зависеть от частоты исходного ШИМ — чем выше частота, тем меньше уровень флуктуаций и тем стабильнее сигнал управления шпинделем.

Обратное вращение шпинделя по отдельному сигналу SPD – по умолчанию контроллеры Инектра работают таким образом, что по команде *M3* (прямое вращение) активируется выход *SPEN*, а по команде *M4* (обратное вращение) – активируются

выходы *SPEN* и *SPD*. То есть сигнал *SPEN* означает включение шпинделя, а *SPD* – направление вращения (выкл – прямое, вкл – обратное). На частотных преобразователях обычно используется отдельный сигнал для прямого вращения и отдельный – для обратного. При активации данной опции, по команде *M3* контроллер включает только выход *SPEN*, а по команде *M4* – только *SPD*.

Управление шпинделем и лазером – иногда требуется для управления шпинделем и лазером использовать другие сигналы, нежели настроено по умолчанию. Данный параметр позволяет настроить один из трёх вариантов:

- *Стандарт* – обычная конфигурация, когда шпиндель включается сигналом *SPEN*, регулировка оборотов шпинделя выполняется по сигналу 0-10В на *APWM*, мощность лазера регулируется ШИМ-сигналом на *DPWM*.
- *Поменять шпиндель-лазер* – в этом режиме лазер включается по сигналу *SPEN*, а его мощность регулируется аналоговым напряжением на *APWM*. Шпиндель управляется дискретным ШИМ-ом на *DPWM*.
- *Всегда DPWM* – в этом режиме обороты шпинделя и мощность лазера управляются ШИМ-сигналом с выхода *DPWM*. Включение шпинделя осуществляется как обычно сигналом *SPEN*.

8.17 Создание резервной копии и восстановление конфигурации

Визуализатор имеет несколько очень полезных функций для работы с конфигурацией контроллера. Чтобы открыть меню управления конфигурацией откройте раздел *Управление конфигурацией* в меню *Конфигурация.*

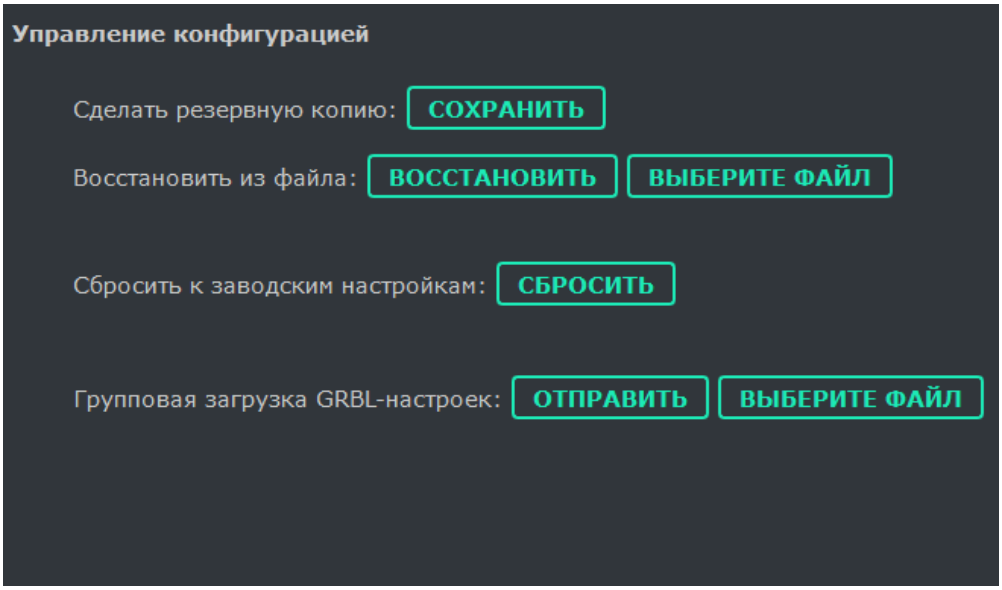


Рисунок 63. Управление конфигурацией

Доступны следующие функции работы с конфигурацией контроллера (рис. 63):

- **Создание резервной копии** — чтобы сделать резервную копию (бэкап) конфигурации Вашего контроллера, нажмите на кнопку *Сохранить* и укажите путь для сохранения файла.
- **Восстановление конфигурации из файла** — функция позволяет выполнить быстрое восстановление конфигурации из сделанной ранее резервной копии. Для этого выберите файл бэкапа и нажмите кнопку *Восстановить*.

- **Сброс к заводским настройкам** — осуществляет сброс всех настроек контроллера к заводским значениям. Функция бывает полезна для восстановления исходной работоспособности, если по ошибке были загружены неверные настройки.
- **Групповая загрузка настроек** — функция позволяет осуществить быструю загрузку нескольких конфигурационных параметров из текстового файла, подготовленного вручную. Отличие данной функции от функции восстановления конфигурации из файла состоит в том, что последняя использует для восстановления только файл резервной копии, который имеет специальный формат. Для групповой загрузки содержимое текстового файла представляет собой произвольный набор строк, каждая из которых задаёт значение только одного конфигурационного параметра, например:

$21=0

$23=3

$24=50

$25=2000

9. Инструменты

9.1 Исполнительные узлы

Начиная с релиза 4.1 был введён механизм исполнительных узлов (или исполнителей) станка. Данный механизм позволяет гибко настраивать программу под различные конфигурации станка, значительно повышая её функциональные возможности. Под исполнителем подразумевается отдельный рабочий орган станка. Например, это может быть лазерный модуль, тангенциальный нож, на многошпиндельных станках каждый шпиндель является отдельным исполнителем.

Основная задача этого механизма – обеспечить быстрое переключение станка с одного исполнителя на другой с автоматической подстройкой всех необходимых параметров без необходимости в каких-либо дополнительных ручных манипуляциях. Для этой цели в каждом исполнителе настраивается диапазон оборотов шпинделя (мощности лазера), смещение по X,Y,Z относительно первого в списке, благодаря чему происходит автоматическая коррекция рабочего нуля при переключении на данный исполнитель.

Настройки и возможности исполнителей зависят от интерфейса визуализатора: базовый или продвинутый. По умолчанию после установки визуализатор работает в базовом интерфейсе. Для активации продвинутого интерфейса (только для контроллеров MSC-4ES и MSC-6ES) установите галочку ***Продвинутый режим*** в меню *Сервис → Настройки → Управление.*

9.1.1 Работа в базовом интерфейсе

Список доступных исполнителей в базовом интерфейсе зависит от настройки ***Тип станка*** в меню *Сервис → Настройки → Информация о станке:*

- *Портальный* – выбирается, если у Вас станок классического портального типа с осями в декартовой системе координат XYZ. Дополнительно, для портального станка настраивается также его функция:

- *Фрезер* – для фрезерно-гравировального станка. В базовом интерфейсе этого режима доступно только два исполнителя: Фрезер и Лазер. Для фрезера настраивается ***Минимальная*** и ***Максимальная скорость вращения, об/мин*** (см. рис. 64). Для лазера настраиваются ***Минимальная*** и ***Максимальная мощность лазера***, а также ***Смещение рабочего нуля*** относительно фрезера (см. рис. 65)
- *Плазма* – для плазмореза или станка с оптоволоконным лазером. Функция доступна только для контроллеров с Ethernet-интерфейсом. В базовом интерфейсе этого режима доступен только один исполнитель Плазма (см. рис. 67)

- *Токарный* – выбирается для классических токарных станков, где ось Z выполняет перемещение вдоль оси вращения шпинделя, а ось X – перпендикулярно этой оси в горизонтальной плоскости. В базовом интерфейсе этого режима доступен только один токарный исполнитель, в котором настраивается диапазон скорости вращения шпинделя (см. рис. 66).

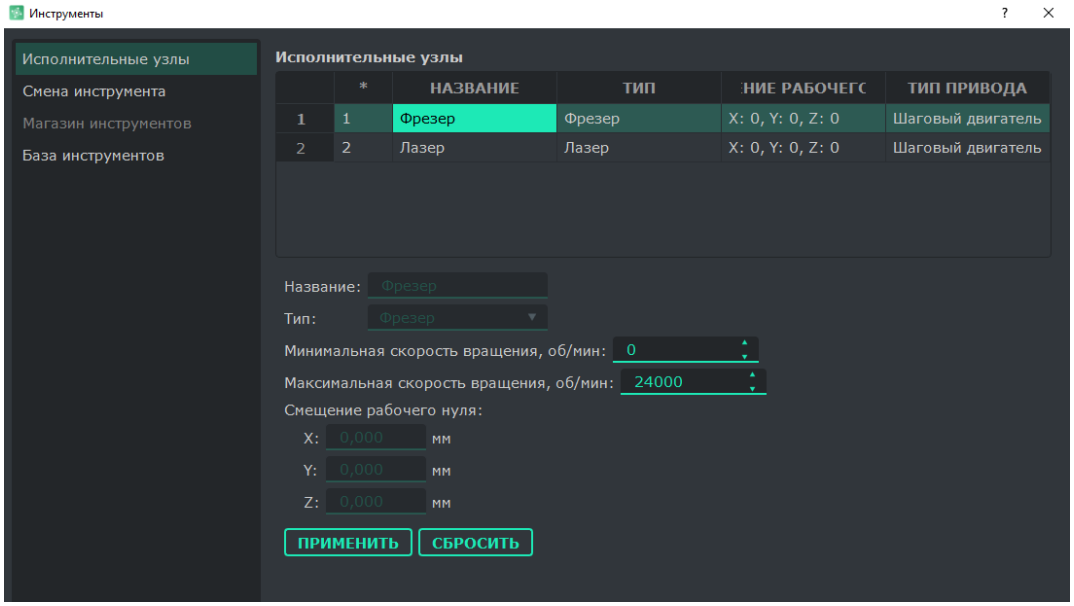


Рисунок 64. Настройки фрезера в базовом режиме

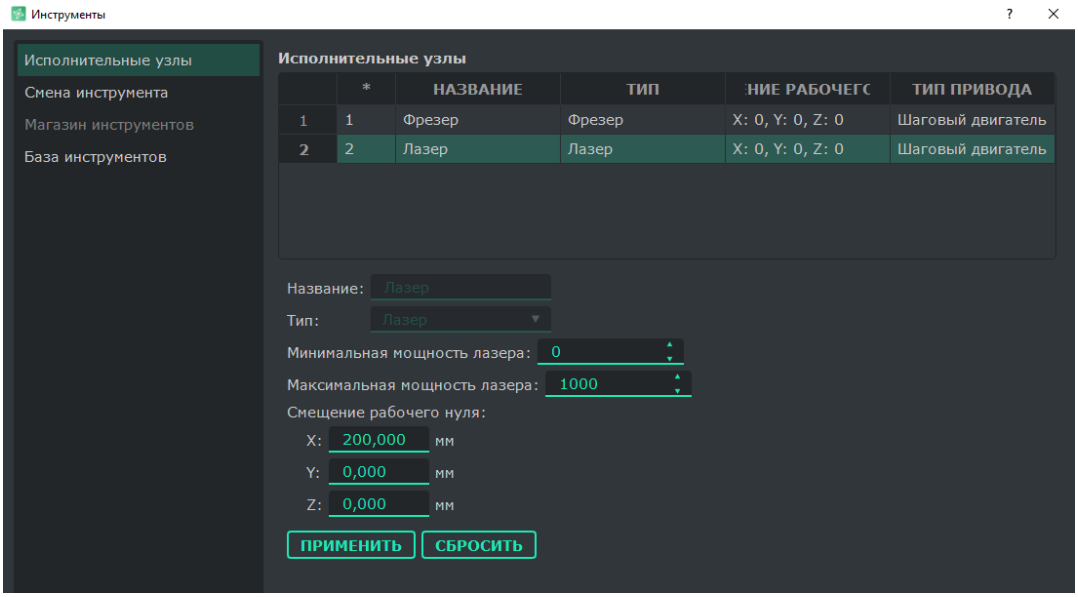


Рисунок 65. Настройки лазера в базовом режиме

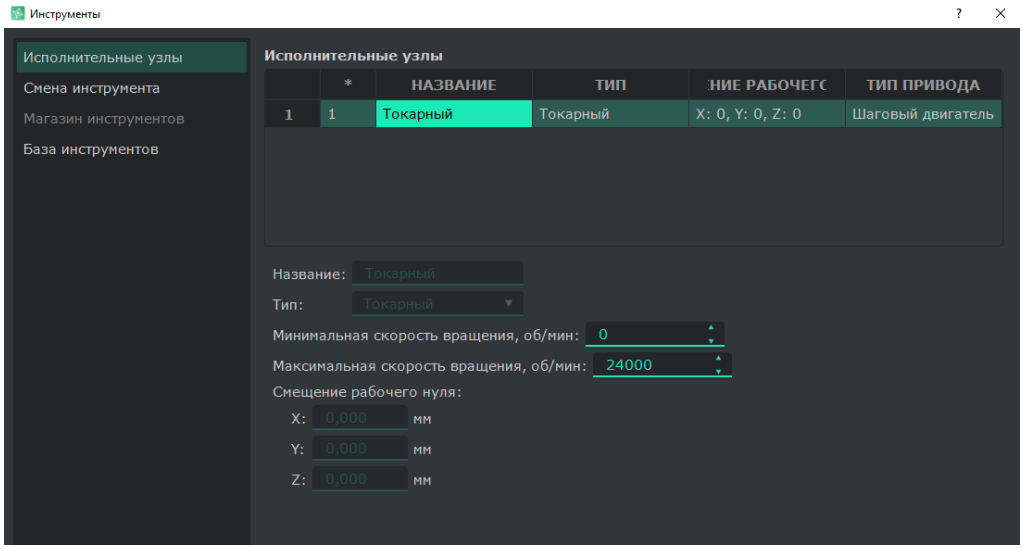


Рисунок 66. Настройки токарного исполнителя в базовом режиме

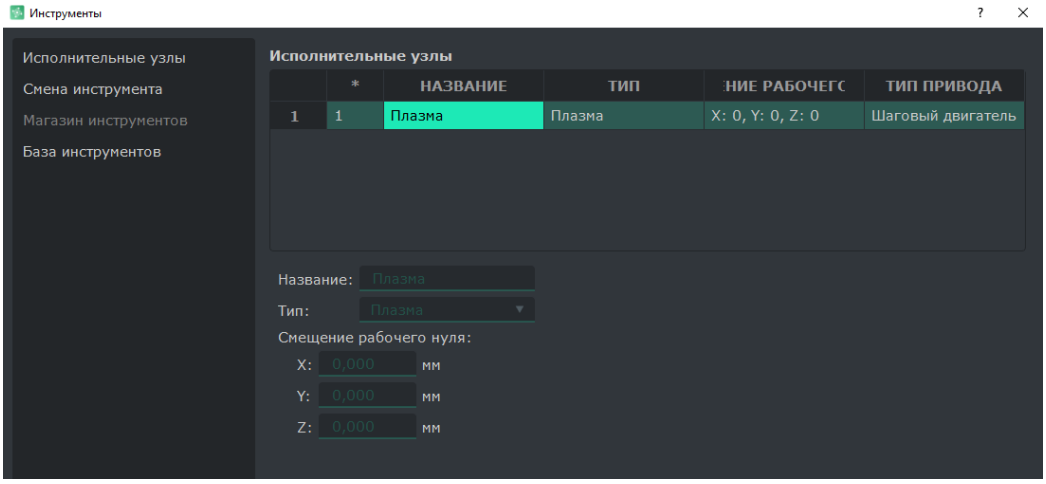


Рисунок 67. Настройки плазмы в базовом режиме

9.1.2 Работа в продвинутом интерфейсе

В продвинутом интерфейсе можно создавать неограниченное количество исполнителей любого типа. Для каждого исполнителя доступны следующие настройки (см. рис. 68).

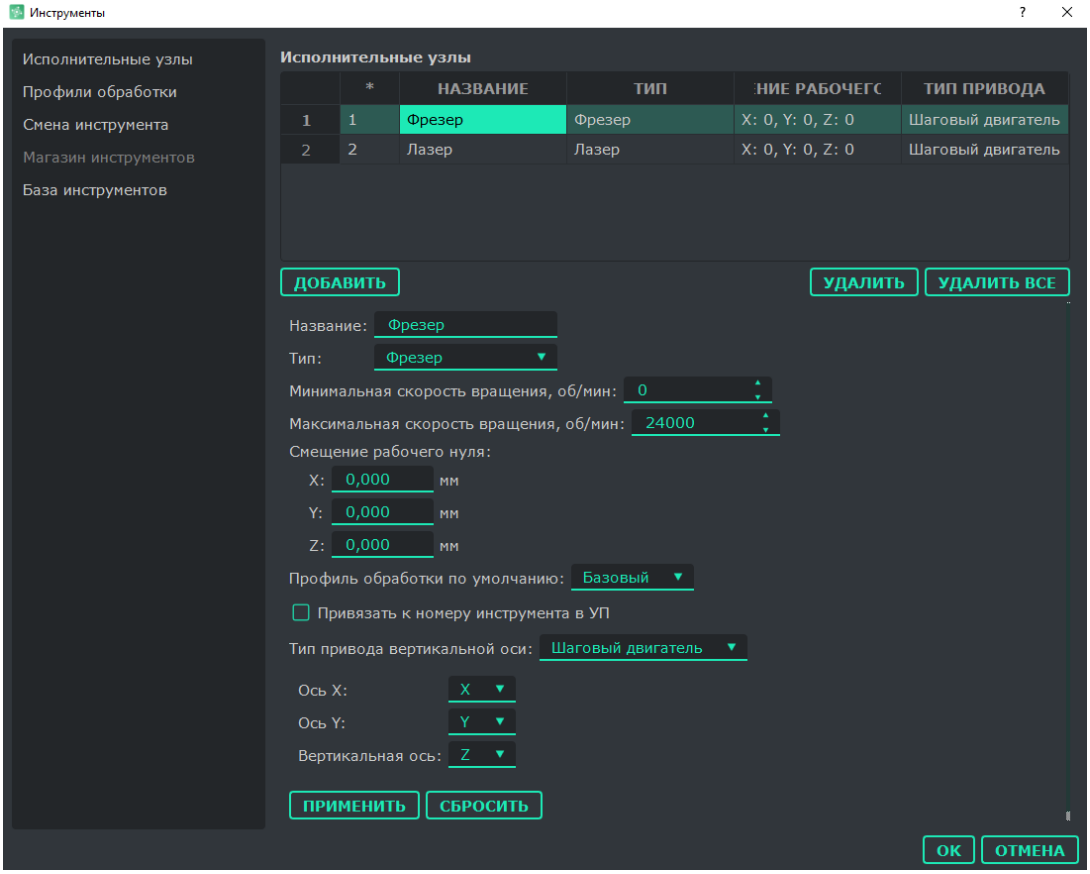


Рисунок 68. Исполнительные узлы. Продвинутый режим

Название – удобное читаемое название исполнителя.

Тип – определяет, в каком режиме работает исполнитель: фрезер, лазер, токарный, плазма или тангенциальный нож.

Минимальная скорость вращения шпинделя, об/мин — (только для фрезера и токарного) значение кода *S*, при котором контроллер формирует минимальный уровень сигнала управления оборотами шпинделя (0В).

Максимальная скорость вращения шпинделя, об/мин — (только для фрезера и токарного) значение кода *S*, при котором контроллер формирует максимальный уровень сигнала управления оборотами шпинделя (0В).

Минимальная мощность лазера – (только для лазера) значение кода *S*, при котором контроллер формирует минимальный уровень сигнала управления мощностью лазера (на выходе DPWM коэффициент заполнения ШИМ равен 0).

Максимальная мощность лазера – (только для лазера) значение кода *S*, при котором контроллер формирует максимальный уровень сигнала управления мощностью лазера (на выходе DPWM коэффициент заполнения ШИМ равен 1).

Смещение рабочего нуля – относительное смещение оси выбранного исполнителя относительно первого в списке по осям X,Y,Z. Позволяет автоматически подстраивать рабочий ноль при переключении между исполнителями. Пример в разделе 10.1.

Профиль обработки по умолчанию – профиль позволяет для каждого исполнителя задать следующие настройки при его работе: скорости холостого хода по осям, ускорения, отклонение на стыках, скорость подачи. Подробнее см. раздел 9.2.

Привязать к номеру инструмента в УП – опция полезна, если по команде *M6Tx* в управляющей программе требуется выполнить переключение на другой исполнитель. В этом случае алгоритм работы следующий:

- задаём соответствующий номер инструмента в этом поле;
- создаем макрос для автоматической смены исполнителя;
- в макросе из переменной *$.tn* извлекаем номер следующего инструмента, находим исполнитель, к которому привязан данный номер и выполняем переключение на найденный исполнитель;
- для написанного макроса создаем макровызов, который назначаем на команду *M6*.

Ниже приведен пример такого макроса. Подробнее по написанию макросов см. раздел 15.

```
G4P0.1
{
    while ($.status != 1) { $.wait() }
}
{
    var cur_index = $.current_executor
    var cur_exec_tool_number = $.executors[cur_index].gcode_tool_number
    if (!$.executors[cur_index].bind_gcode_tool_number)
        cur_exec_tool_number = 0
    var exec_len = $.executors.length
    var next_tool = $.tn
    if (cur_exec_tool_number == next_tool) {
        $.message(["Следующий номер инструмента совпадает с номером инструмента текущего исполнителя!"])
        $.exit()
    }
    var next_executor_index = -1
    for (var i = 0; i < exec_len; i++) {
        if ($.executors[i].gcode_tool_number == next_tool && $.executors[i].bind_gcode_tool_number) {
            next_executor_index = i;
        }
    }
    if (next_executor_index >= 0) {
        $.executors[next_executor_index].enable()
```

```
        $.executors[next_executor_index].profile_enable()
    }
    else {
        $.message(["Исполнитель, привязанный к номеру инструмента " +
next_tool + ", не найден!"])
        $.exit()
    }
}
```

Тип привода вертикальной оси – определяет, каким образом приводится в движение вертикальная ось исполнителя. Возможны два варианта: классический с приводом от шагового двигателя (в этом случае за вертикальное перемещение отвечает обычно ось Z) или пневмопривод, когда управление вертикальной осью подключено к пневмоцилиндру, и таким образом, возможны только два положения рабочей головы: вверху или внизу в зависимости от состояния пневмопривода.

При выборе типа привода *Шаговый двигатель*, внизу открывается настройка ***Вертикальная ось*** со списком всех линейных осей контроллера. Здесь Вы можете указать, какую ось назначить для управления вертикальным перемещением данного исполнителя. Например, если у Вас двухшпиндельный станок с независимыми осями Z, то для каждого шпинделя Вы создаете отдельный исполнитель. Первому назначаете вертикальную ось *Z*, а второму – например, ось *B*. В данном случае Вам даже не потребуется писать отдельные УП для второго шпинделя с осью B – визуализатор будет автоматически заменять в отправляемых из G-код файла в контроллер командах ось *Z* на ось *B*, если для выполнения этой программы в настройках задачи выбран второй исполнитель.

При выборе типа привода вертикальной оси *Пневмопривод* Вам необходимо дополнительно настроить следующие параметры (рис. 69).

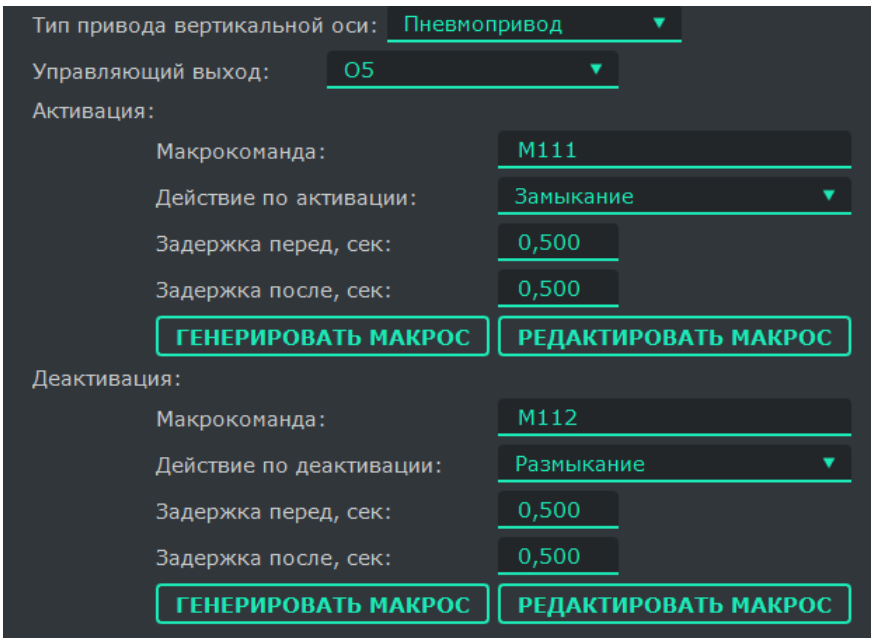


Рисунок 69. Настройки управления пневмоприводом исполнителя

Управляющий выход – определяет, каким релейным выходом контроллера происходит управление превмоприводом – к этому выходу необходимо подключить соответствующий пневмоцилиндр или иное устройство управления.

Макрокоманда активации – данную команду впоследствии нужно использовать в файле УП для опускания исполнителя вниз (активации). Для этой команды будет автоматически создан соответствующий макрос и макровызов при сохранении настроек исполнителя.

Макрокоманда деактивации – данную команду впоследствии нужно использовать в файле УП для подъёма исполнителя вверх (деактивации). Для этой команды будет автоматически создан соответствующий макрос и макровызов при сохранении настроек исполнителя.

Действие по активации – если выбрано *Замыкание*, то активация (опускание вниз) исполнителя осуществляется командой *M64*, *Размыкание* – *M65*.

Действие по деактивации – если выбрано *Замыкание*, то деактивация исполнителя (подъём вверх) осуществляется командой *M64*, *Размыкание* – *M65*.

Задержка перед, сек – пауза в секундах перед отправкой команды на активацию/деактивацию исполнителя.

Задержка после, сек – пауза в секундах после отправки команды на активацию/деактивацию исполнителя.

По нажатию на кнопку ***ГЕНЕРИРОВАТЬ МАРКОС*** происходит автоматическое создание макросов активации и деактивации по соответствующим настройкам выше.

При необходимости, Вы можете открыть созданный макрос, нажав кнопку ***РЕДАКТИРОВАТЬ МАКРОС***, и вручную его отредактировать.

Ось X, Ось Y – если исполнитель имеет независимую ось *X* или *Y* (например, это второй независимый шпиндель), то ему можно назначить свободные оси, например, *B* или *C* для перемещения по соответствующим направлениям. В данном случае Вам не потребуется писать отдельные УП для этого исполнителя: визуализатор будет автоматически заменять в отправляемых из G-код файла в контроллер командах оси *X*

и *Y* на соответствующие значения из настроек, если для выполнения этой программы в настройках задачи выбран данный исполнитель.

9.2 Профили обработки

Возможность настройки профилей доступна только в продвинутом интерфейсе визуализатора. Для активации продвинутого интерфейса (только для контроллеров MSC-4ES и MSC-6ES) установите галочку ***Продвинутый режим*** в меню *Сервис → Настройки → Управление*.

На рис. 70 представлены настройки профиля.

Максимальная скорость (G0) – список скоростей холостого хода по всем осям, которыми будет конфигурироваться контроллер при переключении на исполнитель, которому назначен данный профиль.

Ускорение - список ускорений по всем осям, которыми будет конфигурироваться контроллер при переключении на исполнитель, которому назначен данный профиль.

Отклонение на стыках, мм – параметр определяет, насколько плавно станок будет проходить углы на поворотах. Чем больше этот параметр, тем больший угол контроллер будет проходить без остановки на стыке.

Переопределить скорость подачи в УП – после установки этой галочки необходимо задать скорость подачи, значением которой будет переопределяться скорость подачи по осям XY в управляющей программе, запущенной для исполнителя, использующего данный профиль обработки.

Таким образом, используя разные профили для разных исполнителей, можно каждому из них задать свои уникальные параметры обработки: максимальные скорости при холостых перемещениях, ускорения, плавность прохождения углов, скорость рабочей подачи. Чтобы назначить профиль, установите соответствующее значение параметру ***Профиль обработки по умолчанию*** в настройках исполнителя (см. раздел 9.1.2).

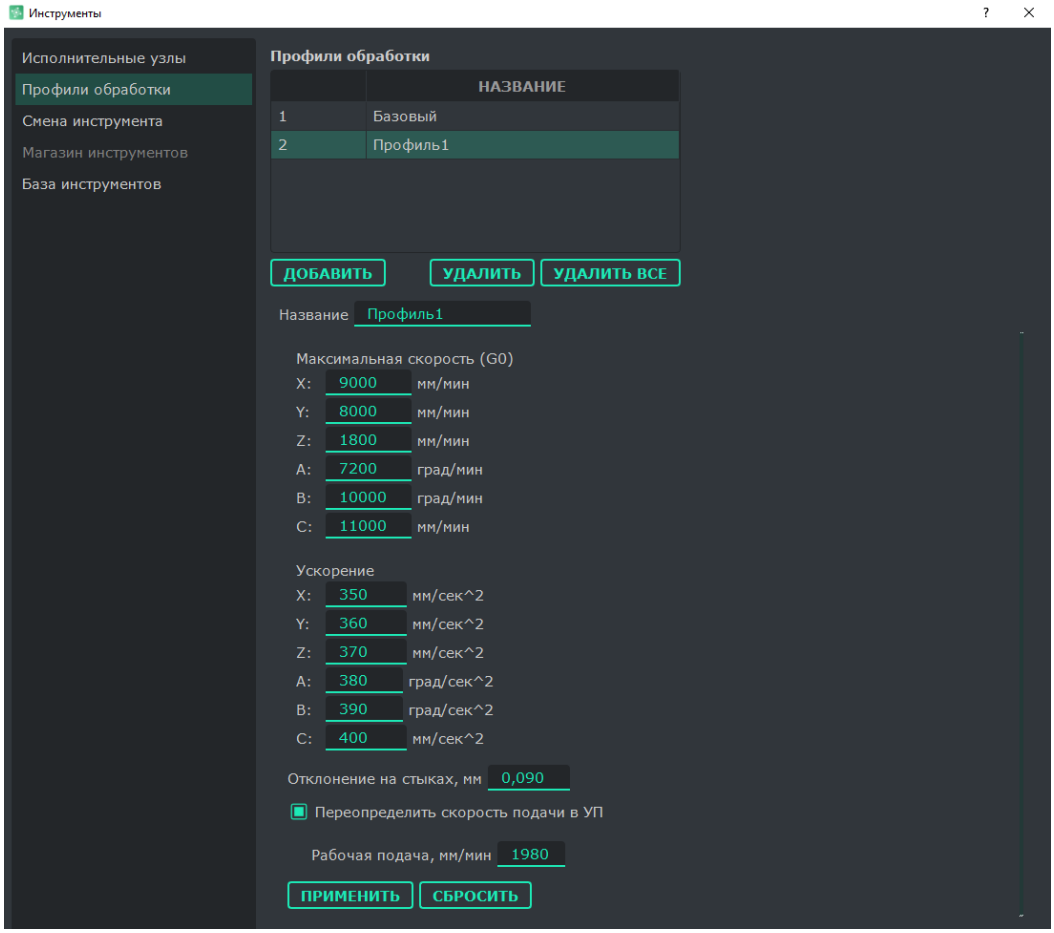


Рисунок 70. Профили обработки

Важно. При первом открытии визуализатора автоматически создается так называемый базовый профиль. Он создается по текущей конфигурации контроллера. Напрямую его редактировать нельзя: его настройки изменяются соответствующим образом при изменении конфигурации контроллера через меню *Станок → Конфигурация → Шаговые двигатели.*

Настройки профиля применяются автоматически после запуска УП для исполнителя, которому назначен данный профиль. По завершению УП происходит автоматическое восстановление настроек базового профиля.

9.3 База инструментов

В базе инструментов (см. рис. 71) хранятся все инструменты (фрезы), которые Вы используете при работе. Сюда заносятся инструменты, которые Вы создаете в CAM-программе. Главным образом, эта база используется в дальнейшем при смене инструмента и выполнении коррекции на радиус (G41/G42). Вся информация из этого меню хранится в файле базы данных config.db, расположенном в каталоге с программой. Для каждого инструмента нужно настроить параметры:

- *Номер в базе* – это непосредственно номер инструмента, используемый в G-код файле для переключения на него. У каждого инструмента номер должен быть уникальным.
- *Длина, мм* – физическая длина инструмента (как указано на упаковке). Обратите внимание, это лишь информационный параметр, он не используется в алгоритмах коррекции длины.

- *Радиус, мм* – физический радиус инструмента. Здесь важно правильно задать этот параметр, так как он используется в алгоритмах коррекции на радиус командами G41/G42.
- *Длина по датчику, мм* – данный параметр обычно заполняется автоматически макросом измерения инструмента и хранит значение машинной координаты точки касания кончика фрезы калибратором. По разности этих параметров впоследствии осуществляется автоматическая компенсация длины при переключении с одного инструмента на другой.
- *Комментарий* – информационное поле с описанием данного инструмента. Здесь Вы можете указать, для чего используется фреза (чистовая или черновая), тип фреза (коническая, сферическая, концевая и т.д.).

