



# **Inectra CNC Visualizer**

**Графическая программа для управления  
ЧПУ-контроллерами Инектра**

**Инструкция пользователя**

## История изменений

Версия документа	Список изменений	Дата	Примечания
1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Первая версия.</li> </ul>	Июль 2022г.	Версия визуализатора 2.2.94
1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добавлена настройка каналов управления ЧПУ-контроллером;</li> <li>Реализована функция восстановления управляющей программы G-кода после непредвиденного сбоя;</li> <li>Добавлена настройка параметров функции зондирования (Z-щуп);</li> <li>Добавлена инструкция по установке и запуску визуализатора в Linux.</li> </ul>	7 сентября 2022г.	Версия визуализатора 2.3.20. <b>Требуется обновление прошивки контроллера до версии 2.3.40 или выше.</b>
2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добавлена поддержка 4-осевой визуализации;</li> <li>Добавлены настройки, команды ручного перемещения и статусная информация по 4-ой оси;</li> <li>В режиме лазера усовершенствована визуализация: оттенок линий меняется в зависимости от значения команды S (мощности лазера)<sup>4</sup></li> <li>В левую панель вынесены разделы настроек «Команды», «Карта высот», «Подменная ось вращения»;</li> <li>Добавлена функция прерывания программы с запоминанием точки останова для быстрого восстановления в будущем;</li> <li>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;</li> <li>Усовершенствовано меню панели Карта высот</li> </ul>	21 октября 2022г.	Версия визуализатора 3.0.68 <b>Требуется обновление прошивки контроллера до версии 2.3.40 или выше.</b>
2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добавлена панель выбора</li> </ul>	31 марта 2023г.	Версия

	<p>одной из 8-ми систем координат G54...G59.2;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реализована функция макровывозов (Сервис-Настройки-Макровывозы);</li> <li>• Настройки поиска домашнего положения реализованы для каждой оси;</li> <li>• Реализована программная настройка функции автовыравнивания портала;</li> <li>• Реализована настройка компенсации люфта для каждой оси;</li> <li>• Добавлена настройка включения перемещения в безопасное положение при прерывании УП;</li> <li>• Добавлена поддержка Bluetooth-модулей JDY-31;</li> <li>• Реализована функция переключения с перспективной на ортогональную проекцию;</li> <li>• Реализована функция ручной установки произвольного значения рабочих координат.</li> </ul>		<p>визуализатора 3.2.44</p> <p><b>Требуется обновление прошивки контроллера до версии 3.2.16 (или выше)</b></p>
4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Реализация функции списка задач;</li> <li>• Реализован помехоустойчивый протокол обмена с ЧПУ-контроллером</li> <li>• Решена проблема сброса домашнего положения при прерывании УП</li> <li>• Решена проблема срабатывания программных лимитов при запуске процедуры Z-щуп</li> <li>• Изменили панель Состояние</li> <li>• Системный журнал</li> <li>• Задержку на разгон шпинделя перенесли в меню Станок-Конфигурация-ШИМ</li> <li>• Быстрые клавиши F1 и F2</li> <li>• Групповое задание (список задач)</li> <li>• Убрать окошко с результатом выполнения УП</li> <li>• Обход по габаритам</li> <li>• Пошаговое выполнение УП</li> <li>• Автоматическая проверка границ рабочего поля перед запуском УП</li> </ul>	7 декабря 2023г.	<p>Версия визуализатора 4.0.78</p> <p><b>Требуется обновление прошивки контроллера до версии 4.0.3 (или выше)</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Переопределение входных и выходных сигналов</li> <li>• Новое в макросах</li> <li>• Автосмена инструмента</li> <li>• Установка произвольного значения рабочих координат</li> </ul>		
4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Настройка горячих клавиш;</li> <li>• На панель перемещения добавлены кнопки перемещения по диагонали;</li> <li>• Поддержка диагонального перемещения горячими клавишами;</li> <li>• Исправлен расчет времени выполнения УП, когда оно превышает 24ч;</li> <li>• Для кнопок установки рабочего нуля добавлена галочка подтверждения операции;</li> <li>• Реализован прогресс-бар хода выполнения УП;</li> <li>• Реализован быстрый поиск строки G-кода по номеру;</li> <li>• Устранена инерция остановки станка при ручном перемещении;</li> <li>• Реализована поддержка пульта WNB-04B;</li> <li>• Реализована поддержка игровых джойстиков;</li> <li>• Разнесены команды перемещения в рабочий ноль и установки рабочего нуля, а также хоуминг и перемещение в машинный ноль.;</li> <li>• Количество макросов на панели МАКРОСЫ увеличено до 20. Для макросов добавлена возможность скрывать их;</li> <li>• Новые команды в макросах: отправка вне очереди <code>\$.send()</code>; глобальные переменные; <code>\$.tasklist.start_hold()</code>, <code>\$.tasklist.stop()</code>; <code>\$.gotosafe()</code>; <code>\$.hold()</code>; <code>\$.uhhold()</code>; <code>\$.tasklist.is_running()</code> ;</li> <li>• Реализована фоновая задача;</li> <li>• Реализован поворот системы координат G68;</li> <li>• Реализована возможность</li> </ul>	13 декабря 2024г.	Версия визуализатора 4.1.350 <b>Требуется обновление прошивки контроллера до версии 4.1.59 (или выше)</b>