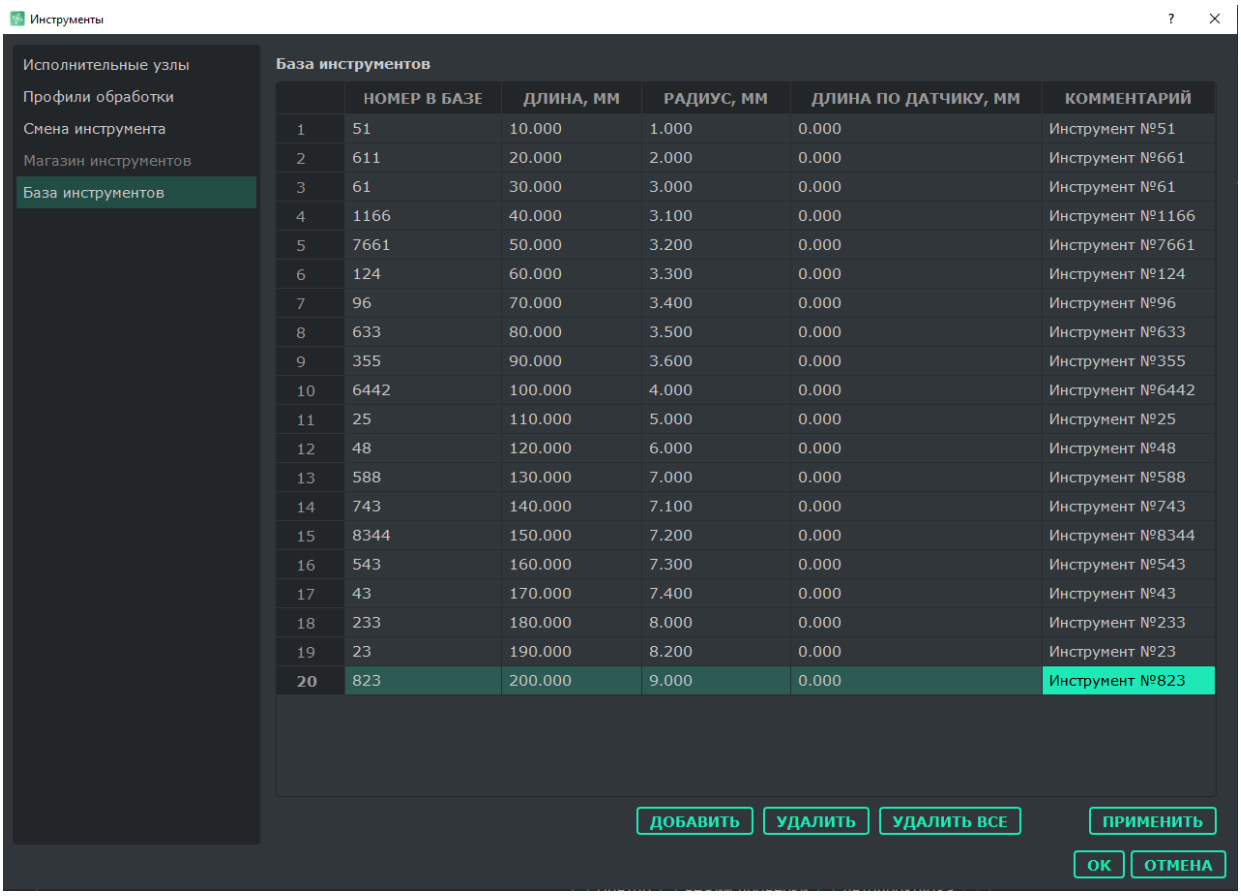


Рисунок 71. База инструментов

9.4 Настройки смены инструмента

Данное меню позволяет настроить различные варианты смены инструмента: ручную (с использованием таблицы инструментов или без) и автоматическую (линейного или карусельного типа, с магазином, установленным на столе или закрепленным на портале). Ниже представлено описание основных настроек этого меню.

Смена инструмента – тип смены инструмента: Автоматическая, Ручная или Выключена.

Тип сменщика – тип магазина инструментов. Можно настроить один из двух вариантов: линейный или карусельный.

Ось вращения магазина – параметр настраивается только для карусельной смены и определяет, к какой оси подключен шаговый двигатель карусели. Обратите внимание, что в списке отображаются только поворотные оси (в меню *Станок → Конфигурация → Рабочее поле* для нужной оси должна установлена галочка *Поворотная ось*).

Позиция смены инструмента (маш.) – настраивается только для карусельный смены и задает машинные координаты XYZ позиции держателя после поворота карусели на заданный угол. Углы поворота карусели для каждого инструмента, настраиваются через меню *Магазин инструментов*.

Расположение магазина – магазин инструментов может быть установлен либо на столе, либо на портале. Второй вариант значительно сокращает время на смену инструмента, т.к. перемещение к держателю выполняется только по одной оси вдоль портала (портал при этом остается неподвижен), в то время как при расположении магазина на столе перемещение к держателю выполняется по двум осям XY.

Настроить магазин – по кнопке происходит переход в меню Магазин инструментов, в котором настраиваются размер, координаты держателей и раскладка инструментов по магазину (см. п.).

Ориентация портала – этот параметр указывает, по какой оси движется шпиндель вдоль портала. Обычно это ось X.

Дистанция выхода из держателя с инструментом, мм – здесь необходимо указать ненулевое значение для той оси, вдоль которой станок выезжает с инструментом из держателя (после захвата). Этот же параметр используется для захода в держатель с инструментом (для последующего сброса). Например, если у Вас для выхода из держателя с инструментом станок должен отъехать по оси Y на 70мм назад (то есть в минус), в поле *Y:* впишите *-70*, для остальных осей – нули.

Дистанция выхода из держателя без инструмента – здесь необходимо указать ненулевое значение для той оси, вдоль которой станок выезжает без инструмента из держателя (после сброса). Этот же параметр используется для захода в держатель без инструмента (для последующего захвата). Например, если у Вас для выхода из держателя без инструмента станок должен подняться (в положительном направлении) по оси Z на 50мм, в поле *Z:* впишите *50*, для остальных осей – нули.

Выход управления инструментом – релейный выход, с помощью которого контроллер управляет пневмомеханизмом захвата/сброса инструмента. Через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* предварительно необходимо переопределить нужный выход на сервисную функцию *Oxx*.

Действие для освобождения инструмента – показывает, какой сигнал (включение или выключение) нужно подать на релейный выход управления инструментом, чтобы разжать цангу.

Выполнять проверку датчиков инструмента – установите эту галочку, если Ваш станок оборудован датчиками наличия (цанга зажата) или отсутствия (цанга разжата) инструмента в шпинделе.

- ***Вход датчика наличия инструмента*** – если на станке установлен датчик наличия инструмента (цанга зажата), подключите его сигнальный провод к свободному дискретном входу контроллера, предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* переопределив его назначение на

альтернативную функцию *Ixx.* После этого в выпадающем списке появится возможность выбора соответствующего сигнала.

- ***Вход датчика отсутствия инструмента*** – если на станке установлен датчик отсутствия инструмента (цанга разжата), подключите его сигнальный провод к свободному дискретном входу контроллера, предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* переопределив его назначение на альтернативную функцию *Ixx.* После этого в выпадающем списке появится возможность выбора соответствующего сигнала.

Выполнять продувку инструмента – при включенной галочке станок выполняет продувку патрона перед захватом нового инструмента.

- ***Выход управления продувкой*** – релейный выход, с помощью которого контроллер управляет пневмомеханизмом продувки инструмента. Через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* предварительно необходимо переопределить нужный выход на сервисную функцию *Oxx*.
- ***Действие для продувки*** – показывает, какой сигнал (включение или выключение) нужно подать на релейный выход, чтобы подать воздух.

Включить управление щеткой – активируйте галочку при необходимости управления поднятием/опусканием щетки из программы. Здесь подразумевается щетка, которая крепится на шпинделе для защиты от пыли и стружки в процессе обработки.

- ***Выход управления щеткой*** – релейный выход, с помощью которого контроллер управляет механизмом поднятия/опускания щетки. Через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* предварительно необходимо переопределить нужный выход на сервисную функцию *Oxx*.
- ***Действие для поднятия щетки*** – показывает, какой сигнал (включение или выключение) нужно подать на релейный выход, чтобы поднять щетку.
- ***Вход датчика поднятия щетки*** – если на станке установлен датчик поднятия щетки, подключите его сигнальный провод к свободному дискретном входу контроллера, предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* переопределив его назначение на альтернативную функцию *Ixx.* После этого в выпадающем списке появится возможность выбора соответствующего сигнала.
- ***Вход датчика опускания щетки*** – если на станке установлен датчик опускания щетки, подключите его сигнальный провод к свободному дискретном входу контроллера, предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* переопределив его назначение на альтернативную функцию *Ixx.* После этого в выпадающем списке появится возможность выбора соответствующего сигнала.

Включить управление магазином инструментов – активируйте галочку, если магазин инструментов оборудован пневмомеханизмом для его открытия/закрытия.

- ***Выход управления магазином*** – релейный выход, с помощью которого контроллер управляет механизмом открытия/закрытия магазина. Через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* предварительно необходимо переопределить нужный выход на сервисную функцию *Oxx*.

- ***Действие для открытия магазина*** – показывает, какой сигнал (включение или выключение) нужно подать на релейный выход, чтобы открыть магазин.
- ***Вход датчика открытия магазина*** – если на станке установлен датчик открытия магазина, подключите его сигнальный провод к свободному дискретном входу контроллера, предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* переопределив его назначение на альтернативную функцию *Ixx.* После этого в выпадающем списке появится возможность выбора соответствующего сигнала.
- ***Вход датчика закрытия магазина*** – если на станке установлен датчик закрытия магазина, подключите его сигнальный провод к свободному дискретном входу контроллера, предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* переопределив его назначение на альтернативную функцию *Ixx.* После этого в выпадающем списке появится возможность выбора соответствующего сигнала.

Позиция калибратора (маш.) – машинные координаты позиции калибратора, по которому осуществляется автоматическое измерение инструментов.

Скорость быстрого поиска датчика, мм/мин – процесс измерения выполняется в два этапа: сначала выполняется грубый поиск калибратора по оси Z на быстрой подаче, после чего выполняется отскок вверх на 1мм, и далее следует точный поиск на малой (калибровочной) подаче. Данный параметр настраивает скорость грубого поиска калибратора на первом этапе измерения инструмента.

Скорость медленного поиска датчика, мм/мин – калибровочная подача на втором этапе измерения инструмента.

Безопасная высота (маш.) – машинная координата безопасного положения по оси Z – на этой высоте осуществляются все быстрые переходы в процедурах смены инструмента.

Движения по XY, мм/мин

- ***Быстрые*** – скорость быстрых (холостых) перемещений по осям XY, например, при перемещении между позициями держателей, при перемещении на позицию калибратора.
- ***Медленные*** – с этой скоростью, в частности, станок делает заход на позицию держателя с дистанции выхода.

Движения по Z, мм/мин

- ***Быстрые*** – скорость быстрых (холостых) перемещений по оси Z, например, при перемещении на позицию калибратора.
- ***Медленные*** – с этой скоростью, в частности, станок делает заход на позицию держателя с дистанции выхода.

Таймаут остановки шпинделя, сек – при включенном шпинделе перед процедурой смены инструмента контроллер выключает его и выжидает настроенный таймаут до полной остановки.

Автоматически компенсировать длину по базе инструментов – настраивается только для ручной смены инструмента.

- **Опция включена.** Функцию целесообразно активировать, если Ваш станок имеет подготовку под автосмену, то есть на него установлен специальный шпиндель с пневматическим механизмом захвата/сброса фрезы. В этом случае при повторной установке одного и того же инструмента его положение в патроне будет фиксированно, поэтому для ускорения процесса смены фрезы можно один раз обмерить все инструменты (в процессе измерения длина по датчику каждой фрезы записывается в базу инструментов) и далее при смене инструмента во время выполнения УП положение рабочего нуля Z будет сразу же автоматически восстанавливаться по разности запомненных длин предыдущего и следующего инструментов по базе данных без отправки новой фрезы на калибратор.
- **Опция выключена.** Если же у Вас установлен обычный шпиндель, то в данном случае невозможно два раза подряд закрутить фрезу в шпинделе на одном уровне, поэтому использовать базу инструментов для автоматической компенсации длины без измерения фрезы не получится, и опция должна быть выключена. В этом случае алгоритм работы будет следующий:

  1. Перед запуском УП в шпиндель устанавливается первый инструмент.
  2. Выставляется рабочий ноль по оси Z (например, с помощью процедуры Z-щуп).
  3. Этот инструмент «отбивается» по фиксированному калибратору, чтобы запомнить значение рабочей координаты кончика фрезы на поверхности калибратора.
  4. Запускается УП.
  5. При каждой ручной смене после установки новой фрезы станок едет на калибратор и «отбивается» по нему, восстанавливая для нового инструмента запомненное ранее значение рабочей координаты на поверхности калибратора.

  Важно. Обратите внимание, что для данного алгоритма работы на станке обязательно должен быть установлен калибратор в строго фиксированной позиции для измерения инструментов (помимо «подвижной» шайбы для выставления рабочего нуля).

9.5 Магазин инструментов

Меню доступно только при выборе автоматической смены инструмента. Здесь настраивается размер магазина и «раскладываются» инструменты по держателям (см. рис. 72).

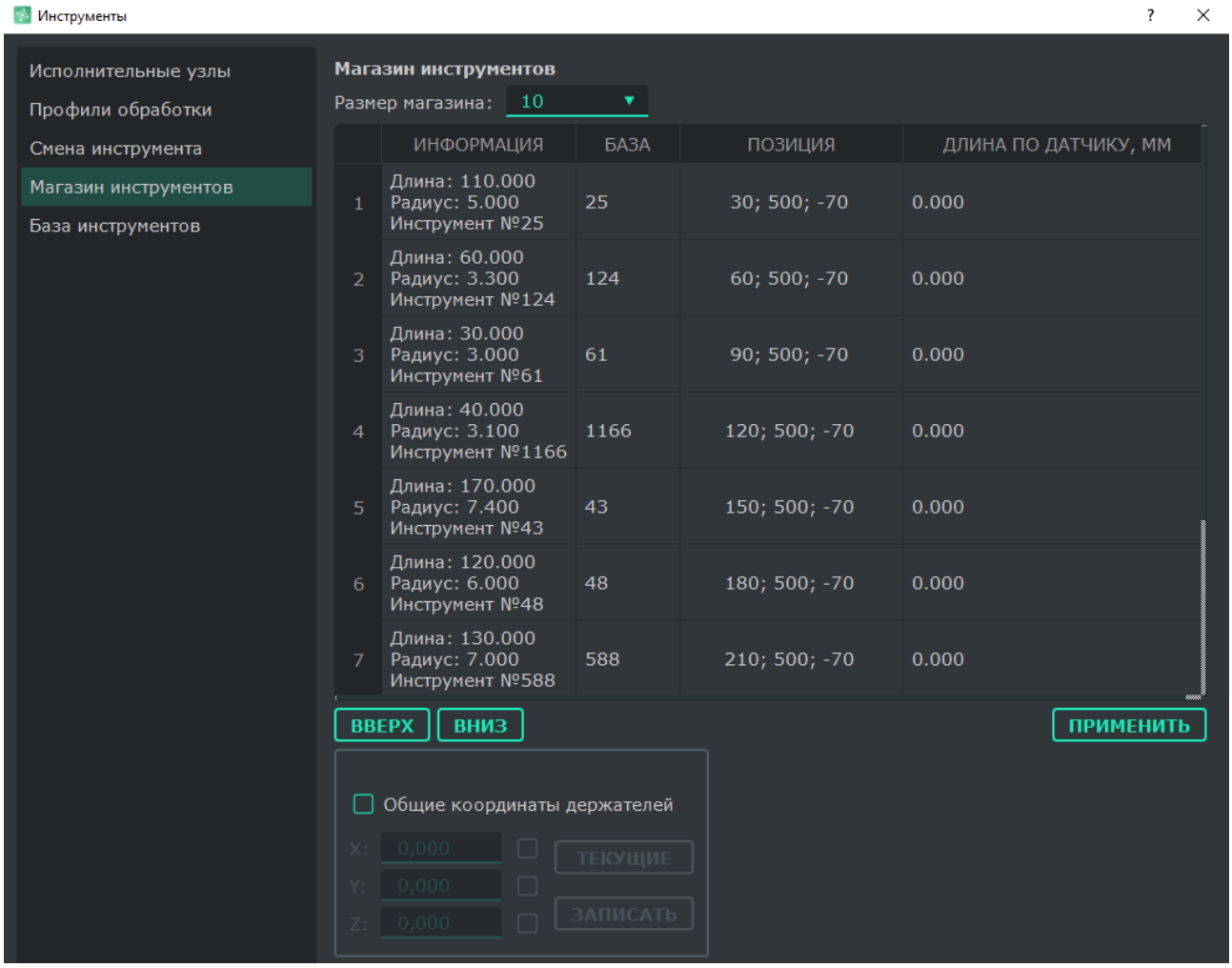
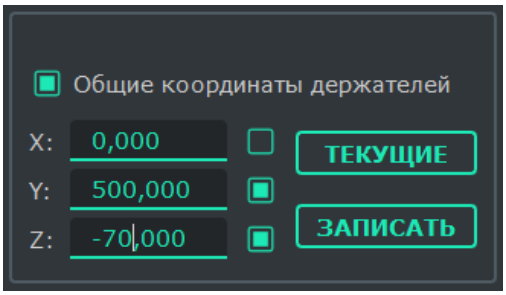


Рисунок 72. Настройка магазина инструментов

- Для того, чтобы привязать инструмент к ячейке магазина, кликните 2 раза левой кнопкой мыши по столбцу *БАЗА* и выберите из выплывающего списка нужный инструмент.
- Обратите внимание, что предварительно должна быть создана база инструментов.
- В столбце *ИНФОРМАЦИЯ* отображаются информационные данные по выбранному инструменту.
- В столбце *ПОЗИЦИЯ* необходимо настроить координаты держателя для каждой ячейки магазина. Для линейного магазина настраиваются координаты XYZ, для карусельного – только угол поворота карусели. Воспользуйтесь функцией ввода общих координат держателей, чтобы автоматически заполнить одинаковые координаты.



- Поле *ДЛИНА ПО ДАТЧИКУ, ММ* заполняется автоматически при выполнении измерений, поэтому руками без необходимости его редактировать не нужно.

9.6 Автоматическая смена инструмента

Общий порядок настройки автоматической смены инструмента выглядит следующим образом.

- Создать базу инструментов (см. п. 9.3).
- Настроить смену инструмента (см. п. 9.4). В зависимости от Вашей конфигурации станка смотрите детали в пунктах 9.6.1-9.6.4.
- Настроить магазин инструментов (см. п. 9.5)
- Через меню *Сервис* → *Настройки* → *Макровызовы* необходимо создать макровызов на команду *M0?6*, которому назначить встроенный макрос *atc_tool_change*. Данный макровызов при выполнении УП будет автоматически запускать макрос смены инструмента, когда встретит команду *M6* (*M06*).

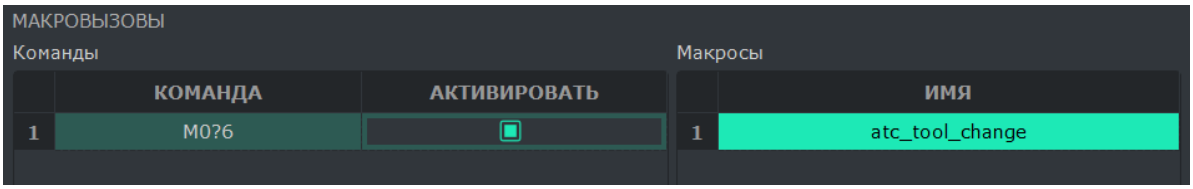


Рисунок 73. Макровызов для АТС

После выполнения всех настроек в визуализаторе под закладкой *ИСПОЛНИТЕЛИ* появится панель *СМЕНА ИНСТРУМЕНТА* (см. рис. 74), на которой будет визуально отображено состояние цанги, щетки, магазина, держателей, а также элементы управления инструментами.

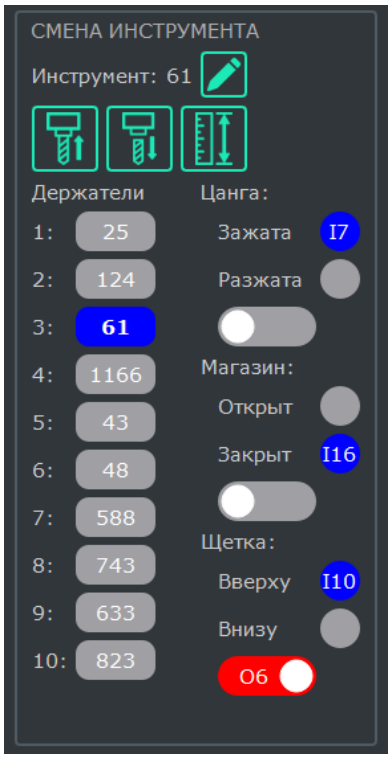
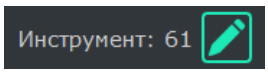


Рисунок 74. Графическая панель управления инструментами при автосмене

В столбце *Держатели* отображается раскладка инструментов по ячейкам магазина. Нумерация слева соответствует номерам ячеек. Номер внутри скругленного прямоугольника означает номер инструмента, установленный в данной ячейке. Например: 

- в ячейку №4 загружен инструмент №1166 из базы инструментов. Держатель, из которого в данный момент времени установлен инструмент в шпиндель подсвечивается синим цветом: 

.



- отображение текущего номера инструмента в памяти контроллера.

 - кнопка автоматической установки инструмента. По её нажатию открывается окно с просьбой ввести номер инструмента, который нужно взять. Если ячейка с таким инструментом не будет найдена, действие отменится. Если в данный момент установлен другой инструмент, станок сначала выполнит его сброс, а затем возьмет требуемый.

 - кнопка автоматического сброса установленного инструмента.

 - кнопка измерения инструмента по калибратору с записью результата в базу данных и память контроллера. По нажатию на неё откроется окно с просьбой ввести номер инструмента. Если нужно измерить весь магазин – введите 0.

 - по этой кнопке осуществляется ручная установка номера инструмента в памяти контроллера, если, например, какая-то фреза была установлена Вами в патрон руками, а не с помощью кнопки автоматического захвата. Это позволит актуализировать текущее состояние станка в графическом интерфейсе.

Действия по кнопкам выше можно также выполнить непосредственно для нужной ячейки магазина, чтобы не вводить номера инструментов. Для этого кликните правой кнопкой мыши по держателю на панели и выберите один из пунктов меню: *Взять*, *Измерить* или *Установить* (рис. 75).

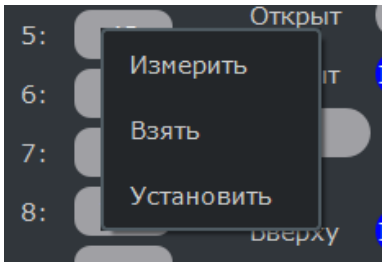


Рисунок 75. Действия над инструментом в держателе

С помощью переключателей  можно вручную управлять состоянием цанги, магазина и щетки при необходимости.

9.6.1 Автоматическая смена инструмента с магазином линейного типа, установленным на столе

На рис. 76 приведен пример настроек линейной автосмены инструмента, когда магазин расположен на столе и ориентирован вдоль оси X. Выход из магазина с инструментом осуществляется перемещением шпинделя по оси Y в отрицательном направлении (назад) на 70мм.

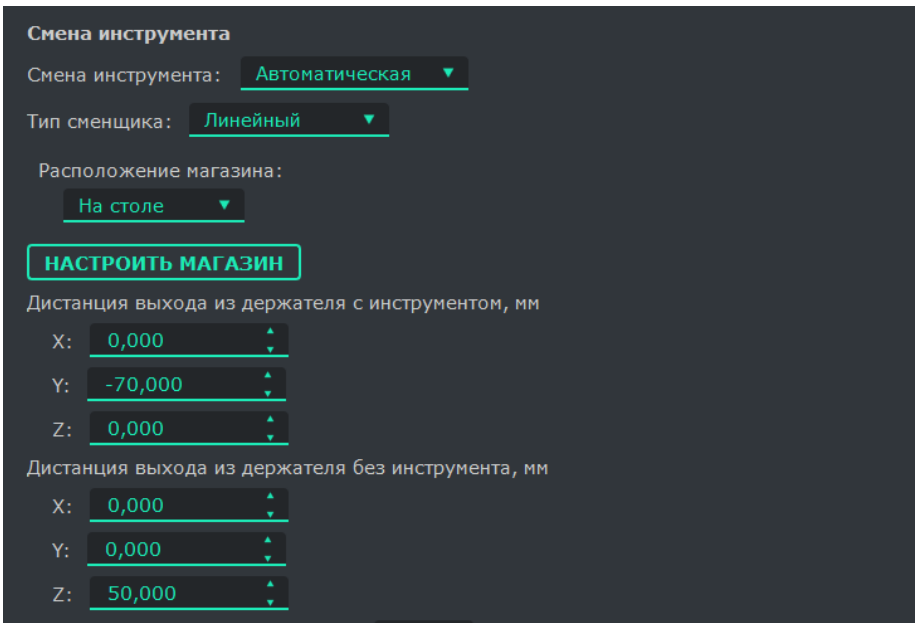


Рисунок 76. Линейная АТС с магазином на столе вдоль оси X

На рис. 77 приведен пример настроек линейной автосмены инструмента, когда магазин расположен на столе и ориентирован вдоль оси Y. Выход из магазина с инструментом осуществляется перемещением шпинделя по оси X в положительном направлении (вправо) на 70мм.

В обоих случаях выход из магазина без инструмента осуществляется подъемом шпинделя вверх на 50мм.

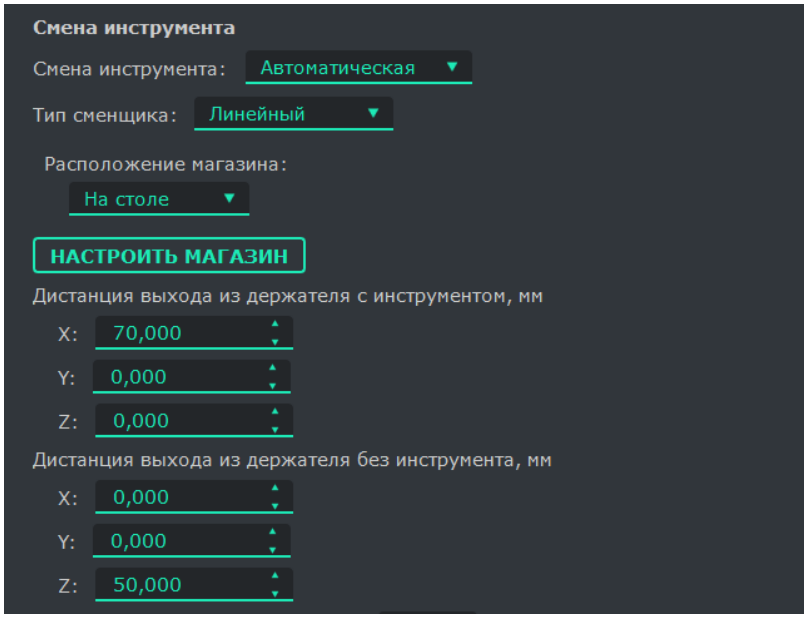


Рисунок 77. Линейная АТС с магазином на столе вдоль оси Y

9.6.2 Автоматическая смена инструмента с магазином линейного типа, закрепленным на портале

На рис. 78 приведен пример настроек линейной автосмены, когда магазин закреплен на портале (так называемая, «подпортальная гребёнка»). В этой схеме отсутствуют перемещения по всем осям для захода в магазин (и выхода из магазина) с инструментом: заход с инструментом в держатель (или выход с инструментом из

держателя) осуществляется путем выстреливания магазина пневматикой после того, как шпиндель полностью приехал в координаты держателя.

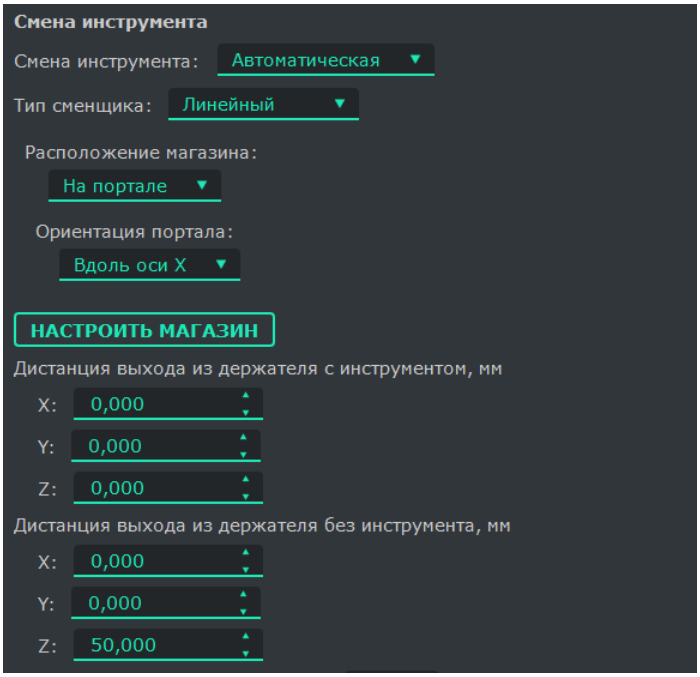


Рисунок 78. Линейная АТС с магазином на портале

9.6.3 Автоматическая смена инструмента с магазином карусельного типа, установленным на столе

На рис. 79 приведен пример настроек карусельной смены инструмента с установленным на столе магазином. Настройки заданы из предположения, что карусель установлена на правом (по оси X) краю рабочего поля, и выход с инструментом из держателя осуществляется в отрицательном направлении (влево) оси X на 60мм. Выход из держателя без инструмента осуществляется вверх по оси Z на 50мм.



Рисунок 79. Карусельная АТС с магазином на столе

9.6.4 Автоматическая смена инструмента с магазином карусельного типа, закрепленным на портале

На рис. 80 приведен пример настроек карусельной смены инструмента с закрепленной на портале каруселью. Портал ориентирован вдоль оси X, а карусель закреплена на его правом краю. Выход с инструментом из держателя осуществляется в отрицательном направлении (влево) оси X на 60мм. Выход из держателя без инструмента осуществляется вверх по оси Z на 50мм.

Если портал ориентирован вдоль оси X, то в позиции смены инструмента координата Y не используется - шпиндель едет в позицию смены только по осям XZ/. Если портал ориентирован вдоль оси Y, то в позиции смены инструмента координата X не используется – шпиндель едет в позицию смены только по осям YZ.

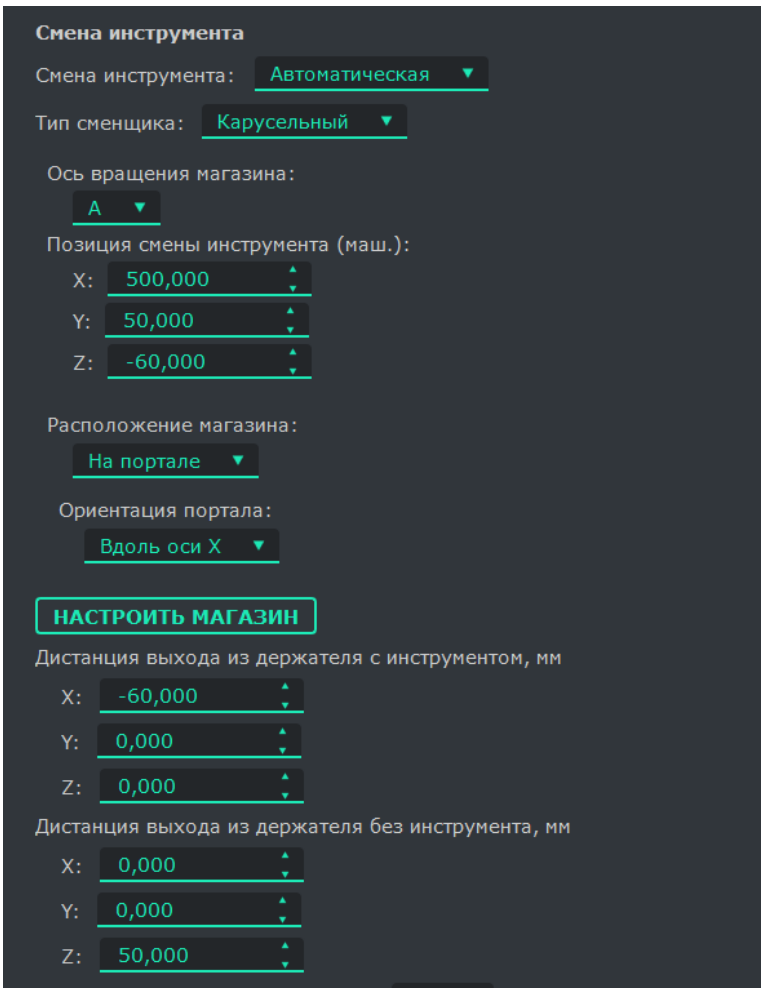


Рисунок 80. Карусельная АТС с магазином на портале

9.7 Ручная смена инструмента

Общий порядок настройки ручной смены инструмента выглядит следующим образом.

- Создать базу инструментов (см. п. 9.3).
- Настроить смену инструмента (см. п. 9.4). В зависимости от Вашей конфигурации станка смотрите детали в пунктах 9.7.1-9.7.2.
- Через меню *Сервис* → *Настройки* → *Макровызовы* необходимо создать макровызов на команду *M0?6*, которому назначить встроенный макрос *manual_tool_change*. Данный макровызов при выполнении УП будет автоматически запускать макрос смены инструмента, когда встретит команду *M6* (*M06*).

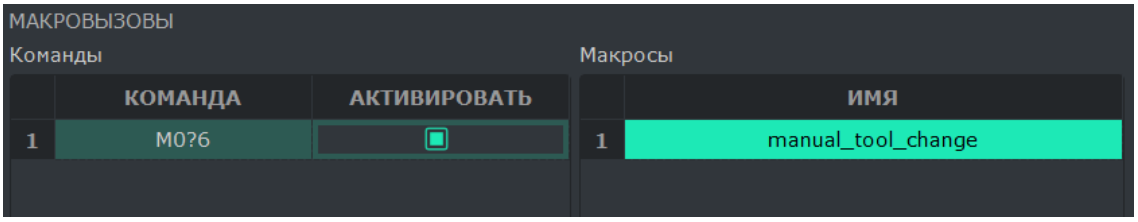


Рисунок 81. Макровызов для ручной смены инструмента

После выполнения всех настроек в визуализаторе под закладкой *ИСПОЛНИТЕЛИ* появится панель *СМЕНА ИНСТРУМЕНТА*, наполнение которой зависит от типа ручной смены (см. п. 9.7.1-9.7.2*).*

9.7.1 Ручная смена с использованием таблицы инструментов (подготовка под автосмену)

На рис. 82 приведен пример настроек ручной смены с автоматической компенсацией длины фрезы по базе инструментов. Для активации этого режима должна быть включена галочка *Автоматически компенсировать длину по базе инструментов*. Функцию целесообразно активировать, если Ваш станок имеет подготовку под автосмену, то есть на него установлен специальный шпиндель с пневматическим механизмом захвата/сброса фрезы. В этом случае при повторной установке одного и того же инструмента его положение в патроне будет фиксированно, поэтому для ускорения процесса смены фрезы можно один раз обмерить все инструменты (в процессе измерения длина по датчику каждой фрезы записывается в базу данных) и далее при смене инструмента во время выполнения УП положение рабочего нуля Z будет сразу же автоматически восстанавливаться по разности запомненных длин предыдущего и следующего инструментов по базе данных без отправки новой фрезы на калибратор.

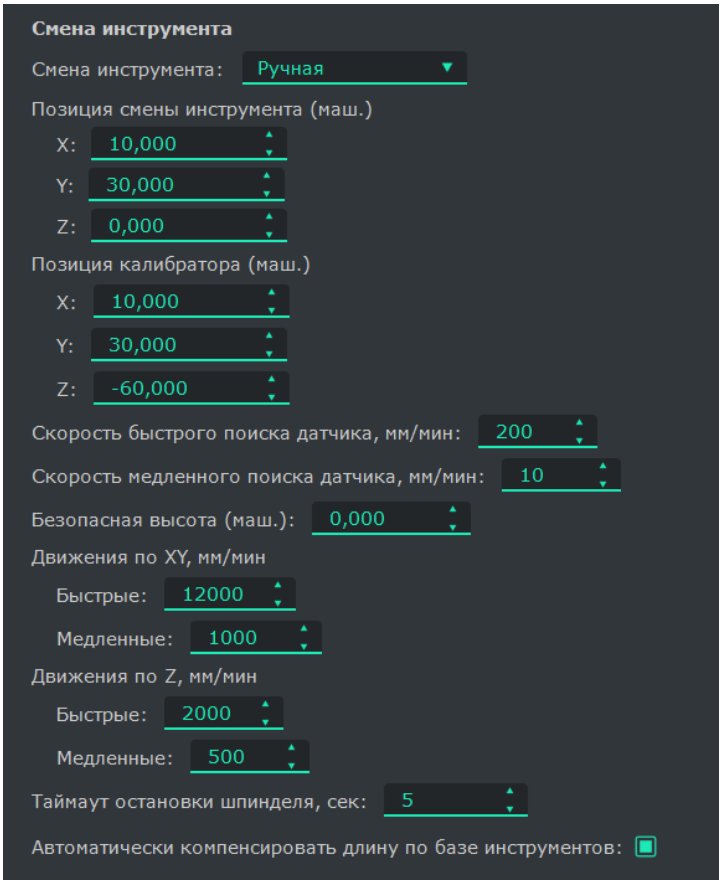


Рисунок 82. Ручная смена инструмента с компенсацией длины по базе

Панель смены инструмента при такой конфигурации показана на рис. 83.

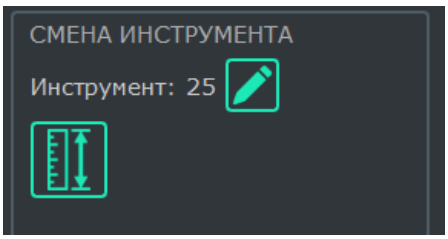
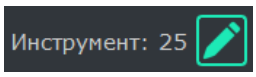


Рисунок 83. Панель управления инструментами при ручной смене с таблицей



- отображение текущего номера инструмента в памяти контроллера.

 - кнопка измерения инструмента по калибратору с записью результата в базу данных. По её нажатию откроется окно со списком всех инструментов в базе и просьбой ввести номер. Если нужно измерить все инструменты – введите 0.

 - по этой кнопке осуществляется установка номера инструмента в памяти контроллера. Например, после того, как Вы вручную установили новую фрезу в шпиндель, необходимо дать об этом знать контроллеру, нажав на данную кнопку и указав номер установленного инструмента.

9.7.2 Ручная смена без использования таблицы инструментов

На рис. 84 приведен пример настроек ручной смены инструмента без использования базы данных для автоматической компенсации длины фрезы. Если же у Вас установлен обычный шпиндель, то в данном случае невозможно два раза подряд закрутить фрезу в шпинделе на одном уровне, поэтому использовать базу инструментов для автоматической компенсации длины без измерения фрезы не получится, и опция должна быть выключена. В этом случае алгоритм работы будет следующий:

1. Перед запуском УП в шпиндель устанавливается первый инструмент.
2. Выставляется рабочий ноль по оси Z (например, с помощью процедуры Z-щуп).
3. Этот инструмент «отбивается» по фиксированному калибратору, чтобы запомнить значение рабочей координаты кончика фрезы на поверхности калибратора (кнопка ).
4. Запускается УП.

При каждой ручной смене после установки новой фрезы станок едет на калибратор и «отбивается» по нему, восстанавливая для нового инструмента запомненное ранее значение рабочей координаты на поверхности калибратора.

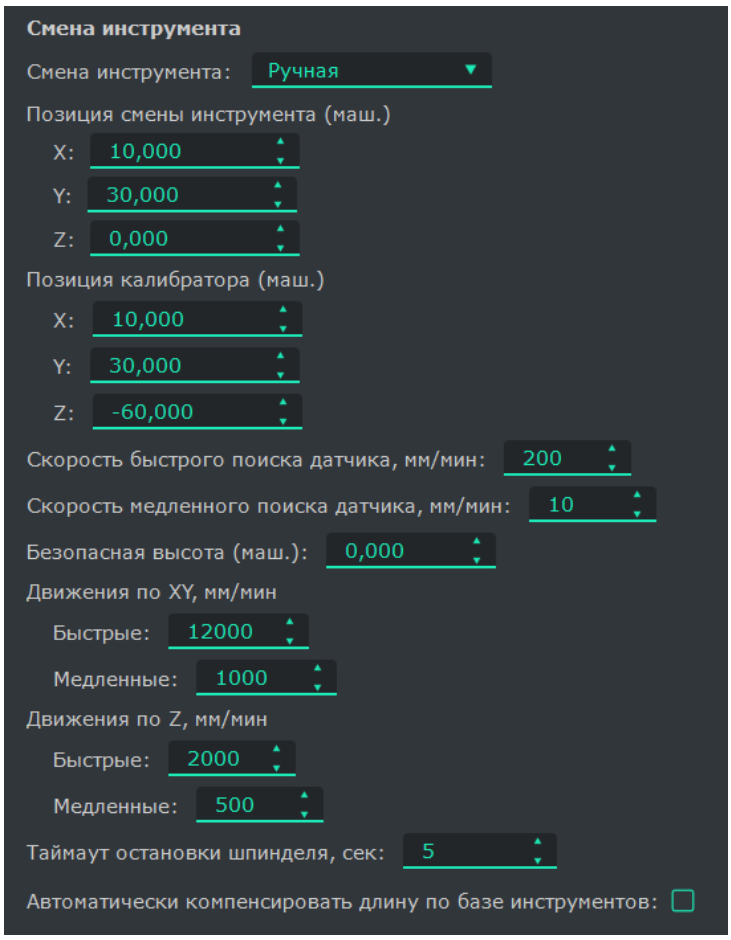


Рисунок 84. Ручная смена инструмента без компенсации по базе

Панель смены инструмента при такой конфигурации показана на рис. 85.

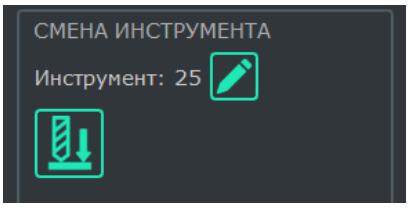
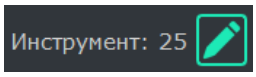


Рисунок 85. Панель управления инструментами при ручной смене без таблицы



- отображение текущего номера инструмента в памяти контроллера.

 - по этой кнопке осуществляется установка номера инструмента в памяти контроллера. Например, после того, как Вы вручную установили новую фрезу в шпиндель, необходимо дать об этом знать контроллеру, нажав на данную кнопку и указав номер установленного инструмента.

 - кнопка для запоминания рабочей координаты кончика фрезы по фиксированному калибратору. Это необходимое действие, которое нужно обязательно выполнять перед запуском УП, но после установки рабочего нуля Z. По его выполнению программа запомнит значение рабочей координаты Z на поверхности калибратора и будет её восстанавливать каждый раз после смены инструмента при выполнении УП.

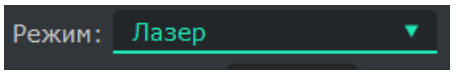
10. Настройка работы станка в различных режимах

10.1 Фрезер и лазер

Программа поддерживает работу со станками, оборудованными одновременно шпинделем и лазером, и позволяет быстро переключаться с одного режима на другой с автоматической подстройкой рабочих координат, что очень удобно, когда одна заготовка требует фрезерной и лазерной обработки.

На станках с одновременно оборудованными шпинделем и лазером между этими двумя инструментами есть некоторое смещение, которое необходимо учитывать при переключении между режимами. Выполните следующие действия, чтобы автоматизировать процесс перехода с одного инструмента на другой.

- Измерьте смещение между осями шпинделя и лазера по X и по Y (с максимальной точностью). Процесс измерения может быть таким: в текущей позиции сделайте небольшое засверливание тонкой фрезой, запомните текущие значения координат. Затем включите на небольшую мощность лазер и совместите луч с ранее засверленной точкой с помощью команд ручного перемещения. Разница в координатах между предыдущей и новой позициями и будет являться смещением лазера.
- Перейдите в меню *Станок → Инструменты → Исполнительные узлы,* откройте на редактирование Лазер и в секции ***Смещение рабочего нуля*** введите ранее измеренные значения для осей X,Y. При этом обратите внимание, что смещение по оси X должно быть положительным числом, если лазер расположен относительно шпинделя в положительном направлении оси X. Иначе смещение имеет отрицательный знак. Аналогично для оси Y: смещение положительно, если лазер расположен относительно шпинделя в положительном направлении оси Y.

Теперь при переключении между режимами 

(панель *ИСПОЛНИТЕЛИ*) рабочий ноль нового инструмента (фреза или луч лазера) будет автоматически корректироваться с учетом его смещения, чтобы его положение совпадало с положением рабочего нуля предыдущего инструмента.

Важно. Так как между шпинделем и лазером есть смещение (в общем случае по обоим осям), а концевые датчики устанавливают машинный ноль для основного инструмента (скажем, это шпиндель), очень важно правильно расположить заготовку и установить рабочий ноль, чтобы при переключении на дополнительный инструмент (лазер) не произошло нарушение границ рабочего поля станка. На рис. 86 приведён пример неправильного размещения заготовки на столе станка, вследствие чего после переключения на лазер произойдет нарушение границ рабочего поля по оси X. Пример правильного расположения заготовки приведен на рис. 87.

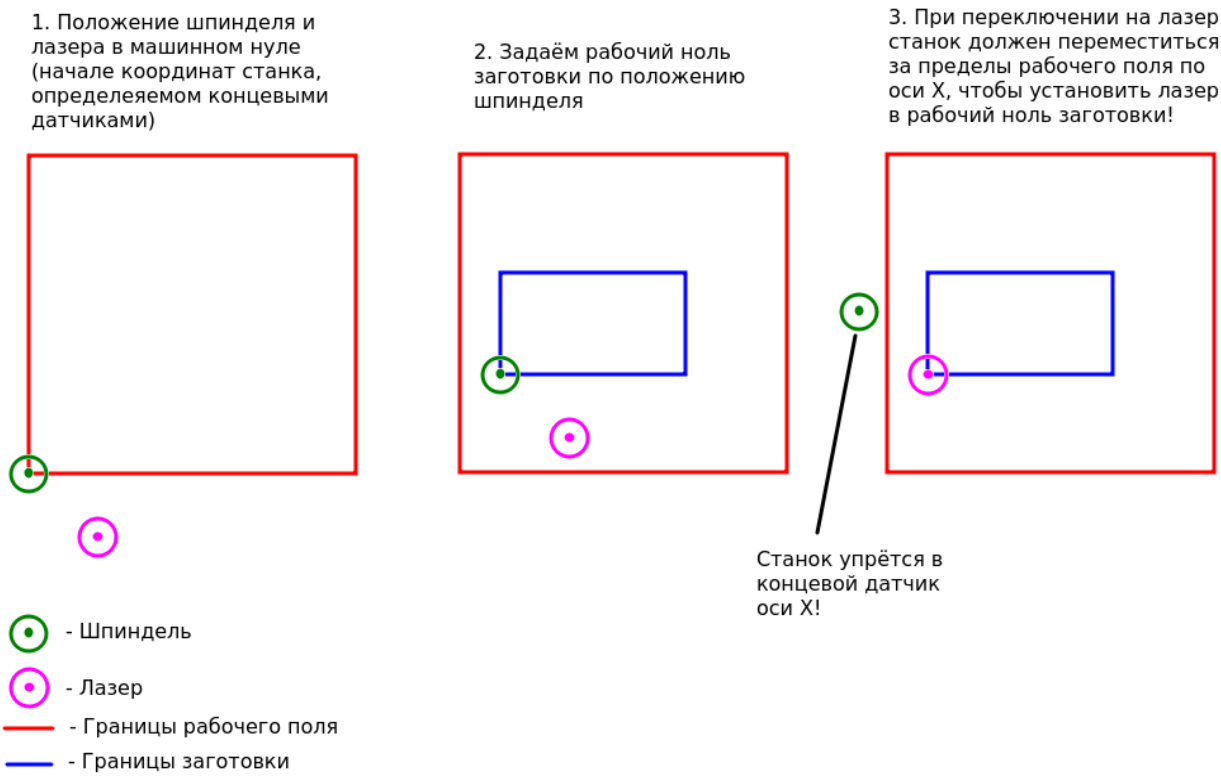


Рисунок 86. Пример неправильного расположения заготовки

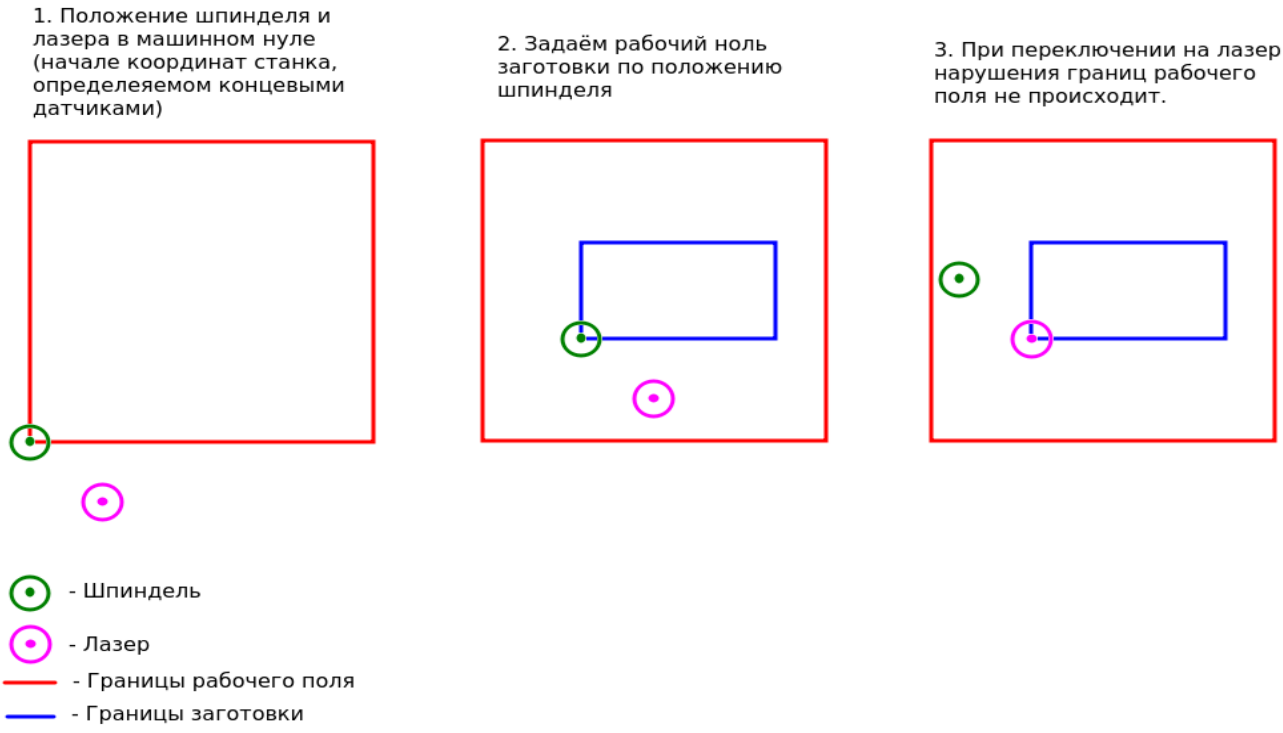


Рисунок 87. Правильное расположение заготовки

10.2 Многошпиндельные станки

Многошпиндельные станки позволяют выполнять работу в двух основных режимах.

1) Одновременная обработка нескольких одинаковых заготовок, что кратно увеличивает скорость выпуска продукции.

2) Работа в режиме автоматической смены инструмента, когда на один шпиндель устанавливается, например, черновая фреза, выполняется обработка детали, затем происходит автоматическое быстрое переключение на второй шпиндель, на котором заранее была установлена чистовая фреза, и выполняется чистовая обработка заготовки. Данный режим позволяет исключить вынужденный простой станка после завершения черновой обработки для смены фрезы.

Для таких станков очень удобно для каждого шпинделя создавать отдельный исполнитель, в настройках которых есть все необходимые параметры, позволяющие автоматически переключаться между шпинделями или же запускать их одновременную работу буквально по нажатию одной кнопки без необходимости в каких-либо сложных ручных манипуляциях.

Важно. Возможность создавать несколько исполнителей поддерживается только в продвинутом интерфейсе визуализатора (доступен только для контроллеров MSC-4ES и MSC-6ES на момент написания документации). Для его включения зайдите в меню *Сервис → Настройки → Управление* и установите галочку ***Продвинутый режим*** (см. рис. 88).

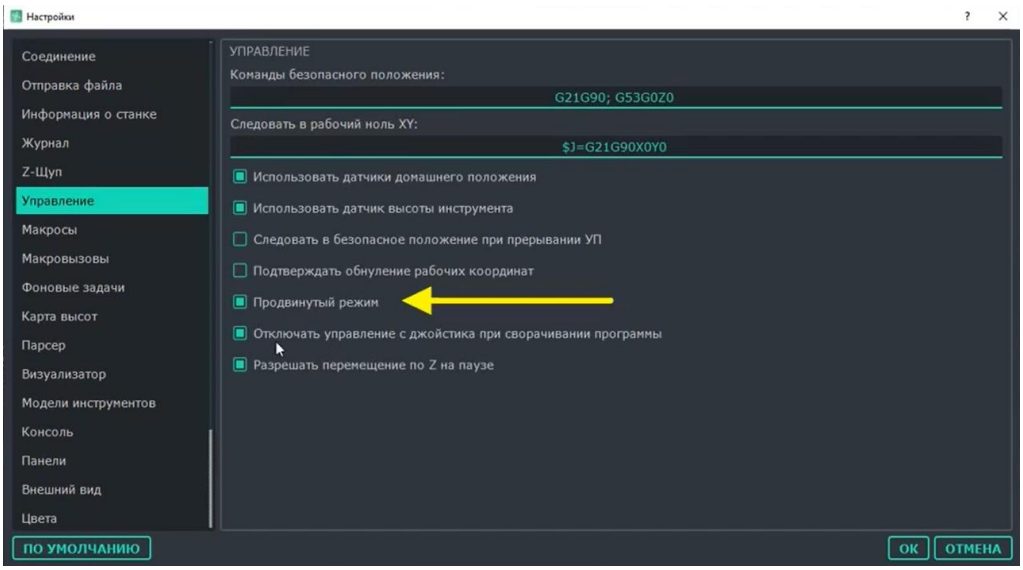


Рисунок 88. Включение продвинутого режима

Далее нужно зайти в меню *Станок → Инструменты → Исполнительные узлы* и для каждого шпинделя создать свой исполнитель. Подробно по настройкам исполнителя см. раздел 9.1.2.

Здесь необходимо обратить внимание, что для каждого шпинделя нужно задать ***Смещение рабочего нуля*** по осям X,Y – оно настраивается обычно относительно первого в списке исполнителя.

Если шпиндели по вертикальной оси приводятся в движение своим шаговым двигателем (независимые оси), то для параметра ***Тип привода вертикальной оси*** необходимо указать значение *Шаговый двигатель* и для каждого исполнителя в параметре ***Вертикальная ось*** настроить, к какой именно оси подключено вертикальное перемещение данного шпинделя (см. рис. 89).

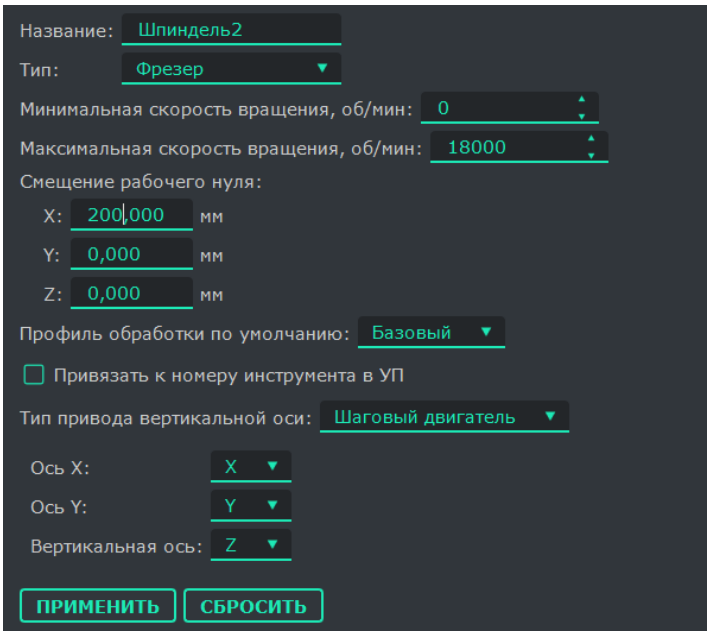


Рисунок 89. Настройка шпинделя с приводом от шагового двигателя

Если все шпиндели при активации/деактивации выстреливаются пневмоцилиндрами, то ***Тип привода вертикальной оси*** необходимо настроить на *Пневмопривод*, и далее для каждого шпинделя указать, к какому релейному выходу подключено управление пневмоцилиндром (***Управляющий выход***), а также настроить действия по активации/деактивации исполнителя (см. рис. 90). Эти команды будут автоматически отправляться в контроллер при активации/деактивации исполнителя.

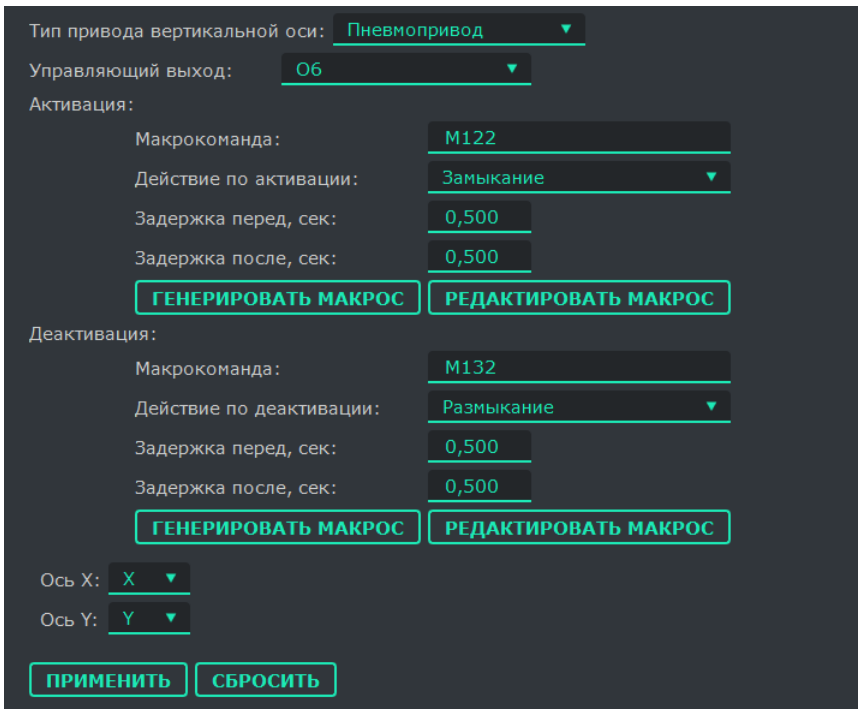


Рисунок 90. Настройка шпинделя с пневмоприводом

Обратите внимание, что также есть возможность настроить независимую ось *X* или *Y* для каждого шпинделя (параметры ***Ось X*** и ***Ось Y***). Например, если вдоль портала они движутся независимо, то движения вдоль портала одного из шпинделей можно подключить к оси *B* или *C*, настроив исполнитель соответствующим образом.

После завершения настройки через Панель Исполнители можно вручную управлять переключением между шпинделями (см. рис. 91). Галочки слева используются для активации (опускания вниз) или деактивации (поднятия вверх) шпинделей, если их положение управляется пневмоприводами. Радиокнопка справа используется для переключения рабочего нуля на один из шпинделей.

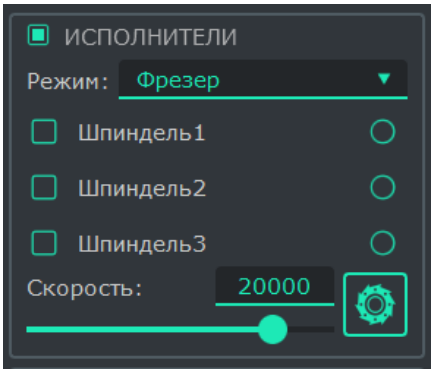


Рисунок 91. Управление шпинделями

Для того чтобы выбрать, для каких шпинделей запустить загруженную УП, нужно открыть настройки задачи (см. рис. 92) и в открывшемся окне выбрать все необходимые шпиндели (см. рис. 93).

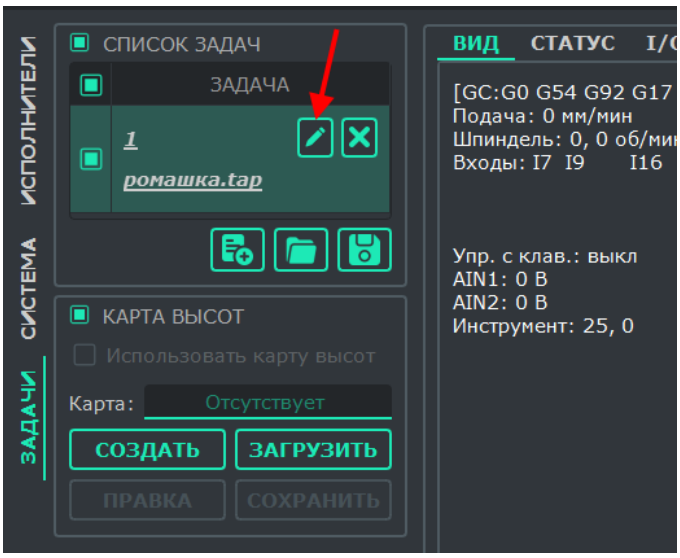


Рисунок 92. Настройки задачи

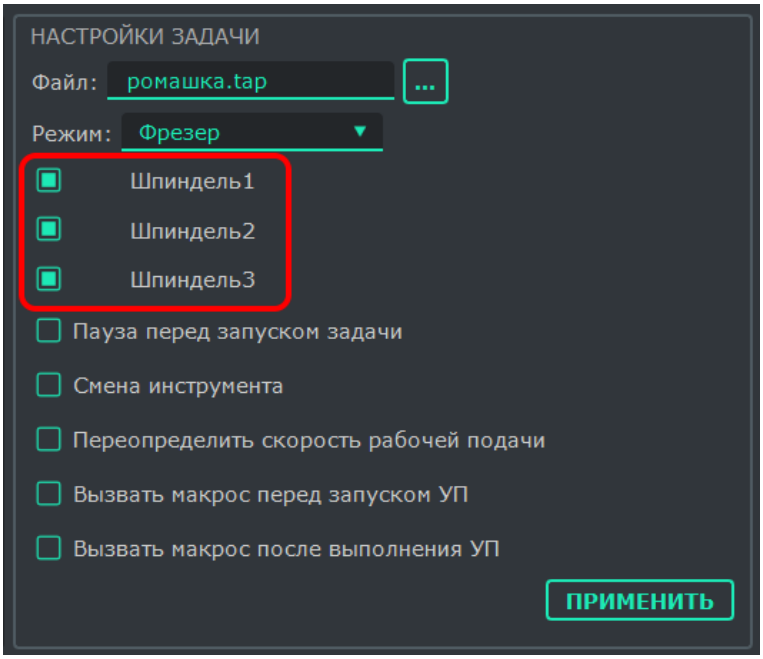


Рисунок 93. Выбор шпинделей для запуска УП

Важно. Если шпиндели настроены с независимыми вертикальными или горизонтальными осями, например, вертикальная ось второго шпинделя управляется осью *B*, а его перемещения вдоль портала по X управляются осью *C*, то нет необходимости создавать УП для каждого шпинделя индивидуально, т.к. визуализатор при отправке команд G-кода в контроллер в процессе трансляции УП будет автоматически подменять оси *Z* и *X* на буквы осей соответствующих шпинделей, выбранных в настройках задачи (для второго шпинделя *B* и *C* соответственно).

10.3 Токарный режим

Порядок настройки программы для работы в токарном режиме.

1. Через меню *Сервис → Настройки → Информация о станке* установите параметру *Тип станка* значение *Токарный.*

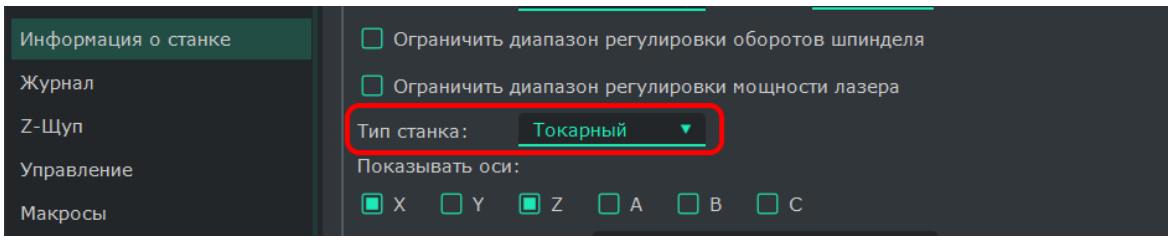


Рисунок 94. Перевод визуализатора в токарный режим

2. Откройте меню *Станок → Инструменты → Исполнительные узлы*, выберите токарный исполнитель и настройте диапазон скорости вращения шпинделя. Обратите внимание, что в релизе 4.4 управление оборотами шпинделя токарного станка осуществляется только аналоговым сигналом 0-10В с выхода *APWM*.

3. Через меню *Станок → Конфигурация → Шпиндель* при необходимости настройте синхронизацию шпинделя (см. п. 8.6). Предварительно к контроллеру должен быть подключен датчик Холла к любому свободному дискретному входу или квадратурный энкодер вращения к разъемам *Enc1…Enc3* на плате (поддержка энкодеров аппаратно реализована только на контроллерах MSC-4ES и MSC-6ES).

4. Если при выполнении УП с круговой интерполяцией (команды G2-G3), Вы заметили, что дуги отрисовываются и выполняются некорректно, через меню *Станок → Конфигурация → Прочие настройки* включите галочку *Инвертировать направление дуги в режиме G18 (Z-X).*

5. В базе знаний на нашем сайте Вы можете найти макросы для популярных токарных операций (включая многопроходный цикл нарезания резьбы по G76), которые позволят быстро сгенерировать G-код по заданным параметрам.

10.4 Плазма

10.4.1 Общий алгоритм настройки станка в режиме плазмы

1. Через меню *Сервис → Настройки → Информация о станке* настройте параметры *Тип станка - Портальный*, *Функция станка - Плазма*.

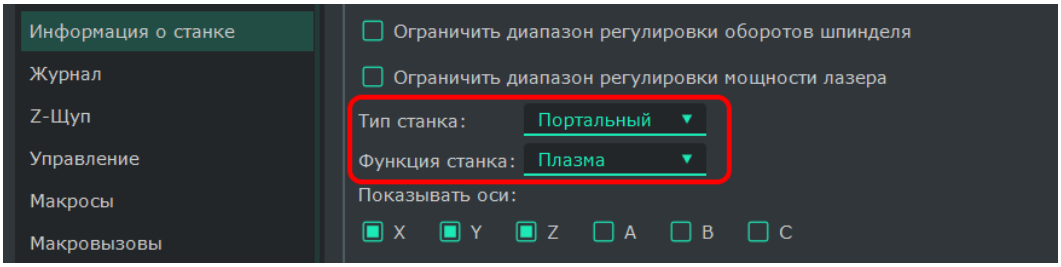


Рисунок 95. Перевод визуализатора в режим плазмы

2. Через меню *Станок → Конфигурация → Входы/выходы* переопределите входы, к которым подключены сигналы *«Дука ОК», «Вверх», «Вниз»* на альтернативную функцию *Ixx*.

3. Через меню *Станок → Конфигурация → Плазма* настройте режим плазмы контроллера в соответствии с рекомендациями п. 8.13.