	<p>переопределить скорость подачи в УП;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Починен запуск со строки, если в строке команда для G2/G3 без явного указания кода команды;</li> <li>• Исправлена работа в меню Калибровка осей: можно задавать отрицательные и дробные перемещения, для поворотной оси расширен диапазон значения от -1000000 до +1000000;</li> <li>• Добавлена настройка инвертирования сигнала STEP для подключения по схеме с общим плюсом;</li> <li>• Добавлена настройка параметров отклонения на стыках и отклонения от дуги;</li> <li>• Установка произвольного значения машинной координаты на датчике;</li> <li>• Реализована установка пароля для меню Станок-Конфигурация;</li> <li>• Исправлена коррекция подачи на коротких УП;</li> <li>• Функция сохранения бэкапа базы;</li> <li>• Реализованы crash-репорты</li> <li>• Реализован механизм исполнителей. Левая панель разбита на 2 вкладки;</li> <li>• Реализована поддержка режима тангенциального ножа;</li> <li>• Реализовано преобразование DXF в G-код для тангенциального ножа;</li> <li>• Реализована поддержка команд круговой интерполяции для режима тангенциального ножа;</li> <li>• Для лазера и тангенциального ножа реализована своя визуализация рабочего инструмента;</li> <li>• Реализована настройка профилей обработки;</li> <li>• Добавлены команды в макросах для управления исполнителями:  <code>\$.executors[i].enable()</code>  <code>\$.executors[i].profile_enable();</code>  в макросы добавлены</li> </ul>		
--	--	--	--

	<p>переменные для чтения параметров исполнителя;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реализован factory-сектор;</li> <li>• Реализована поддержка подключения к контроллеру по TCP;</li> <li>• Реализована поддержка нового Ethernet-контроллера MSC-6ES.</li> </ul>		
4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимизировано потребление памяти визуализации и нагрузка на ЦПУ;</li> <li>• Реализована возможность отключения визуализации;</li> <li>• Список задач перенесен в левую панель под вкладку "Задачи";</li> <li>• Реализованы горячие клавиши для макросов, а также назначение макроса для кнопки геймпада;</li> <li>• Для Ethernet-контроллеров реализована возможность назначения оси Z для исполнителя, чтобы можно было создавать несколько исполнителей с независимыми осями Z (многошпиндельные станки);</li> <li>• Реализована возможность перемещения по Z на паузе;</li> <li>• Реализована функция отключения шпинделя на паузе;</li> <li>• Реализовано отключение управления с джойстика при сворачивании визуализатора;</li> <li>• Исправлено удаление макровыводов;</li> <li>• Исправлен дискретный шаг при ручном перемещении по диагонали;</li> <li>• Исправлен баг с автоматическим восстановлением УП, если ранее она была запущена с определенной строки, а не сначала;</li> <li>• Исправлена работа функции \$.send() в макросах - функция ждет ответа на отправляемую команду;</li> <li>• Реализовано сохранение текущего инструмента в энергонезависимой памяти</li> </ul>	10 августа 2025г.	<p>Версия визуализатора 4.2.49</p> <p><b>Требуется обновление прошивки контроллера до версии 4.2.15 (или выше)</b></p>

	<p>контроллера;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 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 необходимости отправлять G43Hх.;</li><li>• В таблице инструментов (меню Станок-Инструменты-Таблица инструментов) в поле длины инструмента теперь можно вводить отрицательные значения.</li></ul>		
--	---	--	--

## Содержание

<b>История изменений</b> .....	1
<b>Содержание</b> .....	7
1. Краткий обзор .....	10
2. Запуск визуализатора .....	11
2.1 Windows .....	11
2.2 Linux .....	11
3. Структура интерфейса программы .....	12
4. Подключение к контроллеру .....	13
4.1 Подключение по USB .....	13
4.2 Подключение по Ethernet .....	14
5. Панель <i>Состояние</i> .....	15
6. Панели ручного управления станком .....	17
6.1 Панель <i>Управление</i> .....	17
6.2 Панель <i>Команды</i> .....	18
6.3 Панель <i>Исполнители</i> .....	18
6.4 Панель <i>Перемещение</i> .....	20
6.5 Панель <i>Коррекция</i> .....	21
6.6 Панель <i>Подменная ось вращения</i> .....	21
6.7 Панель <i>Карта высот</i> .....	22
6.7.1 Настройка построения карты высот .....	24
6.7.2 Использование существующей карты высот .....	26
6.8 Панель <i>Системы координат</i> .....	26
6.9 Панель <i>Макросы</i> .....	27
7. Запуск программы G-кода .....	30
7.1 Запуск программы G-кода с определенной строки .....	31
7.2 Поиск строки в загруженном G-код файле по её номеру .....	31
7.3 Восстановление программы G-кода после сбоя .....	31
7.4 Сохранение точки останова программы G-кода .....	33
7.5 Режим проверки (отладки) программы G-кода .....	34
7.6 Список задач .....	34
7.6.1 Групповая загрузка задач .....	35
7.6.2 Сохранение и восстановление списка задач .....	36
7.6.3 Настройки задачи .....	37
7.6.4 Настройки задачи в режиме Фрезер и Лазер .....	37
7.6.5 Настройки задачи в режиме Тангенциальный нож .....	40
7.7 Коррекция рабочего нуля на паузе .....	42
7.8 Обход по габаритам .....	43
7.8.1 Пошаговое движение по строкам управляющей программы .....	44
8. Настройка конфигурации станка .....	44
8.1 Установка пароля на изменение конфигурации станка .....	45

8.2	Настройки IP.....	46
8.3	Параметры рабочего поля.....	47
8.4	Настройка шаговых двигателей.....	48
8.5	Поиск домашнего положения.....	49
8.6	ШИМ.....	51
8.7	Концевые датчики.....	51
8.8	Z-щуп.....	53
8.8.1	Настройка процедуры Z-щуп.....	53
8.9	Сигналы управления.....	54
8.10	Входы/выходы.....	55
8.11	Парковка.....	56
8.12	Каналы управления.....	57
8.13	Создание резервной копии и восстановление конфигурации.....	58
9.	Инструменты.....	59
9.1	Исполнительные узлы.....	59
9.1.1	Работа в базовом интерфейсе.....	59
9.1.2	Работа в продвинутом интерфейсе.....	60
9.2	Профили обработки.....	63
9.3	Таблица инструментов.....	64
9.4	Настройка автоматической смены инструмента.....	66
9.5	Измерение длины инструмента.....	67
10.	Настройка работы нескольких исполнительных узлов станка.....	69
10.1	Фрезер и лазер.....	69
10.2	Многошпиндельные станки.....	71
10.3	Тангенциальный нож.....	75
11.	Настройка визуализации программ лазера.....	77
12.	Настройка 4-осевой визуализации.....	79
13.	Калибровка осей.....	80
13.1	Калибровка линейной оси (X, Y, Z).....	80
13.2	Калибровка поворотной оси.....	81
14.	Поиск поверхности заготовки (зондирование).....	82
15.	Макросы и макровыводы.....	83
15.1	Создание собственных макросов.....	83
15.2	Горячие клавиши для вызова макросов.....	91
15.3	Макровыводы.....	92
15.4	Фоновые задачи.....	92
15.4.1	Управление ходом выполнения УП по физическим кнопкам.....	93
15.4.2	Включение релейного выхода по входному сигналу с кнопки.....	95
16.	Консоль.....	95
17.	Системные команды.....	97
18.	Некоторые полезные настройки приложения.....	99