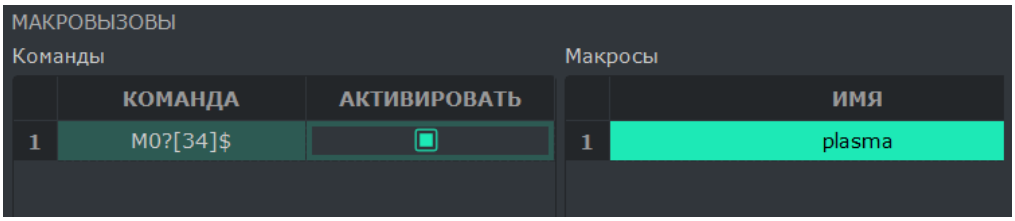
4. Через меню *Сервис → Настройки → Макросы* создайте макрос, код которого представлен ниже. Макрос выполняет поиск металла (probing), после чего

делает отскок на заданное расстояние *OFFSET* и включает плазму. Дайте макросу название, например, *plasma*. При необходимости скорректируйте в макросе значения параметров *OFFSET* и *PROBE_RATE*.

```
{
    /*
    Макрос для поиска металла. Используется при работе плазмореза.
    Макрос необходимо назначить на макровызов для команды M0?[34]$.
    */

    // OFFSET - расстояние отступа от поверхности металла после его нахождения
    var OFFSET = 5
    // PROBE_RATE - скорость поиска металла
    var PROBE_RATE = 150
}
{
    $.send("G38.2 Z-" + String($.params.maxTravelValueZ) + " F" + String(PROBE_RATE))
    $.send("G0G91Z" + String(OFFSET))
    $.send("G90")
    $.send("G4P0.1")
    $.send("M3")
}
```

5. Через меню *Сервис → Настройки → Макровызовы* создайте макровызов на команду *M0?[34]$* и назначьте ему созданный ранее макрос *plasma*. Нажмите ОК.



10.4.2 Контроль различных параметров регулировки высоты на панели THC

При выборе режима *THC вверх-вниз* или *THC по напряжению* открывается панель THC, на которой можно отслеживать состояние сигналов и корректировать в реальном времени параметры регулировки высоты.

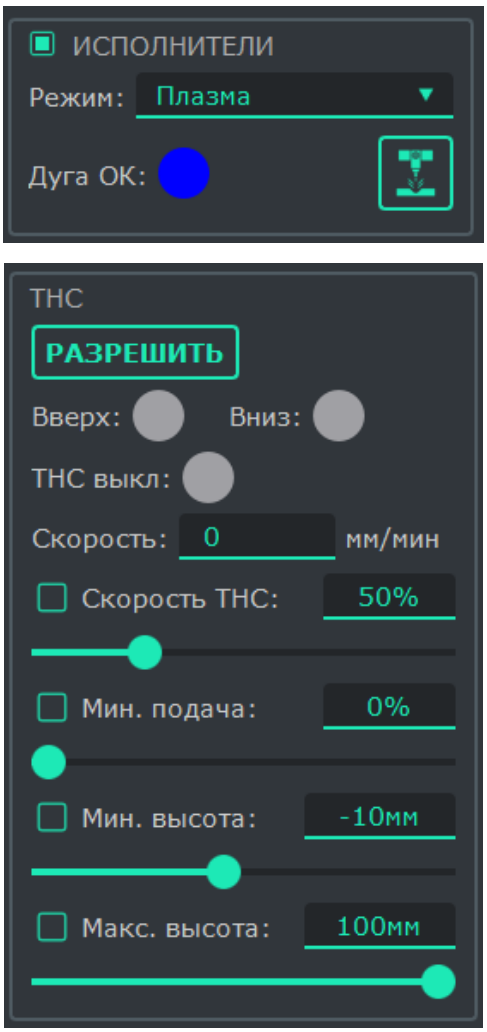


Рисунок 96. Панель THC регулировки параметров коррекции высоты

- Индикатор *Дуга ОК* – загорается синим, когда на соответствующий вход контроллера приходит сигнал «ок» от THC.
- *Разрешить* - кнопка включает или выключает механизм коррекции высоты.
- Индикатор *Вверх* – загорается синим, когда на соответствующий вход контроллера приходит сигнал «вверх» от THC.
- Индикатор *Вниз* – загорается синим, когда на соответствующий вход контроллера приходит сигнал «вниз» от THC.
- Индикатор *THC выкл* – загорается красным при активации выхода выключения THC по команде M103. По команде M104 этот выход выключается.
- *Скорость, мм/мин* – отображается реальная скорость движения оси Z во время коррекции высоты.
- Ползунок *Скорость THC, %* - задает скорость регулировки высоты в процентах от установленной в системе рабочей подачи кодом F. Для включения коррекции скорости THC активируйте галочку возле ползунка. При снятии галочки скорость сбрасывается на установленное в настройках плазмы значение.
- Ползунок *Мин. подача, %* - задает минимальную подачу выключения коррекции высоты ЧПУ-контроллером в процентах от установленной в системе рабочей подачи кодом F. Для включения коррекции минимальной подачи активируйте галочку возле ползунка. При снятии галочки параметр сбрасывается на установленное в настройках плазмы значение.

- Ползунок *Мин. высота, мм* – задает минимальную рабочую координату оси Z, ниже которой запрещено опускать горелку при коррекции высоты. Для включения коррекции минимальной высоты активируйте галочку возле ползунка. При снятии галочки параметр сбрасывается на установленное в настройках плазмы значение.
- Ползунок *Макс. высота, мм* – задает максимальную рабочую координату оси Z, выше которой запрещено поднимать горелку при коррекции высоты. Для включения коррекции максимальной высоты активируйте галочку возле ползунка. При снятии галочки параметр сбрасывается на установленное в настройках плазмы значение.

10.4.3 Некоторые замечания по работе контроллера в режиме плазмы

1. Если во время работы пропадёт сигнал *«Дуга ОК»* и не восстановится в течение интервала времени, заданного параметром *Таймаут ошибки дуги, сек*, контроллер остановит работу, выключит плазму и встанет на паузу. Чтобы продолжить работу, включите плазму по кнопке  - контроллер автоматически продолжит работу при получении сигнала *«Дуга ОК».*
2. Если во время работы сигнал *«Дуга ОК»* пропадает менее, чем на *Таймаут ошибки дуги, сек*, контроллер продолжает работу в обычно режиме.
3. Если после включения плазмы по команде M3/M4 в течение интервала времени, заданного параметром *Таймаут ожидания дуги, сек*, сигнал *«Дуга ОК»* не получен, контроллер выключает плазму и становится на паузу. Чтобы продолжить работу, нажмите кнопку  на панели *ИСПОЛНИТЕЛИ*. Чтобы прервать и выйти из состояния паузы – кнопку  на панели *ПЕРЕМЕЩЕНИЕ*.

10.4.4 Схемы подключения

На рис. 97 приведена структурная схема подключения контроллера MSC-4ES при работе в режиме *THC вверх-вниз*. В этом режиме к MSC-4ES подключается внешний контроллер высоты, который сам анализирует напряжение дуги от источника плазмы и выдает на ЧПУ-контроллер сигналы *Дуга ОК*, *Вверх* и *Вниз*. По этим сигналам MSC-4ES автоматически выполняет коррекцию высоты горелки по оси Z.

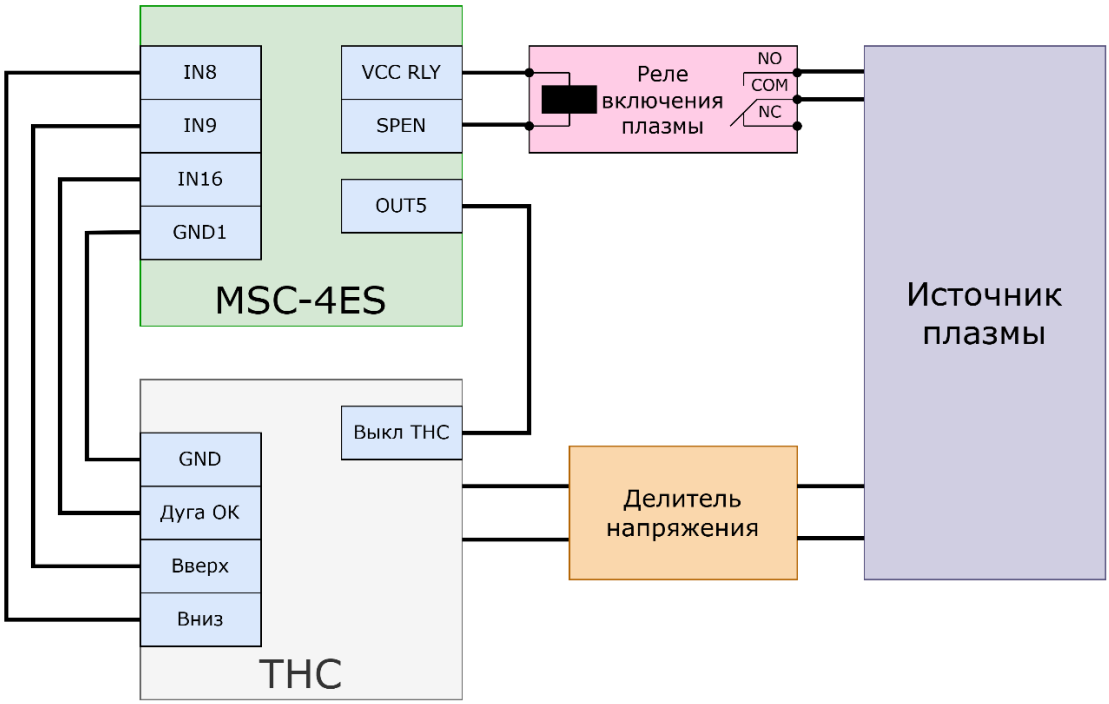


Рисунок 97. Схема подключения контроллера MSC-4ES в режиме «THC вверх-вниз»

На рис. 98 приведена структурная схема подключения MSC-4ES в режиме *Без THC* (то есть без контроля высоты). В этом режиме к нему подключается автономный THC-контроллер, который сам выполняет регулировку высоты горелки по оси Z. В данном случае от THC-контролера к MSC-4ES подключается только сигнал *Дуга ОК*, по которому он понимает, что дуга в порядке и можно начинать работу по программе.

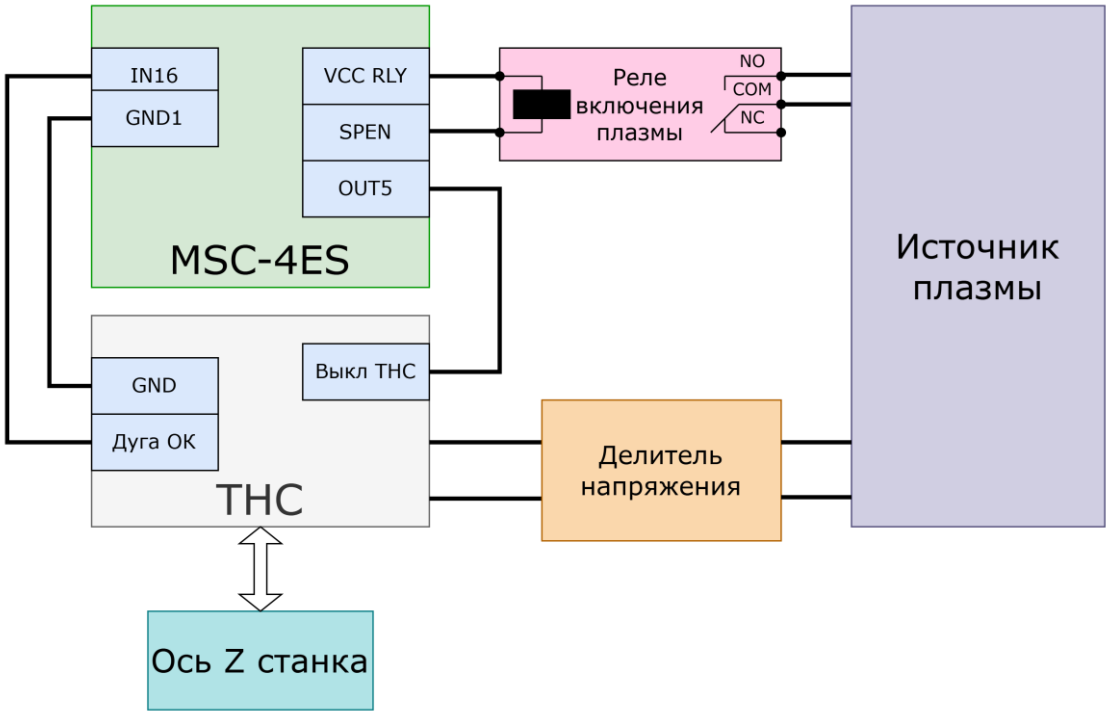


Рисунок 98. Схема подключения контроллера MSC-4ES в режиме «Без THC»

На рис. 99 приведена структурная схема подключения MSC-4ES в режиме *THC по напряжению*. В этом режиме отсутствует внешний THC-контроллер, а регулировку

высоты ЧПУ-контроллер выполняет непосредственно по напряжению дуги от источника плазмы, подаваемому на контроллер через делитель напряжения. Также на MSC-4ES от источника плазмы подключается сигнал *Дуга ОК*. Обратите внимание, что делитель напряжение должен быть выбран таким образом, чтобы максимальный уровень сигнала не превышал 10В на входе *AIN1*.

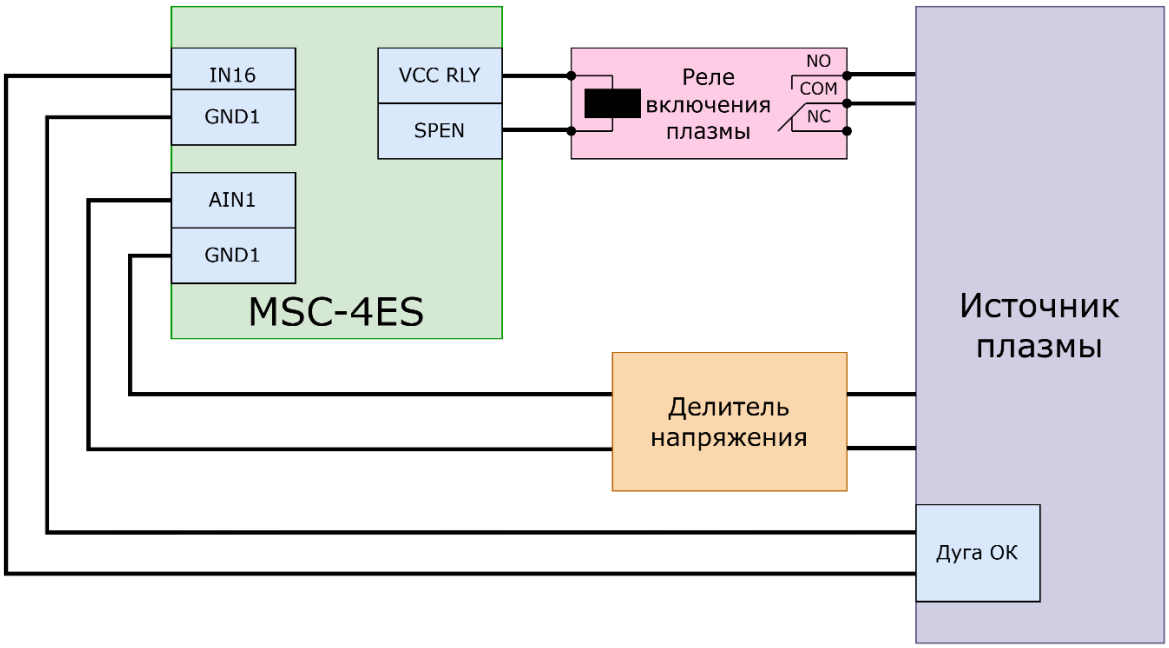


Рисунок 99. Схема подключения в режиме «THC по напряжению»

10.5 Тангенциальный нож

Тангенциальный нож – это нож, ориентация резака которого автоматически устанавливается по направлению его линейного перемещения, чтобы не было излома инструмента или порчи заготовки при изменении направления реза. Таким образом нож оборудован поворотным механизмом, к которому подключается одна из осей контроллера.

Важно. Режим тангенциального ножа поддерживается только в продвинутом интерфейсе визуализатора (рис. 88).

Таким образом, сначала нужно включить продвинутый интерфейс визуализатора, после чего зайти в меню *Станок* → *Инструменты* → *Исполнительные узлы* и создать исполнитель в режиме *Танг. Нож* (см. рис. 100).

Настройки в основном не отличаются от режима *Фрезер* – подробнее см. раздел 9.1.2 – здесь также настраиваются смещение рабочего нуля относительно первого исполнителя (если он есть), профиль обработки по умолчанию, тип привода вертикальной оси (пневмопривод или шаговый двигатель), независимые оси X,Y,Z, а также добавляется важный параметр – ***Поворотная ось*** – здесь нужно указать, какая ось контроллера подключена к поворотному механизму ножа.

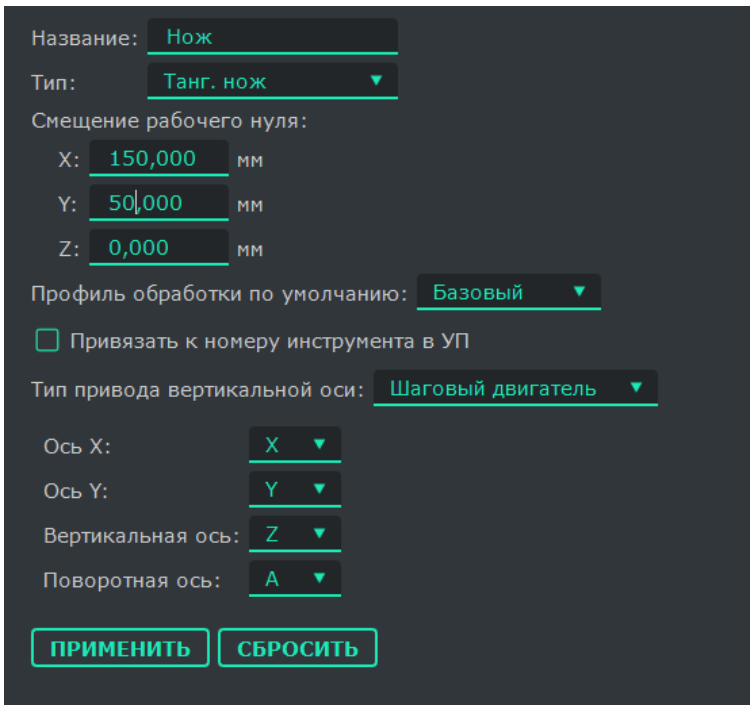


Рисунок 100. Исполнитель в режиме Танг. нож

Важно отметить, что в программе реализована визуализация тангенциального ножа, и на момент написания документации она «заточена» под поворотную ось *A*. Чтобы назначить ось A на поворот ножа, перейдите в меню *Сервис* → *Настройки* → *Информация о станке* и в параметр *Тип оси «A»* настройте значение *Поворотная ось тангенциального ножа* (см. рис. 101).

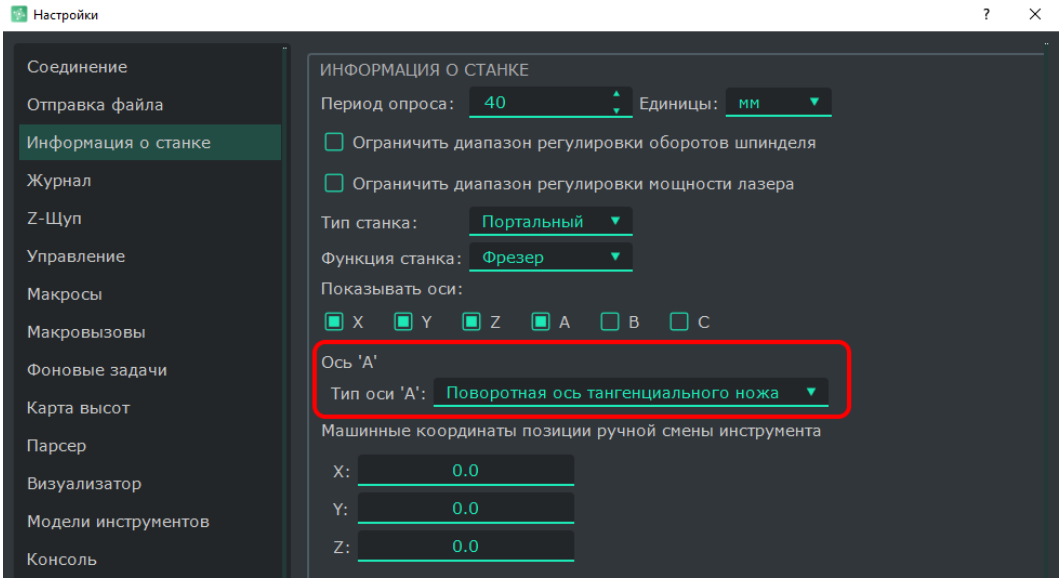


Рисунок 101. Поворотная ось тангенциального ножа

Если теперь через панель ИСПОЛНИТЕЛИ переключиться в режим *Танг. нож* (см. рис. 102), то визуализация инструмента изменится соответствующим образом (рис. 103), и при движении оси *A* будет выполняться поворот ножа вокруг своей оси.

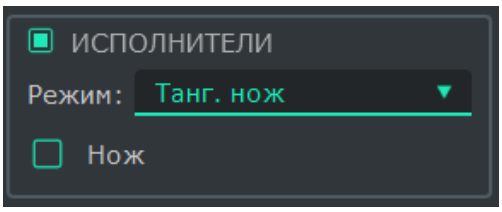


Рисунок 102. Переключение в режим Танг. нож

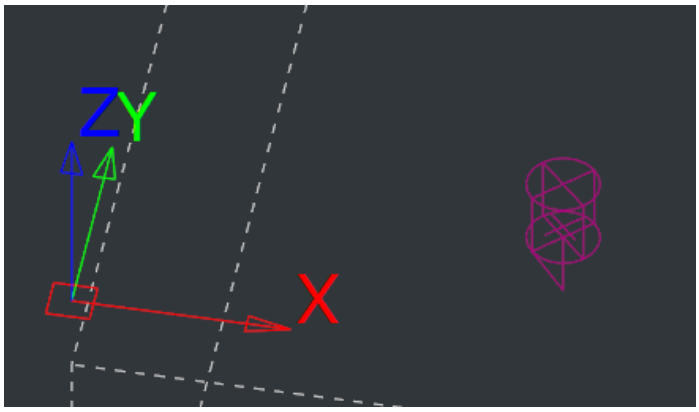


Рисунок 103. Визуализация танг. ножа

При необходимости можно настроить размер и цвет визуализации инструмента ножа. Размер настраивается через меню *Сервис → Настройки → Модели инструментов*, а цвет – *Сервис → Настройки → Цвета* в секции ИНСТРУМЕНТЫ.

Отметим, что для тангенциального ножа реализована возможность автоматической генерации G-кода по DXF-файлу раскроя, что значительно упрощает и ускоряет процесс подготовки к работе. Подробнее см. раздел 7.6.6.

11. Настройка визуализации программ лазера

В G-код программах для выжигания лазером оттенок обработанной заготовки определяется тем, воздействию луча какой мощности она подверглась. Мощность луча обычно задаётся командой S с определенным значением: выше значение — больше мощность. Визуализатор позволяет настроить отрисовку программ таким образом, чтобы участки с большей мощностью выглядели темнее, а участки меньшей мощности — светлее. Для этого откройте меню *Сервис → Настройки → Визуализатор*, в разделе *Режим Лазер* настройте параметры как на рис. 104.

Если на Вашем станке оттенок обработанной заготовки определяется высотой лазера над ней, выберите Полутоновое окрашивание по «Z»-коду.

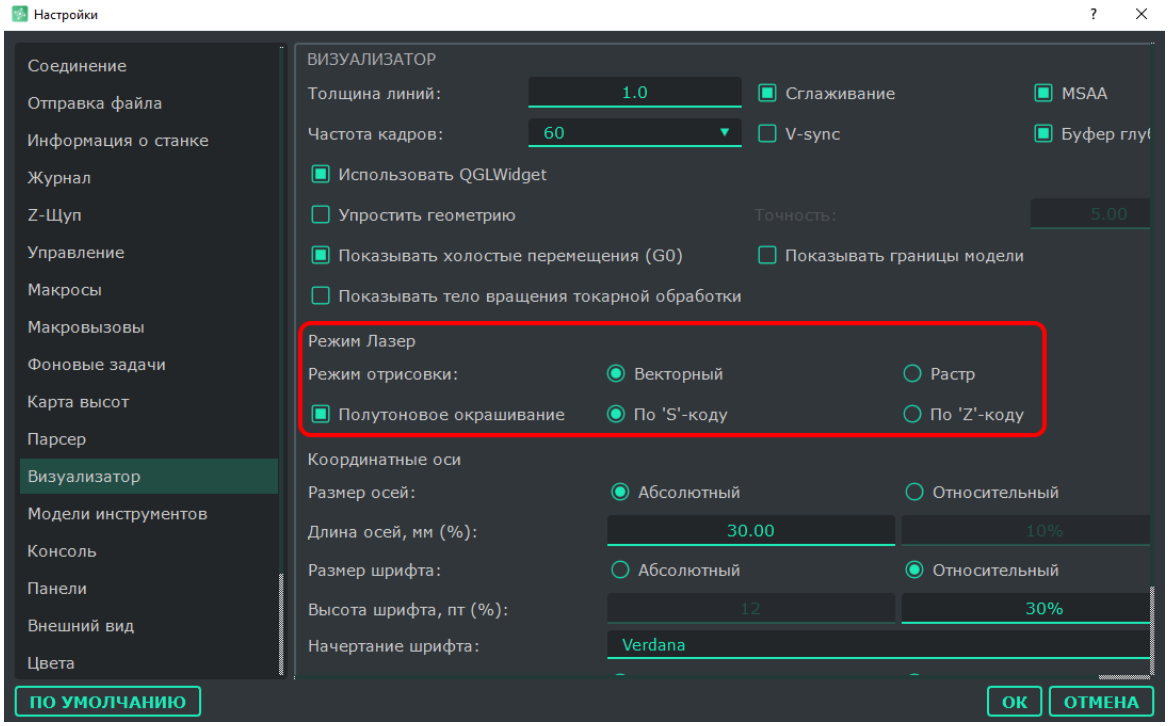


Рисунок 104. Настройка визуализации G-код программы для светодиодного лазера

На рис. 105 представлен пример визуализации G-код программы с полутоновым окрашиванием по S-коду.

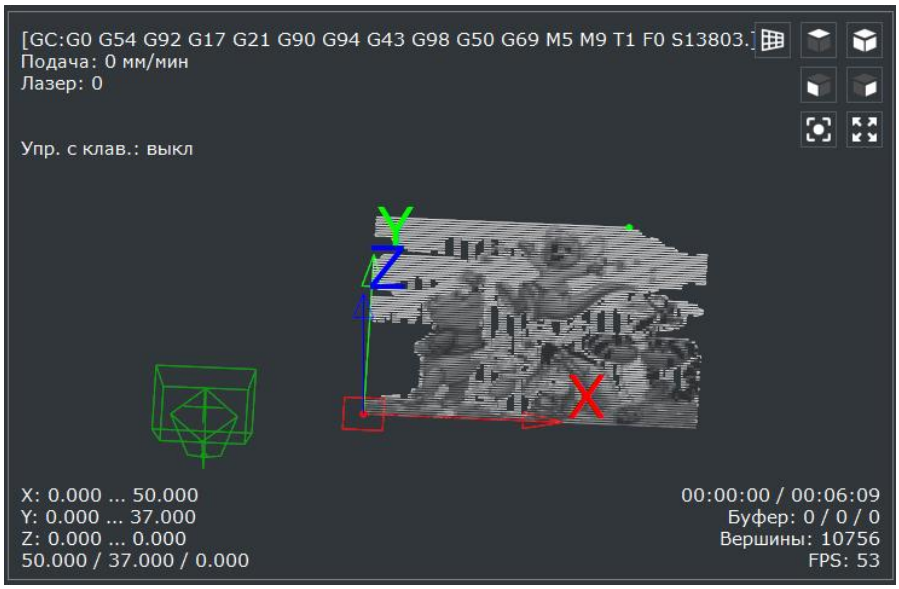


Рисунок 105. Пример визуализации программы с окрашиванием по S-коду

Обратите внимание, что при переключении в режим лазера меняется визуализация инструмента соответствующим образом. При включении лазера также появляется визуализация его луча (рис. 106). Здесь Вы можете настроить визуальный размер лазерной головы для удобства (через меню *Сервис → Настройки → Модели инструментов)*, а также цвет головы и луча (через меню *Сервис → Настройки → Цвета* в секции ИНСТРУМЕНТЫ).

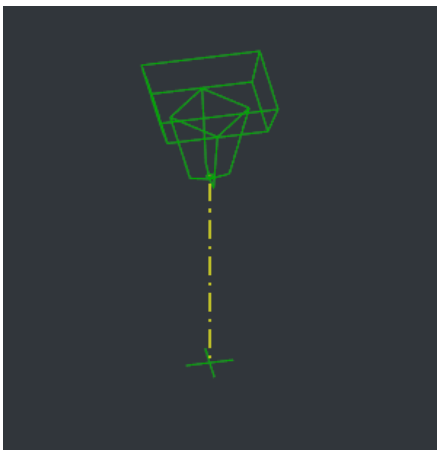


Рисунок 106. Визуализация луча лазера

12. Настройка 4-осевой визуализации

Чтобы визуализатор корректно отрисовывал 4-осевые программы, а также отображал координаты и клавиши ручного перемещения оси A, его необходимо настроить соответствующим образом.

Для этого откройте меню *Сервис → Настройки → Информация о станке* и в параметре *Показывать оси* активируйте галочку напротив оси *A* (см. рис. 107).

После этого параметру *Тип оси «A»* назначьте правильную ориентацию поворотной оси (X, Y или Z). Настройка очень важна и должна точно совпадать с ориентацией поворотной оси в Вашей G-код программе. Например, если Вы подготовили программу, в которой поворотная ось ориентирована вдоль оси X, а в визуализаторе выбрана ориентация вдоль оси Y — визуализация программы будет построена некорректно!

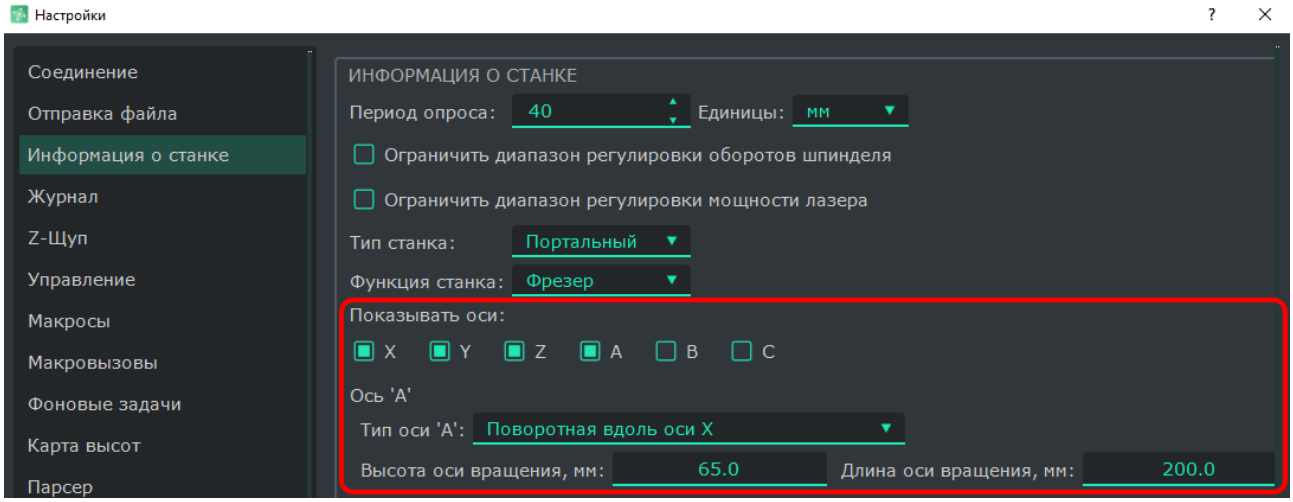


Рисунок 107. Настройка поворотной оси станка

Высота оси вращения, мм — в данной версии визуализатора не влияет ни на какие функции, поэтому можно оставить значение по умолчанию.

Длина оси вращения, мм — определяет длину фиолетовой штрих-пунктирной линии оси A в окне визуализации (см. рис. 108).

На рис. 108 представлен пример визуализации координатных осей, когда ось A ориентирована вдоль оси X. На рис. 109 показан пример визуализации управляющей программы тела вращения.

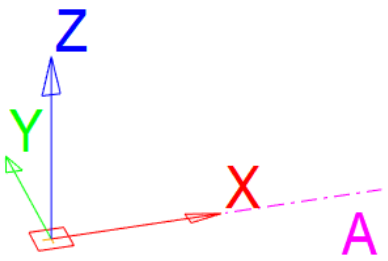


Рисунок 108. Ось A вдоль оси X

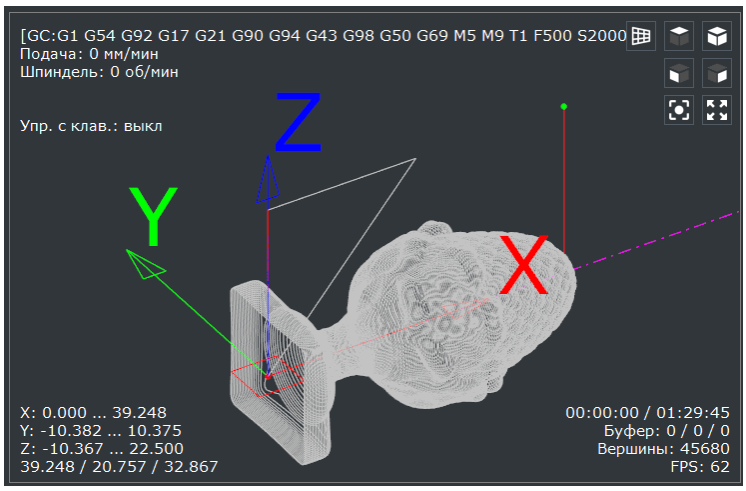


Рисунок 109. Пример визуализации УП с поворотной осью

13. Калибровка осей

Калибровка позволяет более точно рассчитать количество шагов шагового двигателя для перемещения на 1мм по линейной оси или 1град поворотной оси.

Функция калибровки доступна через меню *Станок → Калибровка осей.* На рис. 110 представлены примеры меню для линейной и поворотной осей.