18.1	Проверка границ рабочего поля перед запуском УП .....	99
18.2	Показывать результат выполнения УП/списка задач.....	99
18.3	Перемещение в безопасное положение при прерывании УП.....	99
18.4	Подтверждать обнуление рабочих координат.....	99
18.5	Отключать управление с джойстика при сворачивании программы .....	99
18.6	Настройка перемещения в безопасное положение.....	99
18.7	Настройка перемещения в рабочий ноль ХУ .....	100
18.8	Скрывать на визуализации холостые перемещения .....	100
18.9	Отображать на визуализации границы обработки загруженной УП .....	100
18.10	Упрощение геометрии для снижения нагрузки на видеоадаптер .....	100
18.11	Отключение визуализации.....	101
18.12	Настройка размера и цвета инструментов на визуализации .....	101
18.13	Отображать названия осей на кнопках ручного перемещения .....	101
18.14	Настройка цветовой схемы и шрифта интерфейса визуализатора.....	102
18.15	Настройка цветов инструментов, траектории .....	102
18.16	Установка пароля на изменение конфигурации станка .....	102
18.17	Перенос настроек при обновлении программы.....	102
19.	Горячие клавиши .....	103
19.1	Управление с клавиатуры .....	103
19.2	Управление с пульта WHB04B .....	105
19.3	Управление с геймпада.....	107
20.	Информация о контроллере.....	109
21.	Возможные проблемы и их устранение.....	110
22.	Конфигурация контроллера.....	111

## 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 макровыводов

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<sup>1</sup> - только для Windows7/8. Для Windows10 и выше драйвер устанавливается системой автоматически.

---

<sup>1</sup>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 InetraCNCVisualizer.

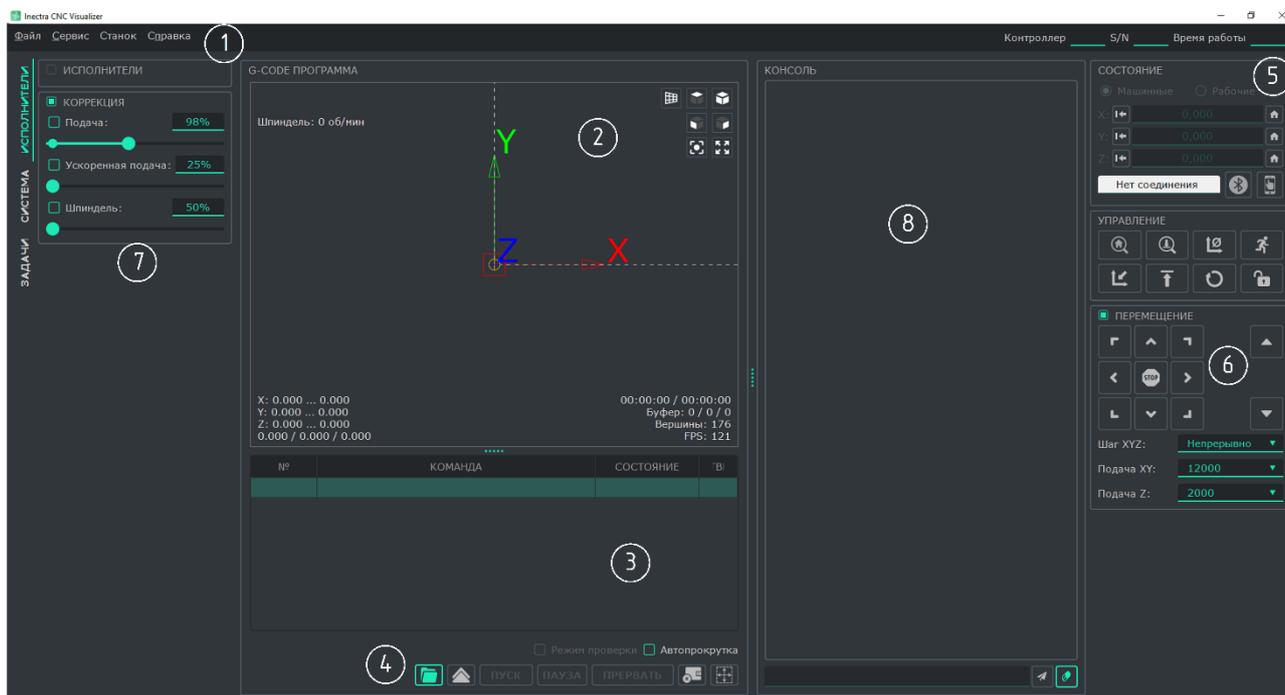


Рисунок 1. Интерфейс программы Inetra CNC Visualizer

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*.

## 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<sup>1</sup>. 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 Inetra 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 находиться 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 удастся считать статусную информацию).

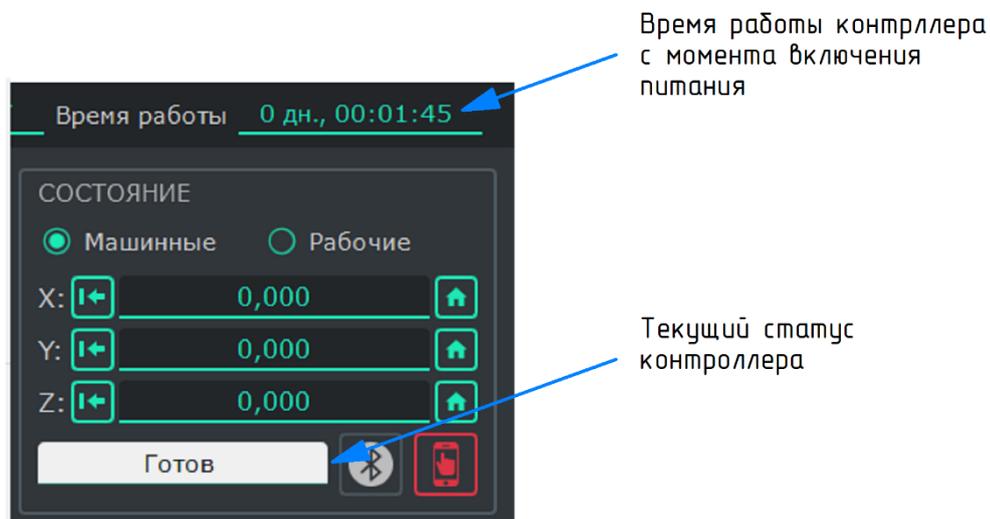


Рисунок 2. Статус контроллера

**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 HC-06 или JDY-31 (в зависимости от того, какая у Вас модель). Подробнее в разделе 8.12.

<sup>1</sup> 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).
- 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 находиться 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. Панель *Состояние*