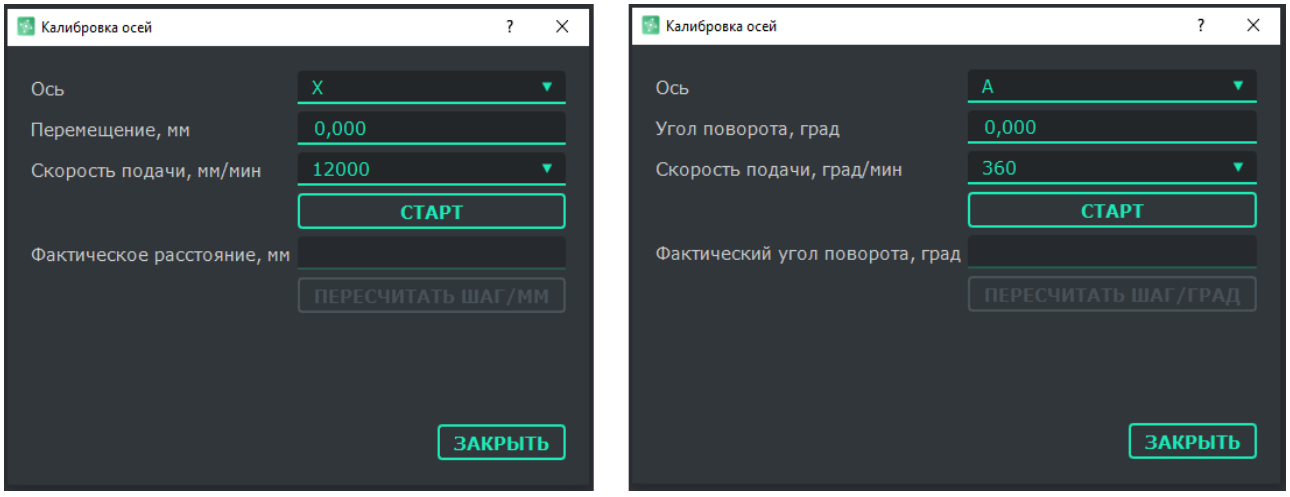


Рисунок 110. Меню Калибровка осей

Важно. Калибровку рекомендуется делать в несколько этапов (циклов): первый этап — грубая калибровка — выполняется на небольшом расстоянии (угле поворота) с целью приблизительно определить разрешение оси. На втором (и при необходимости последующем) циклах выполняется точная калибровка на большом расстоянии (угле поворота) вплоть до длины рабочего поля по соответствующей оси.

Для выполнения калибровки Вам понадобится линейка или рулетка. Перед началом калибровки спозиционируйте инструмент так, чтобы в положительном направлении требуемой оси был достаточный запас хода.

13.1 Калибровка линейной оси (X, Y, Z)

Для калибровки линейной оси используйте следующую последовательность действий:

1) Выберите необходимую ось (X, Y или Z) для калибровки в выпадающем списке ***Ось***.
2) В поле ***Перемещение, мм*** задайте ожидаемое перемещение в миллиметрах, которое должны сделать шаговые двигатели выбранной оси. Заметьте, чем больше будет пройденное расстояние, тем точнее калибровка.
3) В выпадающем списке ***Скорость подачи*** задайте скорость перемещения.
4) Приложите линейку к рабочему полю и точно определите координату начальной точки инструмента.
5) Нажмите кнопку *Старт*. Начнётся движение в положительном направлении выбранной оси.
6) Дождитесь, пока шаговый двигатель остановится, и измерьте фактически пройденное инструментом расстояние в миллиметрах. Измеренное значение введите в поле ***Фактическое расстояние, мм***.
7) Нажмите кнопку ***Пересчитать шаг/мм*** для завершения процедуры калибровки.

По завершении цикла калибровки сделайте проверку на достаточно большом расстоянии: запустите перемещение на расстояние, близкое к размеру рабочего поля вдоль калибруемой оси, и линейкой (рулеткой) измерьте пройденный путь. Если есть расхождение, повторите цикл калибровки на большем расстоянии, следуя пунктам1-7.

Важно. После завершения калибровки станка рекомендуется выполнить процедуру поиска домашнего положения.

13.2 Калибровка поворотной оси

Для калибровки поворотной оси используйте следующую последовательность действий:

1) Выберите ось A для калибровки в выпадающем списке ***Ось***.
2) В поле ***Угол поворота, град*** задайте ожидаемый угол поворота в градусах.
3) В выпадающем списке ***Скорость подачи*** задайте скорость вращения.
4) Сделайте метки начальной точки вращения на зажимном патроне и неподвижной части оси.
5) Нажмите кнопку *Старт*. Начнётся вращение в положительном направлении поворотной оси.
6) Дождитесь остановки двигателя, после чего гибкой линейкой измерьте длину дуги l патрона между сделанными в пункте 4 метками. Рассчитайте угол дуги, используя формулу: $\varphi = \frac{180 \cdot l}{\pi \cdot R}$, где R — известный радиус патрона. Вычислите ***Фактический угол поворота, град***, который определяется как сумма или разность между заданным в пункте 114 углом и измеренным углом φ (при этом если ось совершила дополнительные обороты или наоборот не докрутила

какое-то число оборотов, их нужно соответственно добавить или вычесть) и введите его в соответствующее поле.

7) Нажмите кнопку ***Пересчитать шаг/град*** для завершения процедуры калибровки.

Выполняйте калибровку в несколько этапов, постепенно увеличивая угол поворота. На последнем этапе рекомендуется сделать калибровку хотя бы на 100 оборотах (36000 градусов). Если Вы планируете запускать управляющие программы с обработкой по спирали, где вращение в одну сторону может достигать нескольких сотен тысяч градусов, рекомендуется проверить калибровку на 300-500 оборотах.

Важно. Если исходя из параметров механики поворотной оси расчетное значение разрешения представляет собой бесконечную дробь, то начиная с версии 4.2, в контроллер можно записать до 8 знаков после запятой. Например, если расчетное значение разрешения оси A составляет 53.66666667 шаг/град, то в параметр *$103* нужно записать как обычно 53.666, а оставшиеся с 4-го по 8-й разряд после запятой записать в параметр *$223* следующим образом:

```
$223=66667
```

Аналогично до 8 знаков после запятой можно настроить и для других осей станка. Для оси X разряды с 4-го по 8й записываются в параметр `$220`, для оси Y - `$221`, для оси Z - `$222`, для оси B - `$224`, для оси C - `$225`.

Увеличение числа знаков до 8 в разрешении оси практически сводит к нулю накопительную ошибку поворота при обработке по спирали.

Важно. После завершения калибровки станка рекомендуется выполнить процедуру поиска домашнего положения.

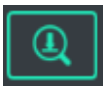
14. Поиск поверхности заготовки (зондирование)

Перед запуском G-код программы для обработки заготовки необходимо правильно установить рабочий ноль координаты Z по тому уровню, от которого написана программа. Для этого визуализатор имеет встроенную функцию *Z-щуп*, которая позволяет автоматически найти требуемую поверхность и установить рабочий ноль координаты Z по её уровню.

Процедура зондирования выполняется с помощью металлической шайбы, высота которой достоверно известна (по умолчанию 19.35 мм). Порядок выполнения процедуры следующий.

1. Выполните настройку параметров зондирования через меню *Сервис* → *Настройки* → *Z-щуп* (см. рис. 62). Здесь самый важный параметр, который необходимо настроить – ***Высота шайбы, мм***. Если шайба у Вас всегда расположена в строго определённой позиции, Вы можете также задать её машинные координаты – тогда при запуске процедуры будет автоматически происходить перемещение в данную точку. Подробнее по настройкам см. раздел 8.8.1.
2. Установите шайбу на ту поверхность, по которой должен быть выставлен рабочий ноль: либо на поверхность заготовки, либо на поверхность стола в зависимости от того, по какой поверхности установлен рабочий ноль Z в Вашей

G-код программе. Шайба должна быть подключена к общему проводу *GND1* контроллера.

3. Подсоедините фрезу станка ко входу *PRB* контроллера (см. инструкцию на соответствующее устройство) — обычно это делается с помощью «крокодила».
4. По умолчанию максимальное расстояние поиска шайбы составляет 50мм — настраивается в поле ***Расстояние поиска, мм*** — поэтому перед стартом процедуры опустите фрезу так, чтобы расстояние между её краем и поверхностью шайбы было не более заданного значения. Иначе шайба не будет найдена, и контроллер выдаст сигнал аварии. Кроме этого, расположите шайбу так, чтобы она находилась под фрезой.
5. Запустите процедуру зондирования нажатием кнопки *Z-щуп*  на панели *УПРАВЛЕНИЕ*.
6. После запуска процедуры фреза начинает движение в направлении шайбы с установленной в параметре ***Скорость поиска, мм/мин*** подачей. Как только фреза касается шайбы, контроллер детектирует сигнал *Probe* и делает откат назад на значение параметра ***Расстояние отката, мм*** для перехода на второй цикл более точного позиционирования. Второй цикл выполняется с низкой подачей, значение которой задается параметром ***Калибровочная подача, мм/мин***.
7. В случае успешного завершения второго цикла, выставляется уровень рабочего нуля оси Z по поверхности, на которой лежит шайба.

15. Макросы и макровызовы

15.1 Общие определения

Макрос — это последовательность команд, которая выполняет конкретную задачу. Иногда мы будем использовать родственный термин — скрипт.
Для добавления, удаления и редактирования макросов воспользуйтесь пунктом меню Сервис → Настройки → Макросы.
Макрос в визуализаторе Inectra CNC представляет собой последовательность G-код команд со вставками кода на языке JavaScript. Вставки JavaScript-кода, которые включают в себя переменные, массивы, условные конструкции, циклы, обязательно должны быть заключены в фигурные скобки *{}*.

15.2 Объявление переменных

Переменные объявляются с помощью ключевого слова var, например:

```
{
    var slow_f = 500
}
```

15.3 Объявление массива

```
{
    var x_pos_list = [100, 200, 300, 400]
```

```
}
```

15.4 Условные конструкции

```
{
    if ( $.tn < 1 || $.tn > 4) {
        $.message("Bad next tool number!");
        $.exit()
    }
}
```

В языке JavaScript также можно использовать тернарый оператор:

```
{
    var os_name = $.user.os == 0 ? "Windows" : "Linux"
}
```

15.5 Циклы

Цикл while

```
{
    while ( $.status != 1) {
        $.wait()
    }
}
```

В этом примере цикл крутится до тех пор, пока статус контроллера не изменится на Готов (код статуса 1, см. пояснения ниже).

Цикл for

```
{
    var test_array = []
    for (var i = 1; i=<10; i++) {
        test_array.push(i)
    }
}
```

15.6 Системные функции и переменные

15.6.1 Функции управления ходом программы

- `$.wait()` — команда холостого ожидания.
- `$.exit()` — безусловный выход из макроса.

15.6.2 Функции ввода и вывода информации через графический интерфейс

- `$.input()` — окно со списком полей для ввода входных параметров.

```
{
```

```
	var p = $.input("Введите параметры", ["1", "2", "3"], [100, 200, 300])
}
```

Код выше создаёт окно с заголовком «Введите параметры», в котором предлагается ввести значения трёх переменных (рис. 111). Эти значения заносятся в массив *p*.

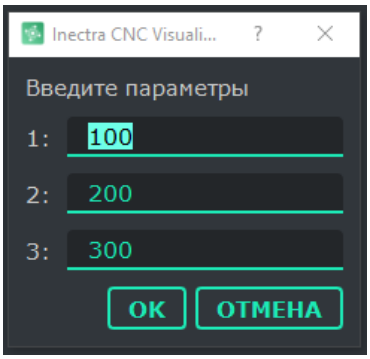


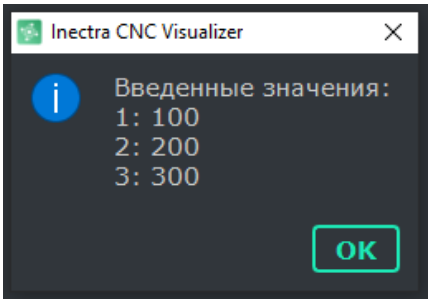
Рисунок 111. Ввод пользовательских данных

- `$.message()` — окно вывода пользовательского сообщения.

Например:

```
{
	$.message(["Введенные значения: ", "1: " + p[0], "2: " + p[1], "3: " + p[2]])
}
```

Этот пример выводит следующее окно:



15.6.3 Отправка G-код команд в контроллер

- `$.send()` — функция для отправки G-код команды в контроллер.

15.6.4 Функции управления списком задач

- `$.tasklist.is_running()` — возвращает 1, если в настоящий момент запущена G-код программа (в независимости от того, поставлена она на паузу или нет).
- `$.tasklist.start_hold()` — если список задач (в частном случае одна УП) стоит на паузе, то данная функция возобновляет её работу. Если список задач не запущен, то функция запускает его на исполнение.

- `$.tasklist.stop()` — функция прерывание выполнение списка задач - действие аналогично кнопке *Прервать*.
- `$.tasklist.add_task("полный_путь_к_файлу", bool need_overwrite_tasklist)` — функция добавления управляющей программы G-кода в список задач по имени файла, полный путь к которому задаётся в первом параметре функции. Если параметр *need_overwrite_tasklist* имеет значение *true*, то весь список задач перезаписывается текущей задачей. Если *need_overwrite_tasklist* имеет значение *false* - задача добавляется в конец списка. Функция возвращает 1 (*true*), если файл найден и успешно добавлен в список, иначе - 0 (*false*). В Windows в качестве разделителя каталогов нужно использовать двойной обратный слэш, например:

  ```
  var res = $.tasklist.add_task("D:\\Documents\\G-Code\\rectangle двоной.tap")
  ```
- `$.gotosafe()` — функция отправляет в контроллер команды перехода в безопасное положение – действие аналогично кнопке *Безопасное положение*  на панели УПРАВЛЕНИЕ.

15.6.5 Функции управления исполнителями

- `$.executors[i].enable()` — функция выполняет переключение системы на исполнитель с индексом *i* в таблице исполнителей (нумерация с 0).
- `$.executors[i].profile_enable()` — функция выполняет применение настроек установленного профиля для исполнителя с индексом *i* (нумерация с 0).
- `$.executors[i].bind_gcode_tool_number` — функция возвращает 1, если для исполнителя с индексом *i* в его настройках установлена галочка *Привязать номер инструмента*.
- `$.executors[i].gcode_tool_number` — функция возвращает сконфигурированный в настройках исполнителя с индексом *i* соответствующий ему номер инструмента в G-код команде *Tx*.

15.6.6 Команды записи и чтения пользовательских переменных в базу данных

- `$.savevar(name, value)` — функция для сохранения в памяти визуализатора глобальной переменной *name* со значением *value*. Эта переменная сохранит свое значение после выхода из макроса и будет доступна для чтения из других макросов. До версии 4.2 включительно после закрытия визуализатора переменная удаляется. Начиная с версии 4.3 функция сохраняет переменную в энергонезависимую память (в таблицу *script_vars* базы данных *config.db*). Начиная с версии 4.4 реализовано сохранение и чтение массивов из базы данных.
- `$.readvar(name)` — функция для чтения сохраненной в базу данных переменной с именем *name*.

15.6.7 Функции для работы с файлами

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

- `var fileobj = $.file.open(<file_path>, <flag>)` — функция открывает файл, полный путь к которому указан аргументов *file_path*. *flag* имеет значения: "*r*" - открытие файла для чтения, "*w*" - открытие файла для перезаписи, "*a*" открытие файла для записи в конец. При успешном открытии файла функция возвращает файловый объект, при неудаче - *null*.
- `var content = fileobj.read()` — чтение содержимого открытого ранее файла.
- `fileobj.write("string to write")` — функция для записи строки в файл.
- `fileobj.close()` - функция закрытия файла.

Ниже приведен пример макроса, который читает файл *test1.cnc*, разбивает содержимое на строки, и отправляет каждую строку G-код командой в контроллер.

```
{
    var file_obj = $.file.open("D:\\Documents\\G-Code\\test1.cnc", "r")
    var content = file_obj.read()
    var strings = content.split("\n")
    for (var i = 0; i < strings.length; i++) {
        if(strings[i] != "")
            $.send(strings[i])
    }

    file_obj.close()
}
```

Ниже приведен пример макроса, в котором формируется массив *g_codes* из G-код команд, после чего этот массив записывается в файл *test2.cnc*. В конце эта УП добавляется в список задач с удалением всех задач текущего списка.

```
{
    var g_codes = []
    g_codes.push("G17 G90")
    g_codes.push("G1X10Y10")
    g_codes.push("Y100")
    g_codes.push("X100")
    g_codes.push("Y10")
    g_codes.push("X10")
    g_codes.push("M30")

    var file_obj = $.file.open("D:\\Documents\\G-Code\\test2.cnc", "w")

    file_obj.write(g_codes.join("\n"))

    file_obj.close()

    $.tasklist.add_task("D:\\Documents\\G-Code\\test2.cnc", true)
```

```
}
```

15.6.8 Функции для работы с базой инструментов

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4. База инструментов хранится в таблице *tool_database* базы данных config.db.

- `var tool = $.tool_database.get_tool(tool_db_no)` - функция выполняет поиск инструмента с номером *tool_db_no* в таблице *tool_database.* Если в базе отсутствует инструмент с номером *tool_db_no*, функция возвращает *null*. Если инструмент найдет, возвращается объект со следующими полями:
  `tool.tool_no` — номер инструмента (значение поля *tool_db_no*);
  `tool.radius` — радиус инструмента;
  `tool.length` — физическая длина инструмента;
  `tool.measured_length` — длина инструмента по калибратору;
  `tool.comment` — комментарий.
- `var tool = $.tool_database.create_tool(tool_no, radius, length, measured_length, comment)` — функция создает объект *Tool* инструмента. В случае ошибки создания объекта, функция возвращает *null*.
- `var res = $.tool_database.add_tool(tool)` — функция добавляет созданный ранее инструмент *tool* (объект с типом *Tool*) в таблицу *tool_database*. В случае успеха возвращает 1, если ошибка - 0.
- `$.tool_database.update_tool(tool)` — функция обновляет уже существующий в базе инструмент с номером *tool.tool_no* значениями свойств аргумента *tool*. В случае успеха возвращает 1, ошибка - 0.
- `$.tool_database.delete_tool(tool_db_no)` — функция удаляет уже существующий инструмент с номером *tool_db_no*. В случае успеха возвращает 1, ошибка - 0.

Пример макроса работы с базой инструментов:

```
{
    var n1 = $.tool_database.get_tool(1)
    $.message(n1.radius + n1.comment)


    var n2 = $.tool_database.create_tool(100, 55.0, 66.0, 77.0, "script
created tool")
    $.message(n2.comment)
    $.tool_database.add_tool(n2)


    n2.tool_no = 2
    n2.comment = "script updated tool"
    if ($.tool_database.update_tool(n2) == 1)
        $.message("Инструмент успешно обновлен.")
    else
        $.message("Не удалось обновить инструмент в базе данных")
```

```
    if ($.tool_database.delete_tool(2) == 1)
        $.message("Инструмент успешно удален.")
    else
        $.message("Не удалось удалить инструмент из базы данных")
}
```

15.6.9 Переменные окружения пользователя

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

- `$.user.home_directory` — переменная возвращает домашний каталог пользователя.
- `$.user.os` — переменная возвращает операционную систему компьютера: 0 - Windows, 1 - Linux.

Ниже представлен пример формирования полного пути к файлу в домашнем каталоге пользователя, независимо от операционной системы компьютера.

```
{
    var FILE_PATH = $.user.home_directory + ($.user.os == 0 ? "\\rect_frame_mill.gcode" : "/rect_frame_mill.gcode")
}
```

15.6.10 Realtime-команды

Особенностью realtime-команд является их исполнение сразу же после получения контроллером, вне очереди и независимо от состояния контроллера. Ниже представлен список функций для отправки команд реального времени.

Realtime-команды управления состоянием контроллера

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.rt.reset()` — отправка realtime-команды программного сброса
- `$.rt.stop()` — отправка realtime-команды остановки работы
- `$.rt.start()` — отправка realtime-команды снятия с паузы (аналогичная функции *$.unhold()*)
- `$.rt.hold()` — отправка realtime-команды постановки на паузу (аналогична функции *$.hold()*)
- `$.rt.jog_cancel()` — отправка realtime-команды отмены ручного перемещения (Jogging)

Realtime-команды коррекции скорости рабочей подачи

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.rt.ov.feed.reset()` — отправка realtime-команды сброса коррекции рабочей подачи (установка в 100%)
- `$.rt.ov.feed.coarse_plus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости подачи на +10%

- `$.rt.ov.feed.coarse_minus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости подачи на -10%
- `$.rt.ov.feed.fine_plus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости подачи на +1%
- `$.rt.ov.feed.fine_minus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости подачи на -1%

Realtime-команды коррекции скорости вращения шпинделя

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.rt.ov.spindle.reset()` — отправка realtime-команды сброса коррекции скорости вращения шпинделя (или мощности лазера) (установка в 100%)
- `$.rt.ov.spindle.coarse_plus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости вращения шпинделя (или мощности лазера) на +10%
- `$.rt.ov.spindle.coarse_minus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости вращения шпинделя (или мощности лазера) на -10%
- `$.rt.ov.spindle.fine_plus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости вращения шпинделя (или мощности лазера) на +1%
- `$.rt.ov.spindle.fine_minus()` — отправка realtime-команды коррекции скорости вращения шпинделя (или мощности лазера) на -1%

Realtime-команды управления охлаждением

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.rt.ov.coolant.flood_toggle()` — отправка realtime-команды переключения состояния выхода управлением основного охлаждения (FLD)
- `$.rt.ov.coolant.mist_toggle()` — отправка realtime-команды переключения состояния выхода управлением дополнительного охлаждения (MIST)

Realtime-команды коррекции рабочего нуля на паузе

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

- `$.rt.move_on_hold.z_plus_1mm()` — коррекция по оси Z в плюс на 1мм
- `$.rt.move_on_hold.z_plus_01mm()` — коррекция по оси Z в плюс на 0.1мм
- `$.rt.move_on_hold.z_plus_001mm()` — коррекция по оси Z в плюс на 0.01мм
- `$.rt.move_on_hold.z_minus_1mm()` — коррекция по оси Z в минус на 1мм
- `$.rt.move_on_hold.z_minus_01mm()` — коррекция по оси Z в минус на 0.1мм
- `$.rt.move_on_hold.z_minus_001mm()` — коррекция по оси Z в минус на 0.01мм

- `$.rt.move_on_hold.x_plus_1mm()` — коррекция по оси X в плюс на 1мм
- `$.rt.move_on_hold.x_plus_01mm()` — коррекция по оси X в плюс на 0.1мм
- `$.rt.move_on_hold.x_plus_001mm()` — коррекция по оси X в плюс на 0.01мм
- `$.rt.move_on_hold.x_minus_1mm()` — коррекция по оси X в минус на 1мм

- `$.rt.move_on_hold.x_minus_01mm()` — коррекция по оси X в минус на 0.1мм
- `$.rt.move_on_hold.x_minus_001mm()` — коррекция по оси X в минус на 0.01мм

- `$.rt.move_on_hold.y_plus_1mm()` — коррекция по оси Y в плюс на 1мм
- `$.rt.move_on_hold.y_plus_01mm()` — коррекция по оси Y в плюс на 0.1мм
- `$.rt.move_on_hold.y_plus_001mm()` — коррекция по оси Y в плюс на 0.01мм
- `$.rt.move_on_hold.y_minus_1mm()` — коррекция по оси Y в минус на 1мм
- `$.rt.move_on_hold.y_minus_01mm()` — коррекция по оси Y в минус на 0.1мм
- `$.rt.move_on_hold.y_minus_001mm()` — коррекция по оси Y в минус на 0.01мм

Realtime-команды коррекции параметров THC

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

- `$.rt.ov.thc.rate_reset()` — сброс коррекции скорости коррекции высоты
- `$.rt.ov.thc.rate_plus()` — увеличении скорости коррекции высоты на 1%
- `$.rt.ov.thc.rate_minus()` — уменьшение скорости коррекции высоты на 1%
- `$.rt.ov.thc.min_feedrate_reset()` — сброс коррекции минимальной скорости подачи для работы THC
- `$.rt.ov.thc.min_feedrate_plus()` — увеличение минимальной скорости подачи на 1%
- `$.rt.ov.thc.min_feedrate_minus()` — уменьшение минимальной скорости подачи на 1%
- `$.rt.ov.thc.min_height_reset()` — сброс коррекции минимальной высоты горелки
- `$.rt.ov.thc.min_height_plus()` — увеличение минимальной высоты горелки на 1мм
- `$.rt.ov.thc.min_height_minus()` — уменьшение минимальной высоты на 1мм
- `$.rt.ov.thc.max_height_reset()` — сброс коррекции максимальной высоты горелки
- `$.rt.ov.thc.max_height_plus()` — увеличение максимальной высоты на 1мм
- `$.rt.ov.thc.max_height_minus()` — уменьшение максимальной высоты на 1мм
- `$.rt.ov.thc.toggle_mode()` — функция включения/выключения механизма коррекции высоты плазмы

Realtime-команды управления переопределенными выходами

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.rt.output.out1_toggle()` — realtime-команда переключения выхода OUT1 в противоположное состояние
- `$.rt.output.out2_toggle()` — realtime-команда переключения выхода OUT2 в противоположное состояние

- `$.rt.output.out3_toggle()` — realtime-команда переключения выхода OUT3 в противоположное состояние
- `$.rt.output.out4_toggle()` — realtime-команда переключения выхода OUT4 в противоположное состояние
- `$.rt.output.out5_toggle()` — realtime-команда переключения выхода OUT5 в противоположное состояние
- `$.rt.output.out6_toggle()` — realtime-команда переключения выхода OUT6 в противоположное состояние
- `$.rt.output.out7_toggle()` — realtime-команда переключения выхода OUT7 в противоположное состояние

Realtime-команды управления дискретными выходами подключенной к контроллеру платы расширения

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

- `$.ext.rt.output.out1_toggle()` ... `$.ext.rt.output.out16_toggle()` — realtime-команда переключения выходов OUT1...OUT16 подключенной к контроллеру платы расширения в противоположное состояние

15.7 Встроенные переменные статуса контроллера

15.7.1 Текущие рабочие координаты контроллера

- `$.wc.x` — текущее значение рабочей координаты X
- `$.wc.y` — текущее значение рабочей координаты Y
- `$.wc.z` — текущее значение рабочей координаты Z
- `$.wc.a` — текущее значение рабочей координаты A
- `$.wc.b` — текущее значение рабочей координаты B
- `$.wc.c` — текущее значение рабочей координаты C

15.7.2 Текущие машинные координаты контроллера

- `$.mc.x` — текущее значение машинной координаты X
- `$.mc.y` — текущее значение машинной координаты Y
- `$.mc.z` — текущее значение машинной координаты Z
- `$.mc.a` — текущее значение машинной координаты A
- `$.mc.b` — текущее значение машинной координаты B
- `$.mc.c` — текущее значение машинной координаты C

15.7.3 Текущие координаты позиции срабатывания зонда

- `$.prb.x` — текущее значение координаты (машинной) зонда по оси X
- `$.prb.y` — текущее значение координаты (машинной) зонда по оси Y
- `$.prb.z` — текущее значение координаты (машинной) зонда по оси Z
- `$.prb.a` — текущее значение координаты (машинной) зонда по оси A

- `$.prb.b` — текущее значение координаты (машинной) зонда по оси B
- `$.prb.c` — текущее значение координаты (машинной) зонда по оси C

15.7.4 Номер инструмента

- `$.tc` — текущий номер инструмента
- `$.tn` — следующий номер инструмента

15.7.5 Статус контроллера

- `$.status` — статус контроллера, может принимать следующие значения:

  1 — Готов
  2 — Авария
  3 — Работа
  4 — Домой
  5 — Пауза
  7 — Проверка
  9 — Дверь
  10 — Ручное перемещение (jogging)

15.7.6 Конфигурационные параметры настроек шаговых двигателей контроллера

- `$.params.maxTravelValueX` — размер рабочего поля по оси X
- `$.params.maxTravelValueY` — размер рабочего поля по оси Y
- `$.params.maxTravelValueZ` — размер рабочего поля по оси Z
- `$.params.maxTravelValueA` — размер рабочего поля по оси A
- `$.params.maxTravelValueB` — размер рабочего поля по оси B
- `$.params.maxTravelValueC` — размер рабочего поля по оси C
- `$.params.axisTravelResolutionX` — разрешение оси X (шаг/мм)
- `$.params.axisTravelResolutionY` — разрешение оси Y (шаг/мм)
- `$.params.axisTravelResolutionZ` — разрешение оси Z (шаг/мм)
- `$.params.axisTravelResolutionA` — разрешение оси A (шаг/мм)
- `$.params.axisTravelResolutionB` — разрешение оси B (шаг/мм)
- `$.params.axisTravelResolutionC` — разрешение оси C (шаг/мм)
- `$.params.axisMaxRateX` — максимальная скорость перемещения по оси X (командой G0)
- `$.params.axisMaxRateY` — максимальная скорость перемещения по оси Y (командой G0)
- `$.params.axisMaxRateZ` — максимальная скорость перемещения по оси Z (командой G0)
- `$.params.axisMaxRateA` — максимальная скорость перемещения по оси A (командой G0)

- `$.params.axisMaxRateB` — максимальная скорость перемещения по оси B (командой G0)
- `$.params.axisMaxRateC` — максимальная скорость перемещения по оси C (командой G0)
- `$.params.axisAccelerationX` — ускорение по оси X
- `$.params.axisAccelerationY` — ускорение по оси Y
- `$.params.axisAccelerationZ` — ускорение по оси Z
- `$.params.axisAccelerationA` — ускорение по оси A
- `$.params.axisAccelerationB` — ускорение по оси B
- `$.params.axisAccelerationC` — ускорение по оси C

15.7.7 Модальные состояния контроллера

- `$.gc.cs` — система координат, установленная в системе (из последней команды с кодами *G54...G59.2*)
- `$.gc.f` — рабочая подача, установленная в системе (из последней команды с кодом *F*)
- `$.gc.s` — скорость вращения шпинделя, установленная система (из последней команды с кодом *S*)

15.7.8 Текущее состояние выполнения процедуры поиска домашнего положения

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.state.homing.all()` — текущий общий статус поиска домашнего положения (1 - выполнен, 0 - не выполнен)
- `$.state.homing.x()` — текущий статус поиска дома оси X
- `$.state.homing.y()` — текущий статус поиска дома оси Y
- `$.state.homing.z()` — текущий статус поиска дома оси Z
- `$.state.homing.a()` — текущий статус поиска дома оси A
- `$.state.homing.b()` — текущий статус поиска дома оси B
- `$.state.homing.c()` — текущий статус поиска дома оси C

15.7.9 Текущие состояния шпинделя, охлаждения, подачи, коррекций

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.state.feed()` — текущая скорость движения станка
- `$.state.spindle.speed()` — текущая скорость вращения шпинделя (или мощность лазера в режиме лазера)
- `$.state.spindle.status()` — текущий статус включения шпинделя (0 - выключен, 1 - вращение по часовой стрелке, 2 - вращение против часовой стрелки)
- `$.state.flood()` — текущий статус включения основного охлаждения (0 - выключено, 1 - включено)

- `$.state.mist()` — текущий статус включения дополнительного охлаждения (0 - выключено, 1 - включено)
- `$.state.ov.feed()` — текущее значение коррекции рабочей подачи
- `$.state.ov.rapid()` — текущее значение коррекции скорости холостого хода
- `$.state.ov.spindle()` — текущее значение коррекции скорости вращения шпинделя (мощности лазера)

15.7.10 Текущие состояния дискретных выходов контроллера

Поддерживаются, начиная с релиза 4.3.

- `$.outputs.o1` — текущее состояние выхода OUT1 (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.outputs.o2` — текущее состояние выхода OUT2 (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.outputs.o3` — текущее состояние выхода OUT3 (1 активен, 0 - неактивен)
- `$.outputs.o4` — текущее состояние выхода OUT4 (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.outputs.o5` — текущее состояние выхода OUT5 (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.outputs.o6` — текущее состояние выхода OUT6 (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.outputs.o7` — текущее состояние выхода OUT7 (1 - активен, 0 - неактивен)

15.7.11 Текущие состояния дискретных входов контроллера

- `$.inputs.x` — текущее состояние концевого датчика оси X (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.x1` — текущее состояние концевого датчика X1 (1 - активен, 0 - неактивен)- для контроллеров с автовыравниванием оси X
- `$.inputs.x2` — текущее состояние концевого датчика X2 (1 - активен, 0 - неактивен)- для контроллеров с автовыравниванием оси X
- `$.inputs.y` — текущее состояние концевого датчика оси Y (1 - активен щ 0 - неактивен)
- `$.inputs.y1` — текущее состояние концевого датчика Y1 (1 - активен, 0 - неактивен) - для контроллеров с автовыравниванием оси Y
- `$.inputs.y2` — текущее состояние концевого датчика Y2 (1 - активен, 0 - неактивен)- для контроллеров с автовыравниванием оси Y
- `$.inputs.z` — текущее состояние концевого датчика оси Z (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.a` — текущее состояние концевого датчика оси A (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.b` — текущее состояние концевого датчика оси B (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.c` — текущее состояние концевого датчика оси C (щ - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.p` — текущее состояние датчика, подключенного ко входу PRB (1 - активен, 0 - неактивен)

- `$.inputs.s` — текущее состояние датчика, подключенного ко входу STRT (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.h` — текущее состояние датчика, подключенного ко входу HOLD (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.r` — текущее состояние датчика, подключенного ко входу RST (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.d` — текущее состояние датчика, подключенного ко входу DOOR (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.i1 ... $.inputs.i36` — текущие состояния переопределенных на сервисную функцию входов IN1...IN36 (1 - активен, 0 - неактивен)
- `$.inputs.p1 ... $.inputs.p36` — текущие состояния переопределенных на сигнал пробы входов (1 - активен, 0 - неактивен) - поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

15.7.12 Текущие состояния аналоговых входов контроллера

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4. Переменные поддерживаются только контроллерами, которые оснащены аналоговыми входами (MSC-4ES, MSC-6ES).