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

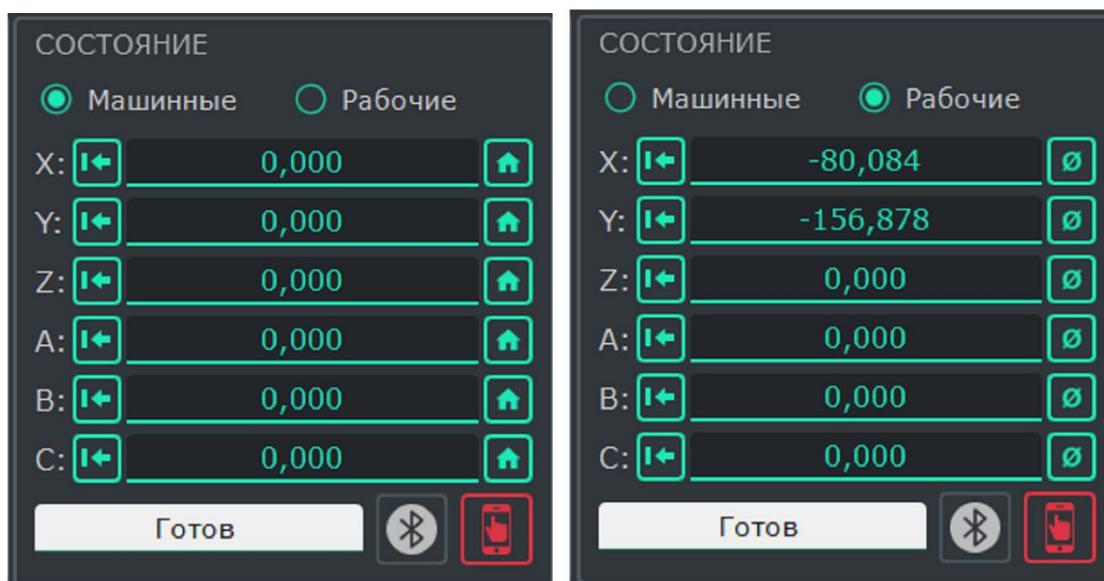


Рисунок 3. Панель состояния станка

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 всплывающая 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.

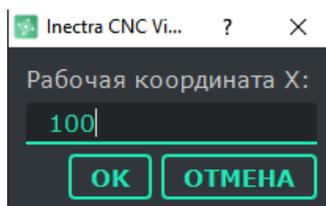


Рисунок 4. Установка произвольного значения рабочей координаты

**Статус** — текущий статус контроллера. Контроллер может находиться 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.

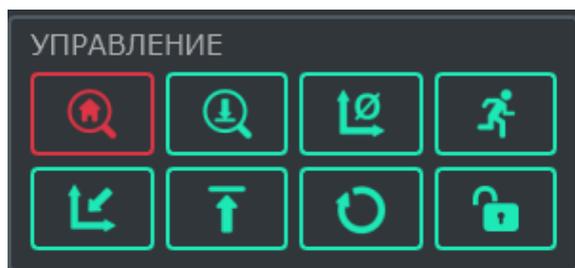


Рисунок 5. Панель Управление

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-щупа 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 поиска домашнего положения после перезапуска* 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*.

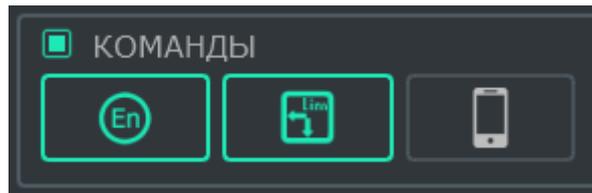


Рисунок 6. Панель Команды

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 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Реализовано три типа исполнителей (и соответственно режимов работы контроллера): фрезер, лазер и тангенциальный нож (нож, ось которого поворачивается для ориентации по направлению движения «головы»). Тангенциальный нож доступен только в продвинутом интерфейсе визуализатора (см. раздел **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

На рис. 07, 8 и 9 показан вид панели *Исполнители* во всех трёх режимах. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Исполнители* в разделе *Панели* меню *Сервис* → *Настройки*.