- `$.inputs.ain1` — напряжение на аналоговом входе AIN1
- `$.inputs.ain2` — напряжение на аналоговом входе AIN2

15.7.13 Текущие состояния дискретных входов подключенной к контроллеру платы расширения

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

- `$.ext.inputs1 ... $.ext.inputs16` — текущее состояние входа IN1...IN16 подключенной платы расширения.

15.7.14 Текущие состояния дискретных выходов подключенной к контроллеру платы расширения

Поддерживаются, начиная с релиза 4.4.

- `$.ext.outputs1 ... $.ext.outputs16` — текущее состояние выхода OUT1...OUT16 подключенной платы расширения.

15.8 Примеры макросов

15.8.1 Макрос записи и чтения глобальной переменной из памяти визуализатора

В этом примере в функции `f1` происходит инкрементирование (увеличение на 1) входной переменной `x`.

Сначала в переменную `gv` читается глобальная переменная `var1`. Если `gv` не определена (макрос вызывается впервые после запуска визуализатора), то переменной `gv` присваивается значение 50. Если переменная `gv` определена (макрос уже ранее вызывался), то для неё вызывается функция `f1`, увеличивающая её значение на 1. По завершении макроса в переменную `var1` сохраняется новое значение `gv`. Таким образом, при каждом запуске этого макроса будем видеть на экране увеличивающееся на 1 число, начиная с 50.

```
{
      function f1 (x) {
            return x + 1;
      }
      var gv = $.readvar("var1")
      if (gv) {
            gv = f1(gv);
      }
      else {
            gv =50;
      }
      $.message(["gv = " + gv])

      $.savevar("var1", gv)
}
```

15.8.2 Макрос процедуры Z-щуп

```
{
      // !!! Настройте параметры ниже под свой станок !!!
      // В данном макросе процедура Z-щуп выполняется в 2 этапа:
      // сначала быстрый поиск, затем отскок на расстояние отката
      // и второй этап поиска на малой калибровочной подаче.
      // По завершении процедуру выполняется подъем на безопасную высоту

      // Высота шайбы
      var PROBE_HEIGHT = 20

      // Скорость быстрого поиска шайбы (первый этап)
      var SEARCH_RATE_PROBE = 150

      // Калибровочная подача
      Var SLOW_RATE_PROBE = 10

      // Расстояние отката перед калибровочным поиском шайбы
      Var OFFSET = 1

      // Машинная кооордината Z точки возврата после выполнения процедуры
      Var RETURN_ZMPOS = 0

      // Если шайба расположена в определенной позиции,
      // установите переменную MOVE_TO_PROBE_POSITION в значение 1
      // и пропишите координаты позиции шайбы.
      // Если нужно выполнять процедуру z-щуп из текущей точки,
      // оставьте MOVE_TO_PROBE_POSITION = 0
      var MOVE_TO_PROBE_POSITION = 0
      // Безопасная высота
      var SAFE_Z_POS = 0
      // Машинная координата X позиции шайбы
      var PROBE_X_MPOS = 100
      // Машинная координата Y позиции шайбы
      var PROBE_Y_MPOS = 100
      // Машинная координата Z позиции шайбы (стартовой точки процедуры)
      var PROBE_Z_MPOS = 0
}

{
// Функция для поиска шайбы
      function tool_measure() {
            if (MOVE_TO_PROBE_POSITION) {
```

```
                $.send("G90G0G53Z" + String(SAFE_Z_POS))
                $.send("G0G53G90X" + String(PROBE_X_MPOS) + "Y" +
                String(PROBE_Y_MPOS))
                $.send("G0G53G90Z" + String(PROBE_Z_MPOS))
          }
          $.send("G21G91G38.2Z-" + String($.params.maxTravelValueZ) + "F" +
          String(SEARCH_RATE_PROBE))
          $.send("G0Z" + String(OFFSET))
          $.send("G38.2Z-3F" + String(SLOW_RATE_PROBE))
          $.send("G4P0.1")
     }
}

{
     // Выполняем поиск шайбы
     tool_measure()

     // Запоминаем машинную координату поверхности шайбы
     var edge_zmpos = $.prb.z

     //Выполняем перемещение точно к поверхности шайбы
     $.send("G53G0G90Z" + String(edge_zmpos))

     // Делаем короткую паузу, чтобы фреза точно остановилась в нужной
     точке
     $.send("G4P0.1")

     // Устанавливаем на поверхности шайбы рабочую координату Z, равную
     высоте шайбы
     $.send("G10L20P0Z" + String(PROBE_HEIGHT))

     // Поднимаемся на заданную высоту по завершении процедуры)
     $.send("G53G0Z" + String(RETURN_ZMPOS))
}
```

15.8.3 Макрос смены исполнителя по команде M6 Tx

В данном макросе выполняется поиск исполнителя с установленной галочкой ***Привязать номер инструмента***, для которого сконфигурировано соответствие инструменту с номером *Tx*. Если такой исполнитель найден, то макрос переключает на него систему и применяет соответствующий ему профиль.

```
G4P0.1
{
     while ($.status != 1) {
          $.wait()
     }
}

{
     var cur_index = $.current_executor
     var cur_exec_tool_number = $.executors[cur_index].gcode_tool_number
     if (!$.executors[cur_index].bind_gcode_tool_number)
          cur_exec_tool_number = 0

     var exec_len = $.executors.length

     var next_tool = $.tn
```

```
	if (cur_exec_tool_number == next_tool) {
		$.message(["Следующий номер инструмента совпадает с номером
	инструмента текущего исполнителя!"])
		$.exit()
	}

	var next_executor_index = -1
	for (var i = 0; i < exec_len; i++) {
		if ($.executors[i].gcode_tool_number == next_tool &&
	$.executors[i].bind_gcode_tool_number) {
		next_executor_index = i;
		}
	}

	if (next_executor_index >= 0) {
		$.executors[next_executor_index].enable()
		$.executors[next_executor_index].profile_enable()
	}
	else {
		$.message(["Исполнитель, привязанный к номеру инструмента " +
	next_tool + ", не найден!"])
		$.exit()
	}
}
```

15.8.4 Поворот системы координат

Данный макрос выполняет поворот системы координат вокруг заданной точки. Сначала вводятся значения угла поворота и координаты точки по X и Y, относительно которой будет производиться вращение, после чего в контроллер отправляется команда G68 с необходимыми параметрами.
Следует отметить, что для корректной работы команды G68, ей помимо стандартных параметров *X,Y,R* необходимо также в параметре *Q* передать косинус угла поворота и в параметре *E* – синус этого угла.

```
{
	var p = $.input("Введите угол поворота", ["Угол поворота, град",
"Точка поворота, X", "Точка поворота, Y"], [0,0,0])

	var ALFA_DEG = parseFloat(p[0])
	var CENTER_X = parseFloat(p[1]).toFixed(3)
	var CENTER_Y = parseFloat(p[2]).toFixed(3)
	var ALFA_RAD = ((alfa_deg * Math.PI)/180).toFixed(3)
	var COSA = (Math.cos(ALFA_RAD)).toFixed(3)
	var SINA = (Math.sin(ALFA_RAD)).toFixed(3)

}
G68 X{CENTER_X} Y{CENTER_Y} R{ALFA_DEG} Q{COSA} E{SINA}
```

15.9 Горячие клавши для вызова макросов

Для удобства каждому макросу можно назначить горячую клавишу на запуск с клавиатуры. Для этого откройте меню *Сервис → Настройки → Макросы* и в столбце КЛАВИША назначьте необходимую кнопку (см. рис. 112). Кроме этого, вызов макроса можно также назначить и на произвольную кнопку геймпада – см. рис. 113.

Более подробно по настройке геймпада см. раздел 19.3.

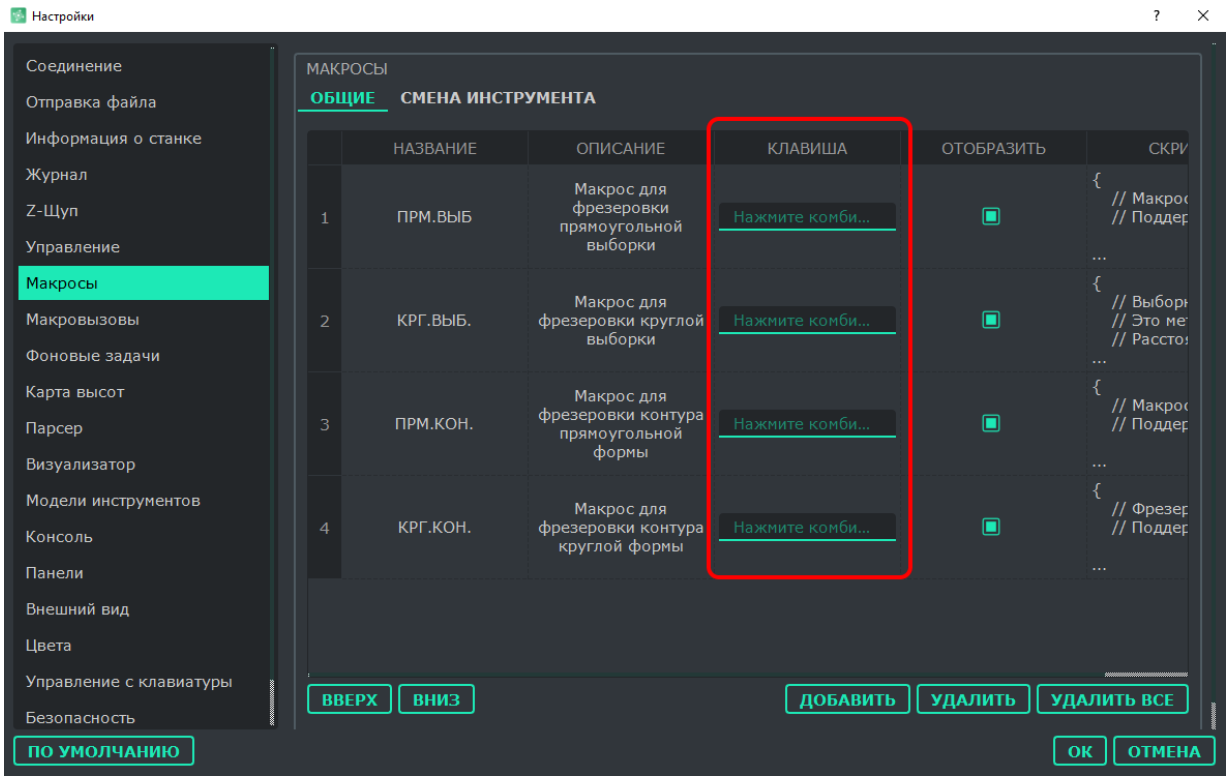


Рисунок 112. Назначение горячей клавиши вызова макроса с клавиатуры

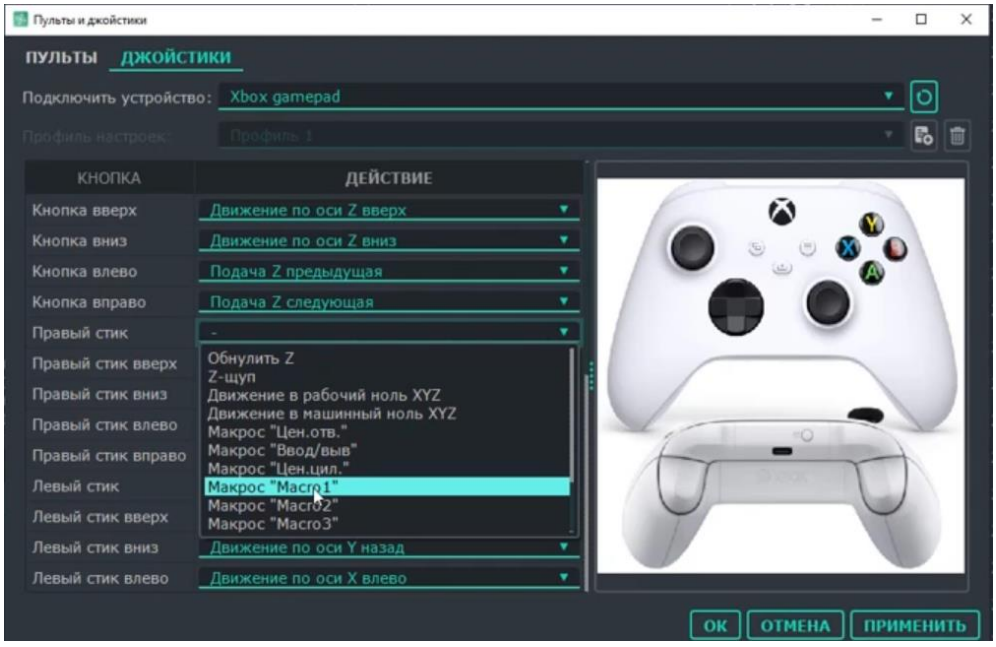


Рисунок 113. Назначение горячей клавиши вызова макроса с геймпада

15.10 Макровызовы

Макровызовом называется механизм вызова макроса или последовательности макросов по определенной команде во время трансляции G-код файла.

Настройка макровызовов осуществляется через пункт меню *Сервис* → *Настройки* → *Макровызовы* (см. рис. 114).

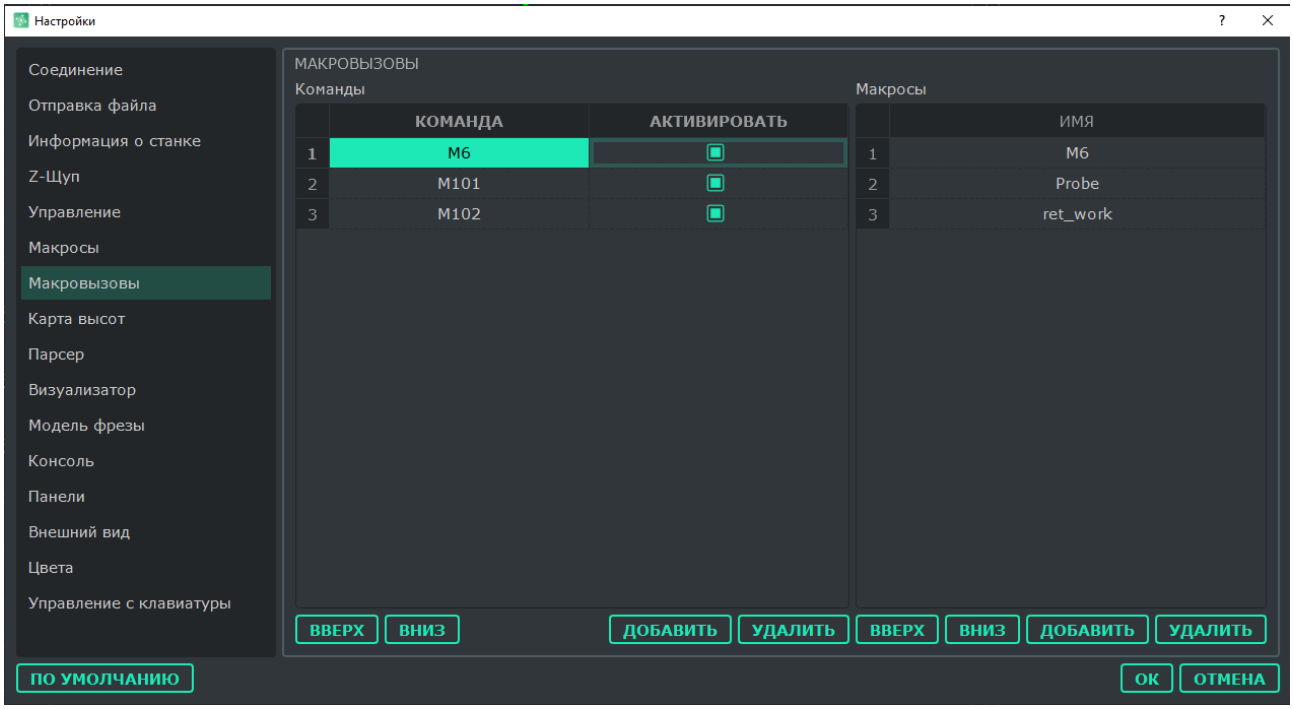


Рисунок 114. Меню настройки макровызовов

Для создания нового макровызова нажмите кнопку *ДОБАВИТЬ*, назначьте ему определенную команду в столбце *КОМАНДА*, по которой этот макровызов будет запускаться. Для его активации необходимо установить галочку *АКТИВИРОВАТЬ*: без установленной галочки макровызов не будет запускаться на исполнение. В разделе *Макросы* создайте последовательность макросов, которые необходимо выполнить по данной команде.

Например, на рис. 114 по команде *M6* из управляющей программы будет запускаться последовательность макросов, состоящая из скриптов *M6*, *Probe* и *ret_work*.

Важно. Перед созданием макровызова необходимо написать все необходимые макросы.

15.11 Фоновые задачи

Фоновая задача представляет собой периодический вызов макроса в фоне параллельно с основной работой визуализатора. Это создает дополнительные широкие возможности для работы с программой. Одно из основных назначений фоновой задачи: обработка событий от подключенных к контроллеру физических кнопок.

Для того, чтобы добавить фоновую задачу, необходимо зайти в меню *Сервис* → *Настройки* → *Фоновые задачи* (см. рис. 115) и нажать кнопку *ДОБАВИТЬ*.

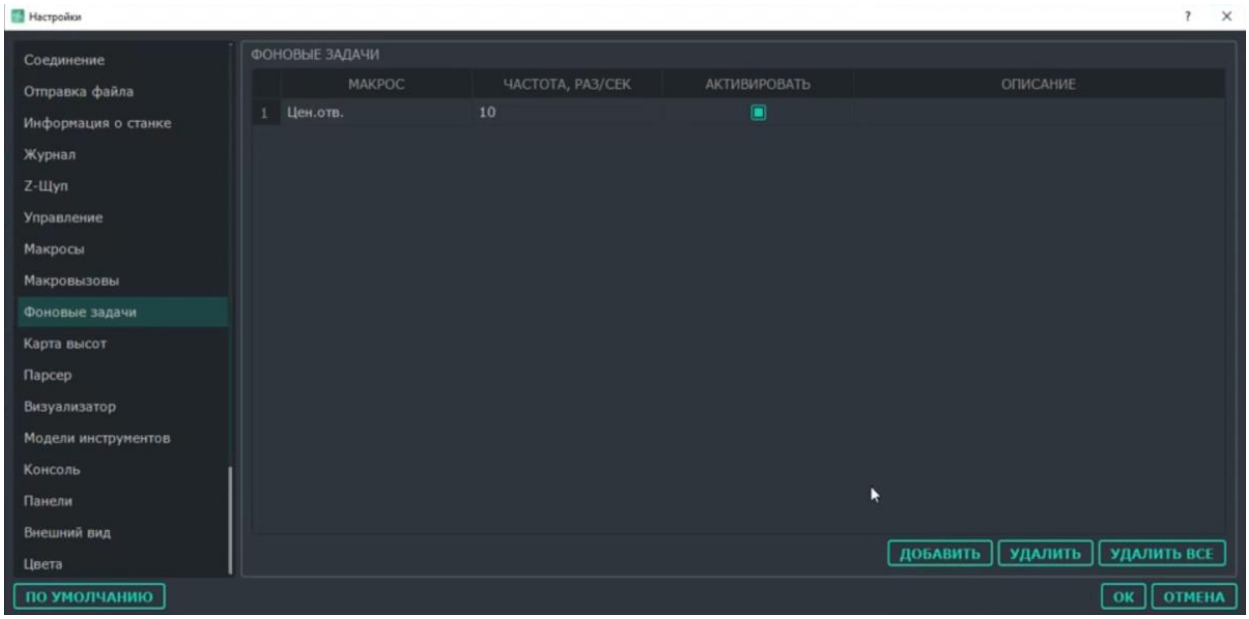


Рисунок 115. Создание фоновой задачи

Далее в поле *МАКРОС* выбираем из выплывающего списка нужный макрос (см. рис. 116), задаём его частоту вызова в поле *ЧАСТОТА, РАЗ/СЕК*, и устанавливаем галочку *АКТИВИРОВАТЬ*. В поле *ОПИСАНИЕ* можно оставить пояснительный комментарий, описывающий функцию задачи.

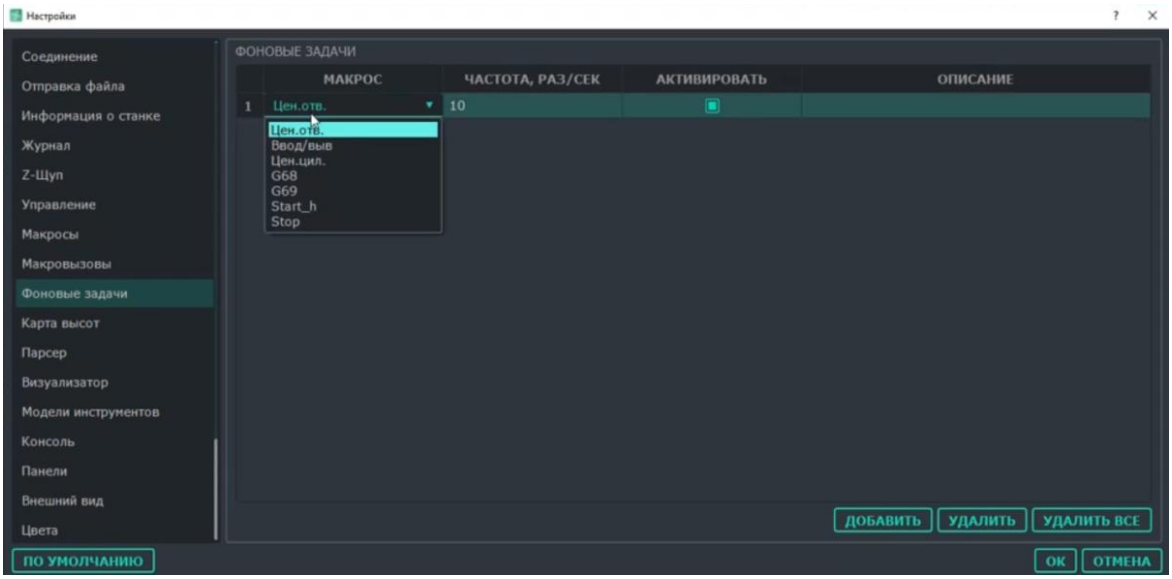


Рисунок 116. Выбор макроса для фоновой задачи

Важно. Прежде чем активировать фоновую задачу, проверьте работоспособность макроса. При некорректной работе макроса фоновая задача может привести к зависанию программы.

Ниже приведены несколько примеров использования фоновых задач.

15.11.1 Управление ходом выполнения УП по физическим кнопкам

Подключим ко входу *STRT(IN9)* контроллера кнопку для запуска/постановки на паузу УП. А ко входу *DOOR(IN10)* кнопку прерывания УП. Предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/Выходы* необходимо переопределить входы *STRT* и *DOOR* на сервисные сигналы соответственно *I9* и *I10*.

Через меню *Сервис → Настройки → Макросы* создадим макрос для запуска и постановки управляющей программы на паузу по сигналу *I9*. Назовём его *start_hol*.

```
{
    var detected = 0
    if ($.inputs.i9) {
        $.tasklist.start_hold()
        var detected = 1
    }
}
{
    if (detected == 1) {
        while($.inputs.i9)
            $.wait()
    }
}
```

Теперь создадим макрос прерывания управляющей программы по сигналу *I10*. Назовём его *stop*.

```
{
    var detected = 0
    if ($.inputs.i10) {
        $.tasklist.stop()
        var detected = 1
    }
}


{
    if (detected == 1) {
        while($.inputs.i10)
            $.wait()
    }
}
```

Далее добавляем две фоновые задачи и активируем их (рис. 117).

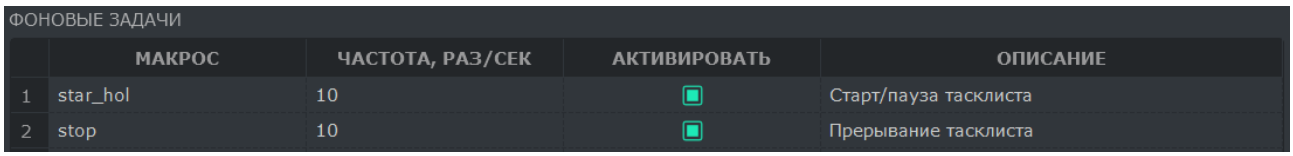


Рисунок 117. Фоновые задачи для управления ходом выполнения УП

15.11.2 Изменение состояния релейного выхода по входному сигналу с кнопки

Другой пример использования фоновых задач – управление устройством, подключенным к релейному выходу контроллера, по сигналу от физически подключенной кнопки к одному из входов контроллера.

Например, ко выходу OUT5 через реле подключено некое устройств, включением/выключением которого необходимо управлять по сигналу с входа RST(IN7): если выход включен, то при нажатии кнопки он выключается, если выключен – включается.

Тогда макрос для фоновой задачи будет иметь следующий вид (предварительно через меню *Станок → Конфигурация → Входы/Выходы* необходимо переопределить вход *RST* на *I7*):

```
{
    var detected = 0
    if ($.inputs.i7) {
        $.rt.output.out5_toggle()
        var detected = 1
    }
}


{
    if (detected == 1) {
        while($.inputs.i7)
            $.wait()
    }
}
```

16. Консоль

Консоль — это элемент управления, содержащий терминальное окно для вывода сообщений от контроллера и поле для ввода и отправки команд в контроллер на выполнение.

Консоль позволяет вручную отправлять в контроллер системные команды для запроса статусной информации, изменения настроек и др. Список некоторых полезных команд приведен в разделе 17.

Чтобы открыть консоль установите галочку напротив пункта меню *Сервис → Консоль* или воспользуйтесь горячей клавишей *F2*. На рис. 118 показан её внешний вид и назначение элементов управления.

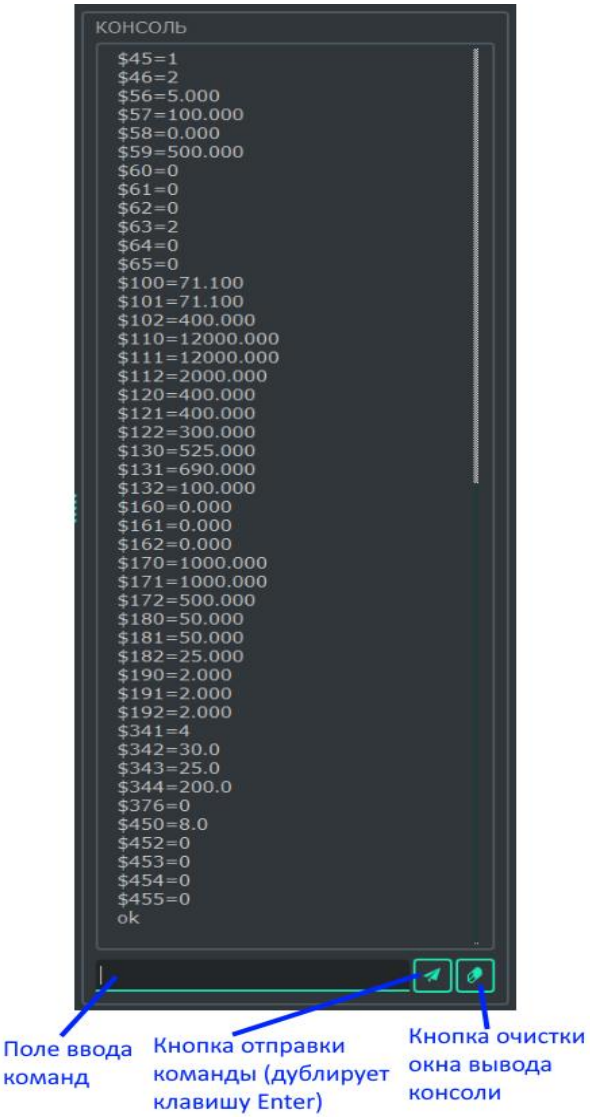


Рисунок 118. Панель КОНСОЛЬ

17. Системные команды

Ниже представлен список некоторых полезных системных команд контроллера.

- *$$* — запросить список конфигурационных параметров.
- *$<id>=<value>* — присвоить отдельному конфигурационному параметру с идентификатором <id> значение <value>, например, *$20=1*.
- *$<id>* — запросить значение отдельного конфигурационного параметра с идентификатором <id>, например, *$20*.
- *$I* — запросить информацию о версии программного обеспечения контроллера. Вывод команды включает в себя имя устройства (поле *BOARD NAME*), серийный номер (поле *BOARD SERIAL*), версия ПО контроллера (поле *CNC_FW_VER*), ревизия ПО контроллера (поле *CNC_FW_REV*), дата сборки (поле *CNC_FW_BUILD_DATE*).

```
$I < [VER:1.1f(STM32F407VG).20201103:]
[OPT:VNMZHSL+,35,2048,4,16]
[NEWOPT:*FLASH,ES,MPG,TC]
[DRIVER VERSION:201024]
[BOARD NAME: Inectra MSC-4ES] - название модели
[BOARDRev: 11] - ревизия платы (значение 11 соответствует rev1.1, 12 - rev1.2 и т.д.)
[BOARDSERIAL: 00000001] - серийный номер контроллера
[CNC_FW_VER: v4.3.6] - версия прошивки контроллера
[CNC_FW_REV: g78f657d] - уникальный идентификатор сборки прошивки
[CNC_FW_BUILD_DATE: 2025-08-07_09:47:28MSK] - дата сборки прошивки
[N_AXIS: 4] - максимальное количество поддерживаемых осей контролллера
[AUTOSQUARING: Y] - список осей, для которых поддерживается функция автовыравнивания (если контроллер с выравниванием по X, то тут будет [AUTOSQUARING: X])
[ATC] - поддержка автоматической смены инструмента
[DIN: XYZARHSDPEY2,12] - список и общее количество цифровых входов контроллера
[DOUT: SRMF,7] - список и общее количество цифровых (релейных) выходов контроллера
[ETHERNET] - строка присутствует, если контроллер имеет Ethernet-интерфейс
[ADC_CHAN: 1] - количество аналоговых входов контроллера
[PLASMA, THC] - строка присутствует, если прошивка поддерживает работу с плазмой
[ENCODERS: 4] - количество входов квадратурных энкодеров
```

- *$G* — показать состояние парсера.

  Пример вывода команды $G

```
$G < [GC:G0 G54 G17 G21 G90 G94 G49 G98 G50 G69 M5 M9 T0 F0 S12000.]
```

- *$#* — показать список NGC-параметров – выводит системы координат и таблицу инструментов.

- *$BT* — запросить статус Bluetooth-подключения. Вывод команды включает в себя следующую информацию: статус Bluetooth-модуля в поле *BLUETOOTH* (*On* — успешно настроен, *Off* — ошибка настройки, выключен), имя Bluetooth-устройства контроллера (поле *NAME*), пин-код устройства (поле *PIN*).
- *$J* - это команда на дджоггинг (ручное перемещение).

  Пример команды:

  ```
  $J=G21G91X2.3570F12000
  ```

  В ней после знака '=' указываются основные параметры перемещения:

  G21 - сделать перемещение в метрических единицах (мм)

  G91 - сделать перемещение в относительных координатах

  X2.3570 - сделать перемещение по оси X на 2.357 мм в положительном направлении

  F12000 - сделать перемещение с подачей 12000 мм/мин
- *$H* – эта команда запускает поиск домашнего положения по всем осям.
- *$IPG* – запрос текущих настроек IP (IP-адрес, маска подсети, шлюз) – только для контроллеров с Ethernet-интерфейсом. Команда полезна, чтобы узнать, какой IP-адрес получен от DHCP-сервера.
- *$IPS* – команда для применения текущей конфигурации IP «на лету» - только для контроллеров с Ethernet-интерфейсом.

18. Некоторые полезные настройки приложения

Полный список настроек приложения доступен через пункт меню *Сервис → Настройки*.

Ниже представлены некоторые полезные функции и возможности визуализатора.

18.1 Проверка границ рабочего поля перед запуском УП

Галочка ***Проверять границы рабочего поля перед запуском*** в меню *Сервис → Настройки → Отправка файла* включает проверку загруженного файла управляющей программы на предмет выхода за границы рабочего поля станка. При включенной опции приложение автоматически выдает предупреждение, если УП нарушает границы.

18.2 Показывать результат выполнения УП/списка задач

По умолчанию каждый раз при завершении УП или списка задач приложение показывает окно с результатом. Это окно блокирует остальной интерфейс, и чтобы выполнить какое-либо другое действие предварительно нужно закрыть окно. Чтобы отключить показ этого окна снимите галочку ***Показывать результат выполнения УП*** в меню *Сервис → Настройки → Отправка файла*.

18.3 Перемещение в безопасное положение при прерывании УП

По умолчанию при прерывании выполнения управляющей программы инструмент остается в той позиции, где он был в момент прерывания. Установкой галочки ***Следовать в безопасное положение при прерывании УП*** в меню *Сервис → Настройки → Управление* можно настроить автоматический подъем инструмента на безопасную высоту, чтобы он не оставался в материале.

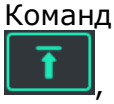
18.4 Подтверждать обнуление рабочих координат

По умолчанию при нажатии на кнопки обнуления рабочих координат действие выполняется сразу же без каких-либо предупреждающих сообщений. Для защиты от случайного нажатия этих кнопок, чтобы не сбить рабочий ноль, установите галочку ***Подтверждать обнуление рабочих координат*** в меню *Сервис → Настройки → Управление.* После этого при попытке обнулить какую-либо координату система будет выдавать блокирующее окно с требованием подтвердить операцию.

18.5 Отключать управление с джойстика при сворачивании программы

По умолчанию если свернуть визуализатор, возможность управления станком с джойстика сохраняется, что в некоторых случаях может быть небезопасно, или же наоборот может блокировать использование джойстика в другой открытой программе. Чтобы в этом случае отключить управление станком с джойстика, установите соответствующую галочку в меню *Сервис → Настройки → Управление.*

18.6 Настройка перемещения в безопасное положение

Команды перемещения в безопасное положение, отправляемые по нажатию на кнопку , настраиваются через меню *Сервис → Настройки → Управление* в поле

Команды безопасного положения. По умолчанию настроено движение в машинный ноль оси Z. Вы можете по своему усмотрению отредактировать это поле, используя стандартные G-код команды. Между отдельными командами необходимо ставить точку с запятой.

18.7 Настройка перемещения в рабочий ноль XY

Команды перемещения в рабочий ноль XY, отправляемые по нажатию на кнопку , настраиваются через меню *Сервис → Настройки → Управление* в поле ***Следовать в рабочий ноль XY***. По умолчанию настроено холостое перемещение сразу в рабочий ноль XY. Вы можете по своему усмотрению отредактировать это поле, используя стандартные G-код команды – например, добавить предварительный подъем на безопасную высоту. Между отдельными командами необходимо ставить точку с запятой.

18.8 Скрывать на визуализации холостые перемещения

Холостые перемещения (по командам G0) отображаются в окне визуализации в виде штриховых линий. Если они Вам мешают, то чтобы не «засорять» картинку, их можно отключить, сняв галочку ***Показывать холостые перемещения (G0)*** в меню *Сервис → Настройки → Визуализатор.*

18.9 Отображать на визуализации границы обработки загруженной УП

Для наглядности Вы можете включить отображение габаритного параллелепипеда загруженного файла управляющей программы (см. рис. 119), который покажет, в каких границах будет выполняться эта программа по осям X,Y,Z. Для этого установите галочку ***Показывать границы модели*** в меню *Сервис → Настройки → Визуализатор.*

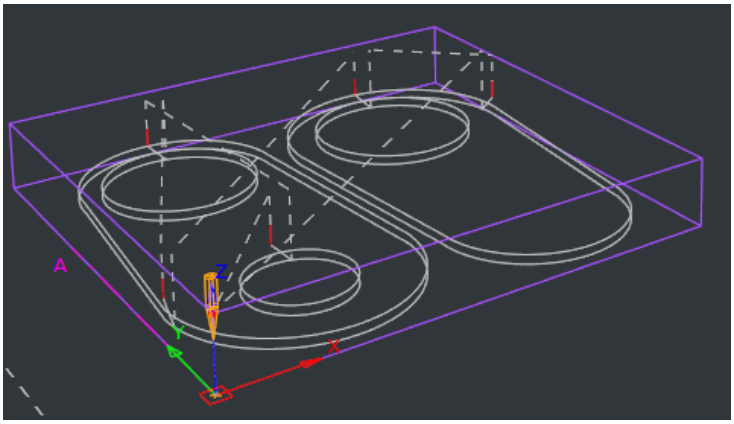


Рисунок 119. Отображение границ обработки УП

Через меню *Сервис → Настройки → Цвета* при необходимости можно настроить цвет этого параллелепипеда: параметр ***Границы модели*** в секции *ВИЗУАЛИЗАТОР*.

18.10 Упрощение геометрии для снижения нагрузки на видеоадаптер

При загрузке тяжелых управляющих программ (десятки и сотни мегабайт) с большим количеством вершин и траекторий, 3D-графика визуализации модели создает значительную нагрузку на видеоадаптер, что может приводить к падению FPS и в

целом к замедлению работы компьютера. Чтобы снизить нагрузку, установите галочку ***Упростить геометрию*** в меню *Сервис → Настройки → Визуализатор.*

18.11 Отключение визуализации

Основную нагрузку на процессор и видеоадаптер при работе программы создает 3D-графика визуализации. Если производительности Вашего компьютера недостаточно, чтобы работать с тяжелыми управляющими программами, целесообразно отключить визуализацию, нажав горячую клавишу F4. Обратное включение визуализации осуществляется этой же клавишей. Настроить её можно через меню *Справка → Горячие клавиши.*

18.12 Настройка размера и цвета инструментов на визуализации

Через меню *Сервис → Настройки → Модели инструментов* можно настроить размер и модель фрезы, отображаемой в окне визуализации, размер визуализации лазерного головы и поворотного ножа.

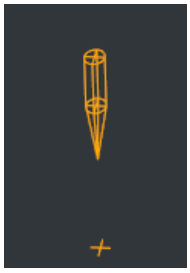


Рисунок 120. Визуализация фрезы

Через меню *Сервис → Настройки → Цвета* в секции *ИНСТРУМЕНТЫ* опционально можно настроить цвет всех инструментов.

18.13 Отображать названия осей на кнопках ручного перемещения

Чтобы на кнопках ручного перемещения отображались названия осей (рис. 121), в меню *Сервис → Настройки → Панели* параметру ***Вид кнопок*** необходимо присвоить значение *Надписи*.

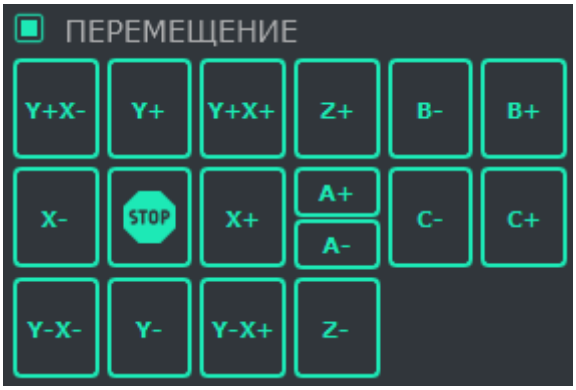


Рисунок 121. Названия осей на кнопках ручного перемещения

18.14 Настройка цветовой схемы и шрифта интерфейса визуализатора

В меню *Сервис → Настройки → Внешний вид* в параметре ***Тема оформления*** можно выбрать одну из нескольких предлагаемых тем (цветовых схем) интерфейса визуализатора. В секции *Шрифт* настраивается тип шрифта (*Начертание шрифта*) и размеры.

18.15 Настройка цветов инструментов, траектории

В меню *Сервис → Настройки → Цвета* настраивается цвет различных элементов визуализации. В секции *ВИЗУАЛИЗАТОР* можно настроить цвет фона окна визуализации, цвет границ рабочего поля станка, текста и границ модели загруженного файла УП. В секции *ИНСТРУМЕНТЫ* настраивается цвет инструментов в окне визуализации. В секции *ТРАЕКТОРИЯ* настраивается цвет различных элементов траектории загруженного файла УП:

- ***Основной*** – цвет рабочих и холостых перемещений (G0, G1, G2, G3).
- ***Выполненная*** – цвет выполненных участков программы.
- ***Начало*** – цвет точки начала программы.
- ***Конец*** – цвет точки конца программы.
- ***Z-перемещения*** – цвет участков траектории с движением по оси Z.
- ***Подсветка*** – подсветка траектории при простом перемещении стрелками вверх-вниз по строкам G-кода.

18.16 Установка пароля на изменение конфигурации станка

Для ограничения доступа к конфигурации станка можно установить пароль для входа в меню *Станок → Конфигурация.* Установка пароля осуществляется через меню *Сервис → Настройки → Безопасность.*

18.17 Перенос настроек при обновлении программы

Чтобы перенести настройки с одной версии программы в другую, необходимо выполнить следующие действия.

1. Закрыть визуализатор.
2. Из каталога со старой программой в новый скопировать два файла: *settings.ini* и *config.db.*
3. После этого новый визуализатор запустится с настройками из старой версии.

19. Горячие клавиши

19.1 Управление с клавиатуры

Визуализатор поддерживает широкие возможности управления станком с клавиатуры. Список горячих клавиш доступен в пункте меню *Справка → Горячие клавиши*.

Ниже приведены значения горячих клавиш по умолчанию. Все клавиши разделены на несколько групп.

Общие:

ScrollLock, F3 — Включить/выключить управление с клавиатуры.

F2 — показать или скрыть консоль.

F1 — показать или скрыть левую панель.

F4 — включение или отключение визуализации.

Перемещение

"+" - Подача XY следующая — выбор следующей (более высокой) подачи осей XY из списка «Подача XY».

"-"- Подача XY предыдущая — выбор предыдущей (более низкой) подачи осей XY из списка «Подача XY».

Alt + "+" - Подача Z следующая — выбор следующей (более высокой) подачи оси Z из списка «Подача Z».

Alt + "-" - Подача Z предыдущая — выбор предыдущей (более низкой) подачи оси Z из списка «Подача Z».

"*1*" — Шаг перемещения следующий — увеличить шаг перемещения, установив следующее значение из списка «Шаг».

"*7"* — Шаг перемещения предыдущий — уменьшить шаг перемещения, установив предыдущее значение из списка «Шаг».

"*5*" —Остановить перемещение.

"*4*" — Движение по оси X влево с установленным шагом.

"*6*" — Движение по оси X вправо с установленным шагом.

"*2*" — Движение по оси Y назад с установленным шагом.

"*8*" — Движение по оси Y вперед с установленным шагом.

"*3*" — Движение по оси Z вниз с установленным шагом.

"*9*" — Движение по оси Z вверх с установленным шагом.

"*]*" — Движение по оси A назад.

"\" — Движение по оси A вперёд.

"*W*" —Движение в рабочий ноль XY.

"*E*" — Увеличить подачу.

"*D*" — Уменьшить подачу.

"*Q*"— Движение в рабочий ноль XYZ.

"*A*" — Движение в машинный ноль XYZ.

Alt + Key — Перемещение на макс. Скорости.

Ctrl + Key — Перемещение на шаг 1 мм.

Шпиндель/лазер

"*0*" — Включить/выключить шпиндель/лазер

"*/*" - Уменьшить скорость вращения шпинделя (мощность лазера).

*"**" - Увеличить скорость вращения шпинделя (мощность лазера).

Работа

Return, Enter — Запуск УП на исполнение.

Backspace — Постановка УП на паузу.

Клавиша пробел — Постановка выполняемой программы G-кода на паузу.

"*.*" — Прервать.

"*S*" — Безопасное положение.

"*X*" — Обнулить XY.

"*Z*" — Обнулить Z.

"*P*" — Z-щуп.

Ins— Вставить строку.

Del— Удалить строку.

Чтобы изменить значение горячей клавиши, нажмите левой кнопкой мыши в поле ввода справа от названия (см. рис. 122), чтобы оно подсветилось зелёным цветом, и затем нажмите клавишу на клавиатуре, которую необходимо назначить на данное действие. Обратите внимание, что при попытке ввести уже назначенную клавишу, возникнет ошибка.

Чтобы удалить горячую клавишу, нажмите правой кнопкой мыши по полю с её значением и в выплывающем меню выберите действие *Удалить клавишу*.

Чтобы отключить горячую клавишу, снимите галочку слева от её названия.

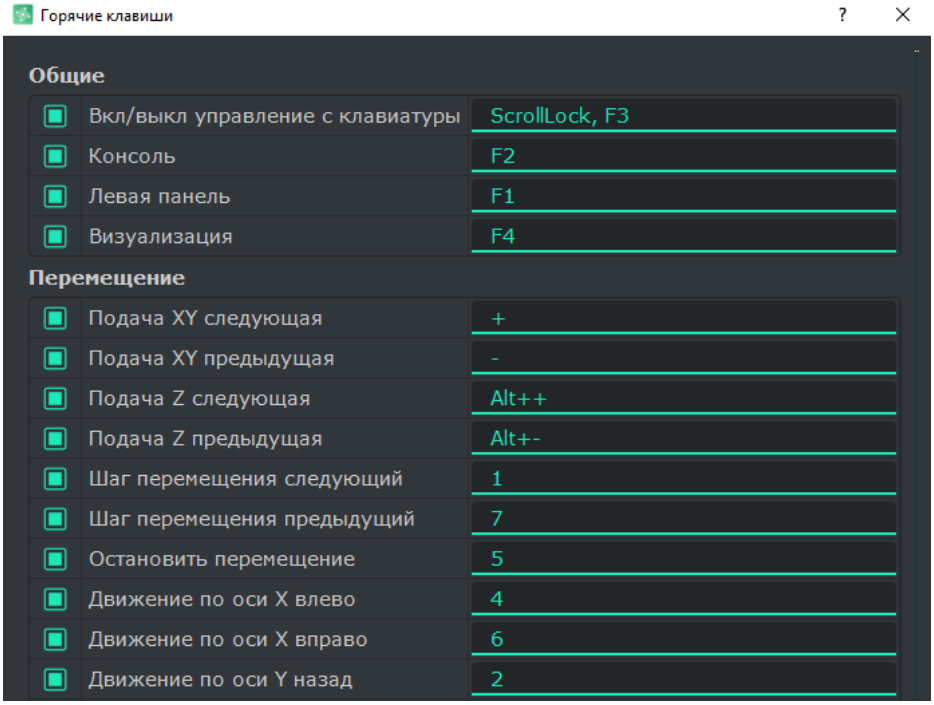


Рисунок 122. Настройка горячих клавиш

19.2 Управление с пульта WHB04B

Визуализатор поддерживает управление станком с помощью беспроводного пульта WHB04B. Прежде всего к компьютеру необходимо подключить USB-ресивер, входящий в комплект пульта, и дождаться его инициализации. После этого открыть меню *Сервис → Пульты и джойстики → Пульты* (см. рис. 123) и нажать кнопку ***Обновить список устройств*** напротив выплывающего списка ***Подключить устройство***. В этом списке автоматически должно появиться устройство *XHC WHB04B*, которое необходимо выбрать и нажать ***OK***.



Рисунок 123. Подключение пульта WHB04B

На момент написания документации возможность настройки клавиш пульта отсутствует, и на них автоматически назначаются следующие действия.



– программный сброс контроллера. Действие аналогично кнопке  на панели *УПРАВЛЕНИЕ*.



– прерывание запущенной управляющей программы. Если УП не запущена, то выполняется отмена действия или перемещения, как по кнопке 

.



– запуск или постановка на паузу управляющей программы (списка задач).



– функциональная клавиша – активирует действия на других клавишах, выделенные оранжевым цветом.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется коррекция подачи увеличением на 10%; при нажатии без кнопки Fn – запускается первый макрос из таблицы макросов.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется коррекция подачи уменьшением на 10%; при нажатии без кнопки Fn – запускается второй макрос из таблицы макросов.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется коррекция скорости вращения шпинделя (мощности лазера) увеличением на 10%; при нажатии без кнопки Fn – запускается третий макрос из таблицы макросов.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется коррекция скорости вращения шпинделя (мощности лазера) уменьшением на 10%; при нажатии без кнопки Fn – запускается четвертый макрос из таблицы макросов.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется поиск домашнего положения, если в данный момент он не выполнен, либо перемещение в машинные нули, если поиск дома предварительно был выполнен. При нажатии без кнопки Fn запускается пятый макрос из таблицы макросов.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется перемещение на безопасную высоту, как по кнопке ; при нажатии без кнопки Fn – запускается шестой макрос из таблицы макросов.

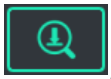


– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется перемещение по всем осям в рабочий ноль; при нажатии без кнопки Fn – запускается седьмой макрос из таблицы макросов.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется включение или выключение шпинделя (лазера); при нажатии без кнопки Fn – запускается восьмой макрос из таблицы макросов.



– при одновременном нажатии с клавишей Fn выполняется запуск процедуры Z-щуп, как по кнопке ; при нажатии без кнопки Fn – запускается девятый макрос из таблицы макросов.



– запуск десятого макроса из таблицы макросов.

Важно. Повторное нажатие кнопки макроса прерывает выполнение соответствующего макроса.

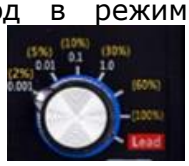


– перевод в режим перемещения с непрерывным шагом. При этом подача задаётся положением переключателя 

в процентах от скорости холостого хода по выбранной оси. Ось выбирается переключателем 

. После остановки вращения рукоятки пульта станок автоматически останавливает перемещение.



– перевод в режим перемещения с дискретным шагом. Шаг задается переключателем 

в мм, перемещение выполняется на скорости холостого хода выбранной оси. Выбор оси осуществляется переключателем 

. **Используйте этот режим аккуратно, т.к. каждый щелчок рукоятки пульта приведет к перемещению на заданный шаг, и даже после остановки вращения рукоятки станок продолжит движение до тех пор, пока не отработает все импульсы (щелчки).**

19.3 Управление с геймпада

Визуализатор поддерживает управление станком с помощью XBox-подобного геймпада (джойстика). Для этого сначала необходимо к компьютеру подключить USB-ресивер джойстика и дождаться его инициализации. Далее открыть меню *Сервис → Пульты и джойстики → Джойстики* (см. рис. 124) и нажать кнопку ***Обновить список устройств***  напротив выплывающего списка ***Подключить устройство***. В этом списке автоматически должно появиться устройство *Xbox gamepad*, которое необходимо выбрать.

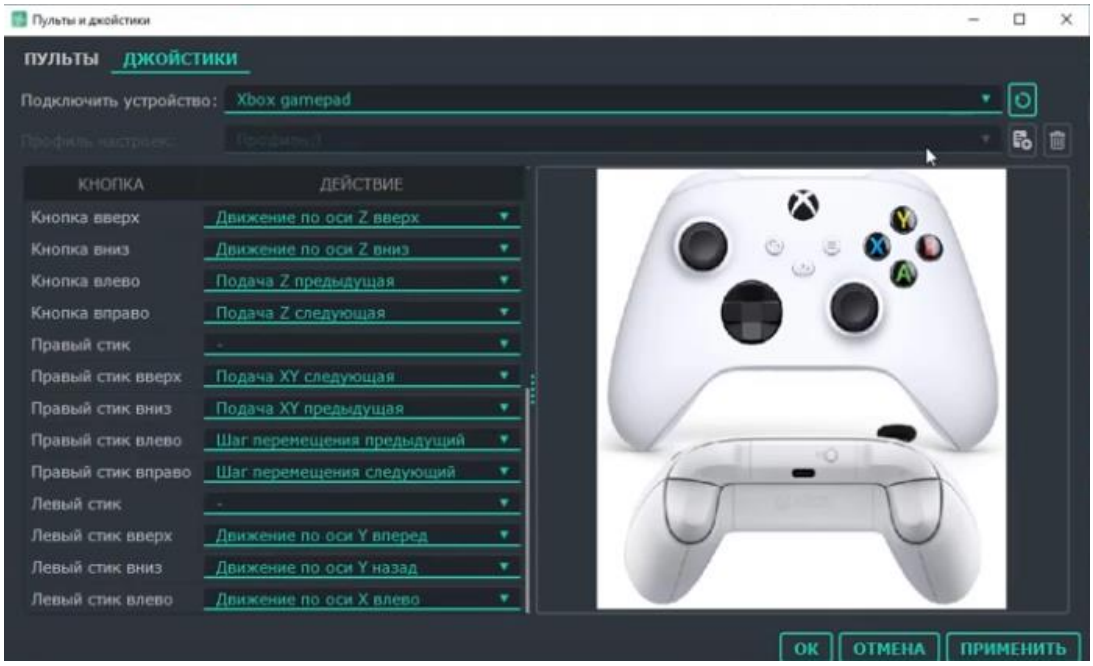


Рисунок 124. Подключение геймпада

Далее при необходимости можно настроить функции всех кнопок геймпада: это может быть как стандартное запрограммированное действие, так и вызов пользовательского макроса. Для удобства настройки и наглядности при нажатии кнопки геймпада в меню рис. 124 автоматически подсвечивается соответствующая ей строка.

По умолчанию управление с геймпада активно даже при сворачивании окна визуализатора, будьте осторожны! Чтобы отключить геймпад при сворачивании визуализатора, включите соответствующую галочку в меню *Сервис* → *Настройки* → *Управление* (см. рис 125).

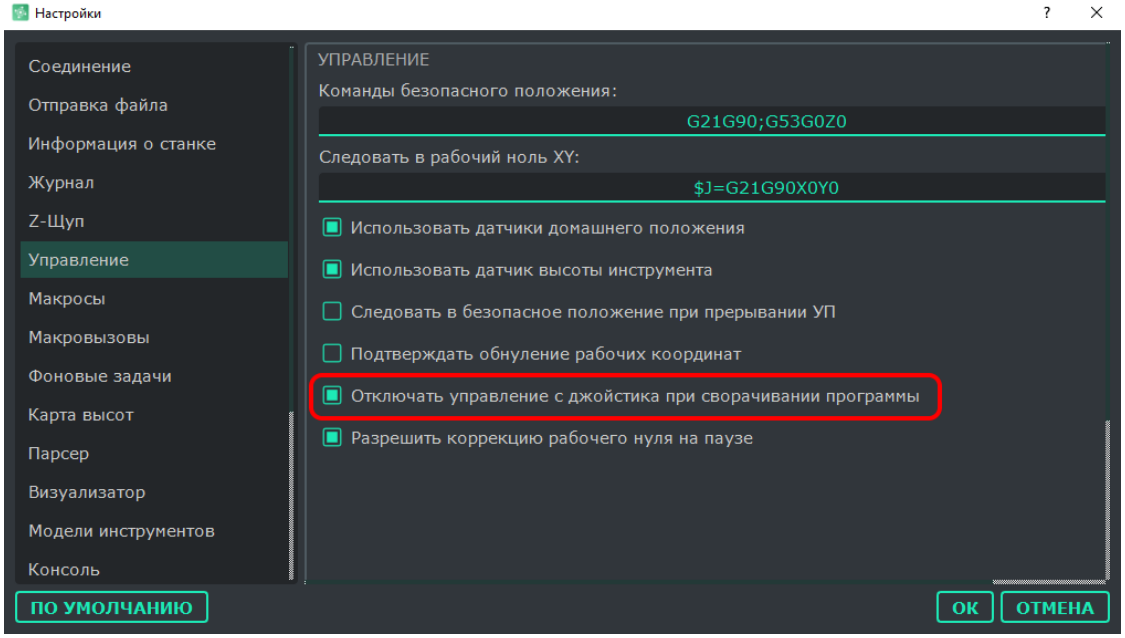


Рисунок 125. Отключение управления с геймпада при сворачивании

20. Информация о контроллере

Чтобы посмотреть информацию о подключенном контроллере, откройте меню *Станок → Контроллер*. Меню содержит следующие данные:

- Модель устройства
- Серийный номер
- Версия программного обеспечения
- Ревизия программного обеспечения
- Дата сборки

21. Возможные проблемы и их устранение

На некоторых компьютерах могут возникать проблемы с построением визуализации изображения загруженной программы G-кода (раздел 7). Вот некоторые из них:

1) фон изображения всегда черный, независимо от настройки цветовой схемы (меню *Сервис → Настройки → Цвета*) (см. рис. 126);
2) при перемещении инструмент «оставляет за собой след» (см. рис. 126);
3) изображение не строится или же наблюдаются искажения;
4) визуализация очень сильно «тормозит».

Для решения проблем 1-4 рекомендуется выполнить следующие действия:

1) Убедитесь, что Ваш компьютер соответствует требованиям к аппаратному обеспечению, описанным в разделе 1.
2) Выполните обновление драйвера видеокарты компьютера.
3) Если обновление драйвера не устранило проблему, установите пакеты Microsoft Visual C++ и Microsoft.NET Framework.
4) Альтернативно проблема решается установкой недорогой внешней видеокарты типа GeForce GT610/630.
5) Если перечисленные выше пункты не дают результата, обратитесь за помощью в техподдержку support@inectra.ru.

Для решения проблемы убедитесь, что Ваш компьютер соответствует требованиям к аппаратному обеспечению, описанным в разделе1, и выполните обновление драйвера видеокарты: судя по всему вся нагрузка на построение изображения ложится на центральный процессор (CPU) Вашего компьютера вместо того, чтобы задействовать аппаратные возможности графической карты.

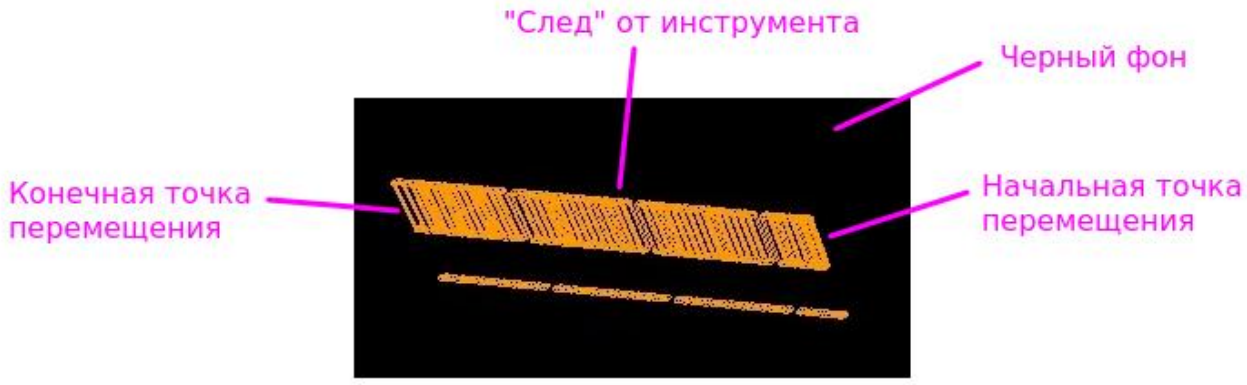


Рисунок 126. Некорректное построение визуализации

22. Конфигурация контроллера

Конфигурация контроллера записывается в энергонезависимую память (сохраняется при отключении питания) и хранится в виде списка параметров, которые содержат все основные настройки станка (а также ряд других сервисных настроек): размеры стола, скорость подачи, ускорение, детектирование сигналов концевых датчиков и сигналов управления, параметры сигналов Step-Dir управления шаговыми двигателями и др

ВАЖНО. При использовании контроллеров Инектра совместно с управляющей программой Inectra CNC Visualizer нет необходимости в прямом редактировании конфигурационных параметров: все основные настройки станка выведены в удобное графическое меню *Станок → Конфигурация* (см. раздел 8). Если по какой-либо причине Вам необходимо вручную изменить конфигурацию, откройте консоль и выполните настройки (см. разделы 16 и 17).

Ниже в таблице представлен список поддерживаемых параметров и их описание.

ID	Название	Единицы измерения	Описание
0	Step pulse time Время длительности шагового импульса	Микросекунды	Устанавливает длительность импульса сигнала Step. Минимальное значение- 2 мкс для контроллеров на чипе STM32F103 и 1.1мск для контроллеров на чипе STM32FF407. Значение по умолчанию — 10 мкс — необходимо уменьшить, если частота сигнала Step превышает 80 кГц. Формула для вычисления частоты Step: F = R * V (Гц), где R — разрешение оси в шаг/мм, V — скорость перемещения в мм/сек. Величина обратная частоте – период – включает в себя непосредственно импульс и паузу. Длительность паузы не должна быть меньше 1мкс. Таким образом, длительность импульса вычисляется как разность между периодом и длительностью паузы. Например, если разрешение оси равно 500шаг/мм, а скорость G0 равна 12000мм/мин = 200мм/сек, то частота step равна 500*200 = 100кГц. Период равен 1/100кГц = 10мкс. Целесообразно в этом случае настроить 5мкс на импульс. На паузу останется также 5мкс, что удовлетворяет указанному выше ограничению на минимальное значение. Драйверы шаговых двигателей имеют ограничение на минимальную длительность шагового импульса. Уточните нужное значение в документации. Желательно использовать максимально короткие импульсы, которые драйвер способен надежно распознавать.
1	Step idle delay Задержка отключения двигателей	Миллисекунды	Каждый раз, когда шаговые двигатели заканчивают движение и останавливаются, контроллер делает задержку на указанный интервал времени перед отключением питания двигателей. Время задержки отключения — это интервал перед отключением двигателей, в течении которого контроллер будет держать двигатели в состоянии удержания текущего положения. В зависимости от системы, вы можете установить значение этого параметра в ноль и отключить задержку. В

			других случаях может потребоваться использовать значение 25-50 миллисекунд, чтобы оси успели полностью остановиться перед отключением двигателей. Отключение призвано помочь для тех типов двигателей, которые не следует держать включенными в течении долгого периода времени без какой-либо работы. И еще, имейте в виду, что в процессе отключения некоторые драйверы шаговых двигателей не запоминают на каком микрошаге они остановились, что может привести к пропуску шагов. В этом случае лучше держать двигатели всегда включенными установкой соответствующего значения в параметр 37.
2	Step pulse invert Инверсия сигнала шагового импульса	Битовая маска[1]	Этот параметр управляет инверсией сигнала шаговых импульсов. По умолчанию, сигнал шагового импульса начинается в нормально-низком состоянии и переключается в высокое на период импульса. По истечении времени, заданного параметром $0, вывод переключается обратно в низкое состояние, вплоть до следующего импульса. В режиме инверсии, шаговый импульс переключается из нормально-высокого в низкое на период импульса, а потом возвращается обратно в высокое состояние. Большинству пользователей не требуется менять значение этого параметра, но это может оказаться полезным, если конкретные драйверы ШД этого требуют. Например, инверсией вывода шагового импульса может быть обеспечена искусственная задержка между изменением состояния вывода направления и шаговым импульсом. Этот параметр хранит настройки инверсии осей в виде битовой маски. Бит 0 соответствует оси X, бит 1 - оси Y, бит 2 - оси Z. Например, чтобы инвертировать оси Y и Z, отправьте $2=6.
3	Step direction invert Инверсия сигнала направления шагового двигателя	Битовая маска[1]	Этот параметр инвертирует сигнал направления для каждой из осей. По-умолчанию, контроллер предполагает, что ось движется в положительном направлении, когда уровень сигнала направления низкий, и в отрицательном - когда высокий. Эта маска работает точно так, как и инверсия шаговых импульсов. Для настройки нужно просто отправить значение, указывающее какие оси инвертировать. Бит 0 соответствует оси X, бит 1 - оси Y, бит 2 - оси Z. Например, чтобы инвертировать направление только по оси Y, нужно отправить команду $3=2.
4	Invert step enable pin Инверсия сигнала включения шаговых двигателей	Битовая маска[1]	По умолчанию, низкий уровень соответствует выключению, а высокий - включению шаговых двигателей. В контроллерах Инектра включению двигателей соответствует низкий уровень, поэтому сигнал необходимо инвертировать, отправив $4=7 (или $4=1, т.к. все шаговые двигатели управляются одним сигналом включения). Бит 0 соответствует оси X, бит 1 - оси Y, бит 2 - оси Z. Если все шаговые двигатели управляются одним и тем же сигналом включения, используется только бит оси X.
5	Invert limit pins	Битовая маска[1]	По умолчанию, высокий уровень сигнала на соответствующей ножке микроконтроллера соответствует

[1]Расшифровку значений битовой маски см. ниже после таблицы с описанием конфигурационных параметров.

	Инверсия сигналов концевых датчиков		срабатываю концевого датчика. Контроллеры Инектра спроектированы таким образом, что при разомкнутой цепи датчика сигнал на соответствующей ножке микроконтроллера резистором подтягивается к высокому уровню. При замыкании выводов XLIM, YLIM, ZLIM на общий провод GND1, соответствующая ножка микроконтроллера подтягивается к низкому уровню. Таким образом, при подключении нормально разомкнутого (Normally Opened, NO) датчика, соответствующий бит параметра 5 необходимо установить в 1 . При подключении нормально замкнутого (Normally Closed, NC) датчика, инверсия не требуется. Бит 0 соответствует оси X, бит 1 - оси Y, бит 2 - оси Z. Например, для инверсии лимитов всех осей необходимо отправить $5=7.
6	Invert probe pin Инверсия сигнала датчика высоты инструмента	Логический	По аналогии с сигналами концевых датчиков (см. описание параметра 5), параметр 6 необходимо установить в 1 при подключении нормально разомкнутого датчика высоты инструмента (Z-щупа), отправив $6=1.
9	Arc radius max delta	Миллиметры	Данный параметр позволяет настроить точность построения дуг (командами G2,G3). Если команда дуговой интерполяции возвращает ошибку «Неверная цель команды перемещения», увеличьте значение этого параметра, чтобы построить дугу с большей погрешностью позиционирования конечной точки.
10	Status report options Настройка статусных репортов	Битовая маска[1]	Параметр определяет, какие данные отправлять в отчеты реального времени, которые используются графическим визуализатором (в частности, Inectra CNCVisualizer) для отображения текущего состояния системы. Для корректной работы визуализатора рекомендуется установить значение параметра $10=511. Расшифровка битовой маски: Бит0 - машинные координаты, бит1 - состояние буфера, бит2 - номера строк, бит3 - скорость подачи и скорость вращения шпинделя, бит4 - состояние контрольных сигналов, бит5 - рабочие координаты, бит6 - переопределения, бит7 - координаты датчика высоты инструмента, бит8 - синхронизация буфера при изменении рабочих координат, бит9 - подстатусы аварий, бит10 - состояние парсера. Большая часть данных скрывается и выводится только тогда, когда их значение меняется. Это существенно увеличивает производительность по сравнению со старым способом и позволяет значительно быстрее получать обновленные

			данные о станке, причем в большем объеме.
11	Junction deviation Отклонение на стыках	Миллиметры	Заданная величина отклонения на стыках, используется модулем управления ускорением для определения как быстро можно перемещаться через стыки отрезков запрограммированного в G-коде пути. Например, если путь в G-коде содержит острый выступ с углом в 10 градусов, и станок двигается к нему на полной скорости, данный параметр поможет определить насколько нужно притормозить, чтобы выполнить поворот без потери шагов. Вычисление делается довольно сложным образом, но в целом, более высокие значение дают более высокую скорость прохождения углов, повышая риск потерять шаги и сбить позиционирование. Меньшие значение делают модуль управления более аккуратным и приводят к более аккуратной и медленной обработке углов. Так что, если вдруг столкнетесь с проблемой слишком быстрой обработкой углов, уменьшите значение параметра, чтобы заставить станок притормаживать перед прохождением углов.
12	Arc tolerance Отклонение от дуги	Миллиметры	Контроллер выполняет операции круговой интерполяции G2/G3 (круги, спирали, дуги), разбивая их на множество крошечных отрезков таким образом, чтобы погрешность отклонения от дуги не превышала значения данного параметра. Значение по умолчанию - 0.002мм. Если вы обнаружили, что ваши окружности слишком угловатые или прохождение по дуге выполняется слишком уж медленно, откорректируйте значение этого параметра. Меньшие значение дают лучшую точность, но могут снизить производительность из-за перегрузки контроллера огромным количеством мелких линий. И наоборот, более высокие значения приводят к меньшей точности обработки, но повышают скорость, поскольку дуга разбивается на меньшее количество отрезков . Стоит уточнить, что отклонение от дуги определяется как максимальная длина перпендикуляра, проведенного от отрезка, соединяющего концы дуги (хорды) до пересечения с точкой дуги. Используя основы геометрии, происходит вычисление, на отрезки какой длины нужно разбить дугу, чтобы погрешность не превышала заданное значение.
13	Report in inches Отчетвдюймах	Логический	Контроллер в реальном времени выводит координаты текущей позиции, чтобы пользователь всегда имел представление, где в данный момент находится станок, а также параметры смещения начала координат, скорость подачи и данные измерения (probing). По-умолчанию вывод идет в мм, но командой $13=1 можно изменить значение параметра и переключить выводна дюймы. $13=0 возвращает вывод в мм.
14	Invert control pins Инверсия сигналов управления	Битовая маска[1]	По умолчанию, высокий уровень сигнала на соответствующей ножке микроконтроллера соответствует нажатию кнопки (поступлению управляющего сигнала). Контроллеры Инектра спроектированы таким образом, что при разомкнутой цепи сигнал на соответствующей ножке микроконтроллера резистором подтягивается к высокому уровню. При замыкании выводов RESET, HOLD, START, Safety Door на общий провод GND1, соответствующая ножка микроконтроллера подтягивается к низкому уровню. Таким

			образом, если по нажатию кнопки соответствующий вывод замыкается на общий провод, соответствующий бит параметра 14 необходимо установить в 1 . Инверсия не требуется, если вывод замкнут на общий провод при ненажатой кнопке. Расшифровка битовой маски: бит0 - RESET бит1 - HOLD бит2 - START бит3 - Safety Door Рекомендуемое значение $14=15.
15	Invert coolant pins Инверсия сигналов управления охлаждением	Битовая маска[1]	По умолчанию включение охлаждения осуществляется установкой высокого уровня на соответствующей ножке микроконтроллера. Контроллеры Инектра спроектированы в соответствии с этим утверждением, поэтому инверсия сигналов охлаждения не требуется: $15=0. Расшифровка маски: бит0 - основное охлаждение (Flood) бит1 - дополнительное охлаждение (Mist)
16	Invert spindle singnals Инверсия сигналов управления шпинделем	Битовая маска[1]	Расшифровка битовой маски: бит0 - Spindle Enable бит1 - Spindle Direction бит2 - PWM (ШИМ) По умолчанию активному уровню сигнала соответствует высокий уровень на ножке микроконтроллера. Контроллеры Инектра спроектированы в соответствии с этим утверждением, поэтому инверсия сигналов управления шпинделем не требуется: $16=0
17	Pullup disable control pins Подтяжка сигналов управления к питанию отключена	Битовая маска[1]	Настройка данного параметра для контроллеров Инектра не требуется, так как входные цепи сигналов управления содержат подтягивающие к питанию (pull-up) резисторы. Значение параметра должно быть равно $17=0 Для расшифровки битовой маски см. параметр 14.
18	Pullup disable limit pins Подтяжка сигналов концевых датчиков к питанию отключена	Битовая маска[1]	Настройка данного параметра для контроллеров Инектра не требуется, так как входные цепи сигналов концевых датчиков содержат подтягивающие к питанию (pull-up) резисторы. Значение параметра должно быть равно $18=0 Для расшифровки битовой маски см. параметр 5.

19	Pullup disable probe pin Подтяжка сигнала Z-щупа к питанию отключена	Логический	Настройка данного параметра для контроллеров Инектра не требуется, так как входная цепь сигнала датчика высоты инструмента содержит подтягивающий к питанию (pull-up) резистор. Значение параметра должно быть равно $19=0
20	Soft limits enable Включение программных лимитов	Логический	Включение программных лимитов - это настройка безопасности, призванная помочь избежать перемещения инструмента за пределы рабочей области, которое может повлечь за собой поломку или разрушение дорогостоящих предметов. Она работает за счет информации о текущем положении и пределах допустимого перемещения по каждой из осей. Каждый раз, когда контроллер получает G-код движения, он проверяет не произойдет ли выход за пределы допустимой области. И в случае, если происходит нарушение границ, контроллер немедленно выполняет команду приостанова подачи, останавливает шпиндель и охлаждение, а затем выставляет сигнал аварии для индикации проблемы. Текущее положение при этом не сбрасывается, поскольку останов происходит не в результате аварийного принудительного останова, как в случае с жесткими границами. ЗАМЕЧАНИЕ: программные лимиты требуют включения поддержки процедуры поиска домашнего положения и аккуратной настройки максимальных границ для перемещения (параметры 130, 131, 132), поскольку контроллеру нужно знать, где находятся допустимые границы. Отправьте $20=1 для включения, и $20=0 для отключения программных лимитов.
21	Hard limits enable Включение жестких границ - поддержка концевых датчиков в аппаратной конфигурации станка	Логический	Жесткие границы в общих чертах работают также как и мягкие, но используют аппаратные выключатели. Как правило, концевые выключатели (механические, магнитные или оптические) устанавливаются в конце каждой из осей или в тех точках, достижение которых в процессе перемещения может привести к проблемам. Когда срабатывает выключатель, он приводит к немедленной остановке любого перемещения, останову охлаждения и шпинделя (если подключен), и переходу в аварийный режим, требующий от вас проверить станок и выполнить сброс контроллера. Имейте в виду, что срабатывание жестких границ рассматривается как исключительное событие, выполняющее немедленный останов, и может приводить к потере шагов. Контроллер не имеет обратной связи от станка о текущем положении, так что он не может гарантировать, что имеет представление о том где реально находится. Так что, если произошло нарушение жестких границ, контроллер перейдет в бесконечный цикл режима АВАРИЯ, выход из которого потребует выполнения процедуры поиска домашнего

			положения (Homing). Отправьте $21=1 для включения, и $20=0 для отключения жестких границ.
22	Homing cycle Поиск домашнего положения	Битовая маска[1]	Процедура поиска домашнего положения используется для аккуратного и точного поиска заранее известной точки станка каждый раз после включения контроллера между сеансами работы - так называемый машинный ноль, используемый как точка отсчета координат станка. По-умолчанию, процедура поиска начальной позиции контроллера сначала выполняет перемещение по оси Z в положительном направлении, чтобы освободить рабочую область, а затем выполняет перемещение по осям X и Y в положительном направлении. Для настройки точного поведения процедуры поиска домашнего положения имеется несколько параметров настройки, описанные ниже. Также следует отметить, что при активированнойпроцедуре поиска домашнего положения контроллер блокирует выполнение команд перемещения и G-кода до завершения процедуры.
23	Homing direction invert Инвертирование направления поиска домашнего положения	Битовая маска[1]	По-умолчанию, контроллер предполагает, что концевые выключатели начальной точки (домашнего положения) находятся в положительном направлении. Он выполняет сначала перемещение в положительном направлении по оси Z, затем в положительном направлении по осям X-Y, перед тем как точно определить начальную точку, медленно перемещаясь назад и вперед около концевого выключателя. Если в вашей конфигурации концевые датчики находятся в другом направлении по отношению к положительному направлению движения по заданной оси, установите соответствующий бит в 1: бит0 - оси X, бит1 - ось Y, бит2 - ось Z. Например, для инвертирования направления поиска по осям Y и Z, отправьте $23=6.
24	Homing locate feed rate Скорость подачи при точном определении домашнего положения	мм/мин	Процедура поиска начальной точки сначала ищет концевые выключатели с повышенной скоростью, а после того как их обнаружит, двигается в начальную точку с пониженной скоростью для точного определения ее положения - эта пониженная скорость и задается параметром 24. Установите ее в некоторое значение, обеспечивающее повторяемое и точное определение местоположения начальной точки.
25	Homing search seek rate Скорость подачи при поиске домашнего положения	мм/мин	Данные параметр определяет начальную (повышенную) скорость, с которой контроллер пытается грубо найти концевые выключатели домашнего положения. Откорректируйте это значение, позволяющее переместиться к начальной точке за достаточно малое время без столкновения с концевыми выключателями из-за слишком быстрого к ним перемещения.

26	Homing switch debounce delay Подавление дребезга при поиске домашнего положения	Миллисекунды	При срабатывании концевых датчиков, некоторые из них в течении нескольких миллисекунд могут издавать электрический/механический шум (так называемый дребезг контакта), приводящий к быстрому переключению сигнала между высоким и низким уровнями, прежде чем его значение зафиксируется. Для решения данной проблемы вводится программная задержка на время дребезга. Контроллер будет делать короткую задержку, но только при поиске начальной точки на этапе ее точного определения. Установите значение задержки достаточное, чтобы выключатели обеспечивали устойчивое срабатывание. Для большинства случаев подойдет значение в пределах 5-25 миллисекунд.
27	Homing switch pull-off distance Отъездотначальнойточки	Миллиметры	После того, как концевой выключатель домашнего положения найден, контроллер отъезжает от него на небольшое расстояние. Делается это для того, чтобы в домашнем положении датчики не находились в «засвеченном» состоянии, а также чтобы избежать непреднамеренного срабатывания датчиков в процессе работы станка. Обычно значение 2-3 мм вполне достаточно.
28	G73 retract distance Расстояние втягивания G73	Миллиметры	Расстояние втягивания инструмента в цикле высокоскоростного сверления командой G.73
29	Pulse delay Задержка шагового импульса	Микросекунды	Обычно изменение этого параметра не требуется, оставьте его значение в 0.
30	Maximum spindle speed Максимальная скорость вращения шпинделя	об/мин	Задает скорость вращения шпинделя, соответствующую максимальной скважности ШИМ-сигнала (1). Скважности 1 соответствует постоянный уровень 5В на выходе DPWM и уровень 10В на аналоговом выходе APWM. Таким образом, если, скажем, $30=24000, то команда M3 S12000 приведет к генерации ШИМ сигнала на выходе DPWM в виде периодических прямоугольных импульсов скважностью 0.5, что будет соответствовать аналоговому уровню 5В на выходе APWM. Замечание: контроллер ревизии 2.1 формирует сигнал только на одном из выходов DPWM/APWM - в зависимости от значения параметра 32 (см. описание ниже)
31	Minimum spindle speed Минимальная скорость вращения шпинделя	об/мин	Задает скорость вращения шпинделя, соответствующую минимальной скважности ШИМ-сигнала (0.004). Скважности 0.004 соответствуют очень короткие периодические импульсы (длительность зависит от частоты, определяемой параметром 33) на выходе DPWM, и постоянное напряжение 0.04В на аналоговом выходе APWM. Значение $31=0 соответствует отключению шпинделя, ивыходы ШИМ всегда равны 0В. Замечание: контроллер ревизии 2.1 формирует сигнал

			только на одном из выходов DPWM/APWM - в зависимости от значения параметра 32 (см. описание ниже)
32	Mode of operation Режимработы	Целое	0 — Режим фрезерного станка 1 — Режим лазера 2 — Режим токарного станка 3 — Режим тангенциального ножа Отличие режима лазера от режима фрезера состоит в том, что при работе в режиме лазера, когда обороты шпинделя (мощность лазера) меняются командой S, станок будет продолжать движение от точки к точке в соответствии с заданной последовательностью команд G1, G2, или G3. Значение скважности ШИМ, отвечающего за управление оборотами шпинделя, будет меняться в процессе движения сразу же, без выполнения остановки. Второе отличие состоит в том, что при выполнении ускоренного перемещения по команде G0, происходит отключение сигнала ШИМ, чтобы лазер не прожег рабочую поверхность во время холостого хода. Если параметр отключен (значение 0), станок будет вести себя как обычно, прерывая движение каждый раз, когда встречает команду изменения оборотов шпинделя S. Это стандартное поведение для фрезерных станков, формирующее некоторую паузу, чтобы шпиндель успел изменить скорость своего вращения. На холостом ходу (по команде G0) отключать ШИМ (шпиндель) не требуется. В контроллерах ревизии 2.1 и выше реализована раздельная подача ШИМ на выводы APWM и DPWM. В режиме фрезера ($32=0) присутствует только аналоговый сигнал 0-10В на выходе APWM для регулировки оборотов шпинделя. На выходе DPWM сигнал при этом отсутствует (0 В). В режиме лазера ($32=1) присутствует только импульсный ШИМ на выводе DPWM для регулировки мощности лазера. На выходе APWM при этом сигнал отсутствует (0 В). Исходя из сказанного выше, шпиндель необходимо подключать только к выводу APWM, а лазер - к выводу DPWM.
33	Spindle PWM frequency Частота ШИМ-сигнала управления скоростью вращения шпинделя	Гц	Частота ШИМ-сигнала управления скоростью вращения шпинделя/мощностью лазера. Чем выше частота ШИМ, тем более гладкий (меньше шума) будет аналоговый сигнал на выходе APWM.
34	Spindle PWM off value	%	Рекомендуемое значение: $34=0

35	Spindle PWM min value Минимальный уровень ШИМ-сигнала	%	Рекомендуемое значение: $35=0
36	Spindle PWM max value Максимальный уровень ШИМ-сигнала	%	Рекомендуемое значение: $36=100
37	Steppers deenergize Отключение двигателей	Битовая маска[1]	Параметр определяет, шаговые двигатели каких осей необходимо оставлять включенными после остановки. Если соответствующий бит установлен в 1, то после остановки двигателя сигнал Step Enable соответствующей оси остается активным, благодаря чему двигатель находится в состоянии удержания своего положения. В процессе работы станка рекомендуется оставлять двигатели включенными ($37=7), т.к. при неактивном сигнале Step Enable двигатель не удерживает позицию, и его можно легко сдвинуть с места, нарушив координаты. Расшифровка маски: бит0 - ось X, бит1 - ось Y, бит2 - ось Z.
39	Enable legacy RT commands Разрешить устаревшие команды реального времени	Логический	Рекомендуемое значение параметра: $39=1
40	Limit jog commands Ограничить команды перемещения	Логический	Параметр активирует ограничение команд перемещения по машинным лимитам для осей при выполнении процедуры поиска домашнего положения.
41	Parking cycle Цикл парковки	Логический	При $41=1 разрешено выполнить процедуру парковки по оси, задаваемой параметром 42 . Предварительно требуется выполнить процедуру поиска домашнего положения.
42	Parking axis Настройка оси для выполнения парковки	Целое	Определяет, по какой оси выполнять парковку: 0 - ось X, 1 - ось Y, 2 - ось Z.
43	Homing passes Количество	Целое	Определяет, какое количество циклов требуется выполнить при выполнении процедуры поиска домашнего положения.

	циклов поиска домашнего положения		Диапазон значений от 1 до 128.
44	Axis homing, first pass Первая ось при поиске домашнего положения	Битовая маска[1]	Определяет, по какой оси (или нескольким сразу) выполнять поиск домашнего положения за первый проход. Расшифровка маски: бит0 - ось X, бит1 - ось Y, бит2 - ось Z.
45	Axis homing, second pass Вторая ось при поиске домашнего положения	Битовая маска[1]	Определяет, по какой оси (или нескольким сразу) выполнять поиск домашнего положения за второй проход. Расшифровка маски аналогично параметру 44.
46	Axis homing, third pass Третья ось при поиске домашнего положения	Битовая маска[1]	Определяет, по какой оси (или нескольким сразу) выполнять поиск домашнего положения за третий проход. Расшифровка маски аналогично параметру 44.
56	Parking pull-out distance Дистанция извлечения инструмента	Миллиметры	Расстояние (относительное), на которое происходит извлечение инструмента из заготовки перед выполнением парковки по заданной оси.
57	Parking pull-out rate Скорость извлечения инструмента	мм/мин	Скорость, с которой инструмент извлекается из заготовки перед выполнением парковки. Для безопасности, эта скорость должна быть небольшой.
58	Parking target Машинная координата позиции парковки	Миллиметры	Машинная координата заданной оси, в которую осуществляется парковка инструмента.
59	Parking fast rate Скорость парковки	мм/мин	Скорость, с которой инструмент перемещается на позицию парковки после извлечения из заготовки.
60	Restore overrides	Логический	При выполнении кодов конца программы M2 или M30, большинство состояний G-кодов сбрасывается в значения по умолчанию. Данная опция включает восстановление

	Восстановить переопределенные настройки в значения по умолчанию		дефолтных значений для скоростей подачи и скорости вращения шпинделя (мощности лазера). Для активации отправьте $60=1.
61	Ignore door when idle Игнорировать защитную дверцу в режиме простоя	Логический	Отправьте $61=1, если конфигурация станка требует, чтобы в режиме простоя защитная дверца была открыта (например, для последующего исполнения команд движения).
62	Sleep enable Разрешить режим сна	Логический	Отправьте $62=1, чтобы разрешить переход в режим сна.
63	Feed hold actions Действия по сигналу пазуы	Битовая маска[1]	Параметр определяет, какие действия необходимо предпринять при постановке программы на паузу и снятии с паузы. Расшифровка маски: бит0 — отключить лазер при постановке на паузу, бит1 — восстановить состояния шпинделя и охлаждения по снятию с паузы, бит2 — парковаться на паузе, бит3 – выключать шпиндель на паузе.
64	Force init alarm Принудительный старт в аварийном режиме	Логический	При $64=1 контроллер запускается в режиме аварии после холодного сброса.
65	Probing feed override Коррекция скорости подачи при поиске датчика высоты инструмента	Логический	Отправьте $65=1, чтобы разрешить коррекцию скорости подачи для поиска датчика высоты инструмента.
100-105	Axis travel resolution Разрешениеоси: 100 — X, 101 — Y, …, 105 — C.	шаг/мм	Системе нужно знать на какое расстояние каждый шаг двигателя в реальности перемещает инструмент. Для калибровки соотношения шаг/мм необходимо знать следующее: • Перемещение в мм, соответствующее одному обороту двигателя. Это зависит от размера шестерней ременной передачи или шага винта. 1. Количество полных шагов на один оборот двигателя (обычно 200).

			2. Количество микрошагов на один шаг для контроллера двигателя (обычно 1, 2, 4, 8, или 16). Совет: Использование больших значений микрошага (например, 16) может уменьшить крутящий момент двигателя, так что используйте минимальное значение, обеспечивающее нужную точность перемещения по осям и удобные эксплуатационные характеристики. После этого значение шаг/мм может быть вычислено по формуле: шагов_на_мм = (шагов_на_оборот * микрошагов)/мм_на_оборот Совет: используйте процедуру калибровки (функция *Станок→Калибровка* в графическом визуализаторе Inectra CNCVisualizer) для точного определения разрешения оси.
110-115	Axis maximum rate Максимальная скорость перемещения по оси: 110 — X, 111 — Y, …, 115 — C.	мм/мин	Параметр задает максимальную скорость (G0), с которой можно перемещаться по оси. Используется как скорость подачи для выполнения команды холостого перемещения G0.
120-125	Axis acceleration Ускорение по оси: 120 — X, 121 — Y, …, 125 — C.	мм/с^2	Параметр задаёт величину ускорения (замедления) движения по оси X. Попросту говоря, меньшее значение делает станок более плавным в движении, в то время как большее приводит к боле резким движениям и достижению требуемой скорости подачи гораздо быстрее.
130-135	Axis maximum travel Размер рабочего поля: 130 — по X, 131 — по Y, …, 135 — по C.	мм	Этот параметр задает максимальную дистанцию перемещения в мм от одного конца оси X до другого. Он имеет смысл только при включении программных лимитов и поиске начальной точки, поскольку используются модулем проверки программных лимитов для определения выхода за пределы допустимой области в процессе перемещения.
160-165	Backlash compensation Компенсация люфта: 160 — по X, 161 — по Y, …, 165 — по C.	мм	Этот параметр задает величину холостого перемещения при смене направления по каждой оси в целях компенсации имеющегося люфта.
170-175	Homing search seek rate Скорость быстрого поиска	мм/мин	Этот параметр задает скорость быстрого (или грубого) поиска датчика по каждой оси. Это первый этап процедуры поиска домашнего положения, который выполняется с более высокой скоростью.

	домашнего положения: 170 — по X, 171 — по Y, …, 175 — по C.		
180-185	Homing locate feed rate Скорость точного поиска домашнего положения: 180 — по X, 181 — по Y, …, 185 — по C.	мм/мин	Этот параметр задает скорость точного поиска датчика по каждой оси. Это второй этап процедуры поиска домашнего положения и характеризуется малой скоростью поиска для более точного определения позиции датчика.
190-195	Homing pulloff Расстояние отката от датчика при поиске домашнего положения: 190 — по X, 191 — по Y, …, 195 — по C.	мм	После того, как концевой выключатель домашнего положения найден, контроллер отъезжает от него на небольшое расстояние. Делается это для того, чтобы в домашнем положении датчики не находились в «засвеченном» состоянии, а также чтобы избежать непреднамеренного срабатывания датчиков в процессе работы станка. Обычно значение 2-3 мм вполне достаточно.
200-205	Homing pulloff B Расстояние отката от датчика спаренной оси при автовыравнивании 200 — по X, 201 — по Y, …, 205 — по C.	мм	После того, как концевой выключатель домашнего положения найден, контроллер отъезжает от него на небольшое расстояние. Делается это для того, чтобы в домашнем положении датчики не находились в «засвеченном» состоянии, а также чтобы избежать непреднамеренного срабатывания датчиков в процессе работы станка. Обычно значение 2-3 мм вполне достаточно.
210-215	Homing position Машинная координата в домашнем положении: 210 — по X, 211 — по Y, …, 215 — по C.	мм	Эти параметры задают значения машинной координаты на концевом датчике для каждой оси после выполнения процедуры поиска домашнего положения. По умолчанию — 0. Данные параметры применяются только в том случае, если установлен бит3 конфигурационного параметра $22.
220-225	Axis travel resolution precise part Точная часть настройки разрешения	шаг/мм	Если исходя из параметров механики оси расчетное значение разрешения представляет собой бесконечную дробь, то начиная с версии 4.2, в контроллер можно записать до 8 знаков после запятой. Например, если расчетное значение разрешения оси A составляет 53.66666667 шаг/град, то в параметр *$103* нужно записать как обычно 53.666, а оставшиеся с 4-го по 8-й разряд после запятой записать в

	оси		параметр *$223* следующим образом: `$223=66667`
230-235	Homing search type Механизм поиска дома	Целое	0 – по концевому датчику на скорости поиска 1 – по концевому датчику на холостом ходу с плавной остановкой 2 – по Z-метке
300	IP mode Режим получения IP-адреса	Целое	Режим получения IP-адреса контроллером: 0 — статический, 1 — по протоколу DHCP. По умолчанию статический.
301-304	IP address IP-адрес устройства	Целое	IP-адрес устройства представляет собой последовательность из 4-х байт, каждый из которых принимает значения от 0 до 255. 301 — первый байт (старший), 304 — последний (младший). По умолчанию 192.168.1.10.
305-308	Subnet mask Маска подсети	Целое	305 — старший байт маски подсети, 308 — младший. По умолчанию 255.255.255.0.
309-312	Default gateway Шлюз по умолчанию	Целое	Шлюз по умолчанию представляет собой последовательность из 4-х байт (IP-адрес), каждый из которых принимает значения от 0 до 255. 309 — первый байт (старший), 312 — последний (младший). По умолчанию 192.168.1.1.
317	TCP port TCP-порт	Целое	TCP-порт, на который контроллер принимает входящее подключение от визуализатора. По умолчанию 1030. Диапазон значений от 1024 до 65535.
341	Tool change mode Режим смены инструмента	Целое	Параметр определяет режим смены инструмента. Возможны значения: 0 — Нормальный режим (функция отключена) — перемещение на позицию и смена инструмента осуществляются вручную. 1 — Ручная смена — инструмент автоматически перемещается в домашнее положение, а для зондирования (определение уровня инструмента) используются либо команды ручного перемещения (jogging), либо команда $TPW 2 — Ручная смена с использованием команды G59.3 — инструмент автоматически перемещается в домашнее положение, затем на позицию G59.3 для смены. Для зондирования используются либо команды ручного перемещения (jogging), либо команда $TPW 3 — Полуавтоматическая смена инструмента — инструмент автоматически перемещается в домашнее положение, затем на позицию G59.3 для смены, после чего выполняется автоматическое зондирование. 4 — Игнорировать команды смены инструмента Все режимы кроме нормального возвращают инструмент в исходное положение после смены.
342	Tool change probing distance Расстояние	мм	Максимальное расстояние зондирования при полуавтоматической смене инструмента или по команде $TPW.

	зондирования при смене инструмента		
343	Tool change locate feed rate Скорость подачи при точном определении смещения длины инструмента	мм/мин	Скорость подачи для точного определения смещения длины инструмента (скорость приближения к датчику пробы)
344	Tool change search seek rate Скорость подачи при поиске датчика пробы	мм/мин	Скорость поиска датчика пробы перед медленной фазой точного определения смещения длины инструмента.
345	Spindle sync enable Включение синхронизации шпинделя	Целое	Настройка имеет значение в токарном режиме работы. 0 – синхронизация выключена. 1 – синхронизация включена. При включенной синхронизации необходимо настроить датчик Холла или энкодер вращения.
346	Spindle sync sensor type Тип датчика для синхронизации шпиндея	Целое	0 – датчик Холла 1 – квадратурный энкодер
347	Spindle sync port Вход датчика синхронизации шпинделя	Целое	Параметр задает номер входа, к которому подключается датчик Холла для синхронизации шпинделя.
348	Spindle sync encoder ID Идентификатор энкодера для синхронизации шпинделя	Целое	В параметре задается идентификатор входа квадратурного энкодера (от 0 до 3), к которому подключен энкодер вращения для синхронизации шпинделя. Соответствующий энкодер должен быть настроен на контроль шпинделя.
350-369	Plasma settings Настройки плазмы		Setting_Plasma_Mode = 350 Setting_Plasma_THCDelay = 351 Setting_Plasma_THC_Threshold = 352 Setting_Plasma_THC_PGain = 353 Setting_Plasma_THC_IGain = 354 Setting_Plasma_THC_DGain = 355 Setting_Plasma_THC_VADThreshold = 356

			Setting_Plasma_THC_Rate = 357 Setting_Plasma_ArcFailTimeout = 358 Setting_Plasma_ArcRetryDelay = 359 Setting_Plasma_ArcMaxRetries = 360 Setting_Plasma_THC_DisableOutPort = 361 Setting_Plasma_THC_FeedRateOffValue = 362 Setting_Plasma_THC_HeightPerVolt = 363 Setting_Plasma_THC_MinHeightOffValue = 364 Setting_Plasma_THC_MaxHeightOffValue = 365 Setting_Plasma_THC_VoltagePort = 366 Setting_Plasma_ArcOkPort = 367 Setting_Plasma_THC_CutterDownPort = 368 Setting_Plasma_THC_CutterUpPort = 369
370	Invert in signals Инверсия входных сигналов	Битовая маска[1]	Определяет тип переопределенного (Ix) входного сигнала: нормально открытый (NO) или нормально закрытый (NC). Если бит установлен, сигнал нормально открытый.
372	Invert out signals Инверсия выходных сигналов	Битовая маска[1]	Определяет тип соответствующего выходного сигнала: нормально открытый (NO) или нормально закрытый (NC). Бит0 — тип выхода SPEN (OUT1), бит1 — тип выхода SPD (OUT2) и т.д. Если бит установлен, выход нормально открытый.
374	Input signals override Переопределение входных сигналов	Битовая маска[1]	Переопределяет стандартную функцию входа на сервисный сигнал: бит0 — переопределяет LimitX на I1 бит1 — переопределяет LimitY1 на I2 бит2 — переопределяет LimitZ на I3 бит3 — переопределяет LimitA на I4 бит6 — переопределяет Reset на I7 бит7 — переопределяет Hold на I8 бит8 — переопределяет Start на I9 бит9 — переопределяет Door на I10 бит10 — переопределяет Probe на I11 бит11 — переопределяет LimitX2 на I12 бит12 — переопределяет LimitY2 на I13
375	Output signals override Переопределение выходных сигналов	Битовая маска[1]	Переопределяет стандартную функцию выхода на сервисный сигнал: бит0 — переопределяет SPEN на O1 бит1 — переопределяет SPD на O2 бит2 — переопределяет MIST на O3 бит3 — переопределяет FLD на O4 После переопределения выходных сигналов на сервисные,

			управление ими осуществляется командами M64/M65.
376	Rotary axis mask Маска поворотных осей	Битовая маска[1]	Определяет список поворотных осей на станке. Бит0 — ось X, бит1 — ось Y, …, бит5 — ось C.
377	Tangential blade rotary axis mask Список поворотных осей тангенциального ножа	Битовая маска[1]	Определяет, какие оси используются в качестве осей поворота тангенциального ножа. Бит0 — ось X, бит1 — ось Y, …, бит5 — ось C. Параметр имеет силу, только когда контроллер находится в режиме Тангенциальный нож ($32=3). Используется для корректной работы команд круговой интерполяции, чтобы при движении по дуге нож плавно поворачивался вдоль направления движения. Например: G03 X41.584015 Y14.657209 Z-0.125000 I-19.978636 J-25.572808 A161.861866
450	Spindle spin up delay Задержка на разгон шпинделя	Секунды	При всяком изменении скорости вращения шпинделя (командой S) или включении шпинделя командами M3/M4 контроллер выдерживает заданный интервал времени, чтобы дать возможность фрезе раскрутиться и не повредить её перед началом движения.
451	Autosquaring enable Включить автовыравнивание оси	Битовая маска[1]	Определяет, по какой оси (или нескольким сразу) выполнять процедуру автоматического выравнивания по двум концевым датчикам. Функция работает только во время процедуру поиска домашнего положения. Расшифровка маски: бит0 — ось X, бит1 — ось Y, бит2 — ось Z, бит3 — ось A.
452	Main input channel Основной канал управления	Целое	Параметр задает основной канал управления, через который разрешено отправлять весь перечень команд (запрос статуса, конфигурации, программа G-кода и т.д.) 0 — основной канал USB 1 — основной канал UART 2 – основной канал Ethernet Через дополнительный канал возможно только чтение статусной информации и конфигурации.
453	UART device type Типустройства UART	Целое	Тип устройства, подключенного к порту UART. 0 — Bluetooth-модуль HC-06 1 — Offline-контроллер UART 2 — Bluetooth-модуль JDY-31 Если параметр имеет значения 0 или 2, то при старте контроллера автоматически запускается процедура настройки Bluetooth-модуля с помощью AT-команд. Если значение равно 1, никаких дополнительных настроек UART-интерфейса не выполняется.

454	Ignore limits at work Игнорировать концевой датчик оси вращения во время работы	Логический	Параметр оказывает влияние на работу только оси вращения: 1 — концевой датчик оси вращения игнорируется во время работы контроллера. Датчик используется только во время процедуры поиска домашнего положения. 0 — концевой датчик работает всегда.
455	Spindle-laser swap Поменять местами выходы ШИМ в режимах фрезер и лазер	Логический	По умолчанию в режиме фрезера ($32=0) для управления шпинделем используются сигналы APWM и SPEN, а в режиме лазера ($32=1) для управления светодиодным лазером используется сигнал DPWM (см. инструкцию на контроллер). Однако, при управлении CO2-станком эти режимы необходимо «поменять местами», т.к. в CO2-станках мощность лазера регулируется аналоговым сигналом (0-10В или 0-5В), а также дополнительным ключом включения/выключения лазера. Таким образом, при подключении контроллера к фрезерному станку необходимо настроить $455=0, а при подключении к CO2-станку - $455=1. 0 — APWM и SPEN в режиме фрезера ($32=0), DPWM в режиме лазера ($32=1). 1 — APWM и SPEN в режиме лазера, DPWM в режиме фрезера. 2 – для фрезера и лазера регулировка оборотов (мощности) осуществляется по сигналу DPWM.
456	Backup input channel Резервный канал управления	Целое	Параметр задает резервный канал управления, через который разрешено отправлять весь перечень команд (запрос статуса, конфигурации, программа G-кода и т.д.). Доступен для настройки только на Ethernet-контроллерах. 0 —USB 1 —UART 2 – Ethernet Через дополнительный канал возможно только чтение статусной информации и конфигурации.
457	Misc settings Прочие настройки	Битовая маска	Бит0: автоматическая активация компенсации длины инструмента G43 после включения питания контроллеа. Бит1: инвертировать направление дуги в режиме G18 (Z-X) Бит2: параметр P в команде G4 в миллисекундах. Бит3: в команде G82 задержка в миллисекундах Бит4: включение обратного вращения шпинделя по отдельному выходу SPD.
461	Cutter radius compensation mode Режим компенсации радиуса инструмента	Целое	Позволяет автоматически включать один из трех режимов компенсации радиуса инструмента после включения питания контроллера6 0 – G40 1 – G41 2 – G42

470-481	Feed control settings Настройки автоматического контроля скорости подачи		Setting_FeedCtrl_Mode = 470 Setting_FeedCtrl_Delay = 471 Setting_FeedCtrl_Threshold = 472 Setting_FeedCtrl_PGain = 473 Setting_FeedCtrl_IGain = 474 Setting_FeedCtrl_DGain = 475 Setting_FeedCtrl_PollPeriod = 476 Setting_FeedCtrl_PctPerVolt = 477 Setting_FeedCtrl_IdleVoltage = 478 Setting_FeedCtrl_StopVoltage = 479 Setting_FeedCtrl_VoltagePort = 480 Setting_FeedCtrl_StateOnStop = 481
500-699	Encoder settings		EncoderSetting_Type = 0 EncoderSetting_AssignedAxis = 1 EncoderSetting_AxisMode = 2 EncoderSettings_Resolution = 3 EncoderSettings_FFP = 4 EncoderSettings_FFD = 5 EncoderSetting_P_Gain = 6 EncoderSetting_I_Gain = 7 EncoderSetting_D_Gain = 8 EncoderSetting_FeedRateMin = 9 EncoderSetting_ErrorMin = 10 EncoderSetting_FeedRateMax = 11 EncoderSetting_ErrorMax = 12 EncoderSetting_ReverseCountDir = 13 EncoderSetting_PPR = 14 EncoderSetting_MPGPulseStep = 15 EncoderSetting_MPGFeedRate = 16

Расшифровка битовой маски

Десятичное число	Бит10	Бит9	Бит8	Бит7	Бит6	Бит5	Бит4	Бит3	Бит2	Бит1	Бит0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
2047	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1