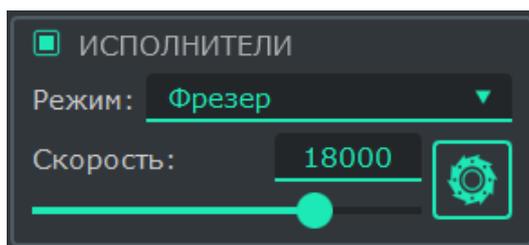


Рисунок 7. Панель Шпиндель

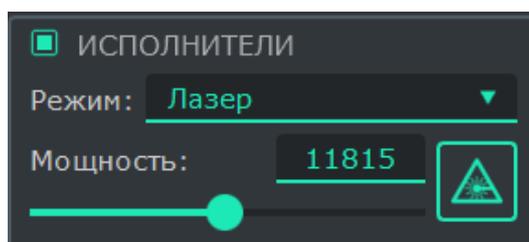


Рисунок 8. Панель Лазер

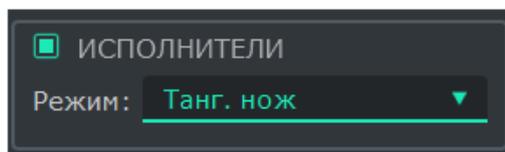


Рисунок 9. Панель Тангенциальный нож

Для режима *Фрезер* 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 полутонным окрашиванием в зависимости от значения кода S, что очень удобно для проверки G-кода программ выжигания. Подробности см. в разделе 11.

## 6.4 Панель Перемещение

На рис. 10 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*.

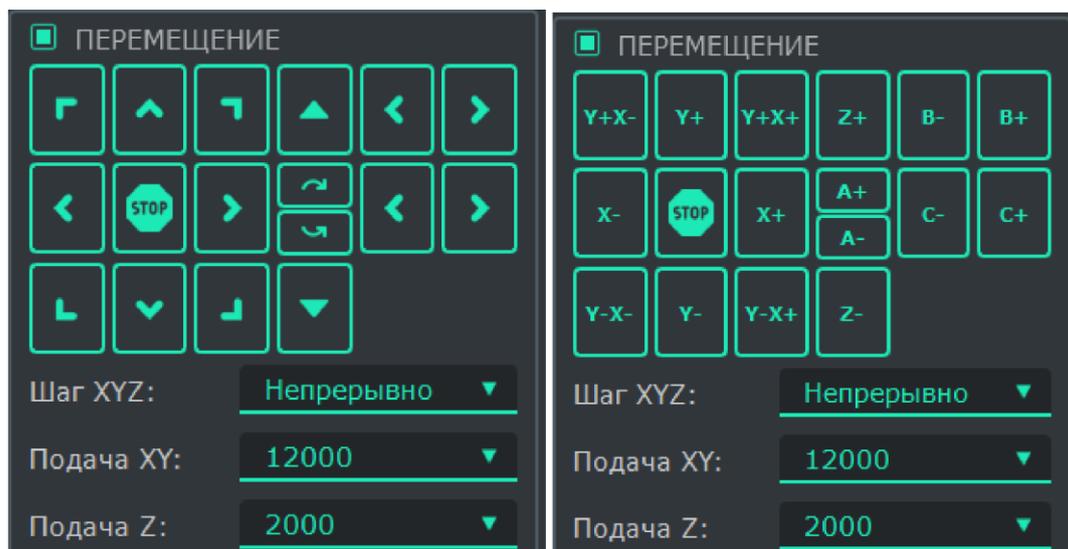


Рисунок 10. Панель Перемещение

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.** Для отображения кнопок перемещения, шага и подачи осей A, B, C (если Вы подключили 4- или 6-осевой контроллер) необходимо через меню *Сервис* → *Настройки* → *Информация о станке* назначить параметру *Количество осей* значение 4 или 6.



- кнопка принудительной остановки (отмены) перемещения.

## 6.5 Панель *Коррекция*

Панель *Коррекция* показана на рис. 11. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Коррекция* в разделе *Панели меню Сервис* → *Настройки*.

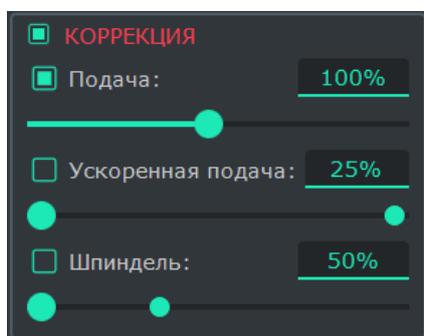


Рисунок 11. Панель *Коррекция*

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. 12. 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.

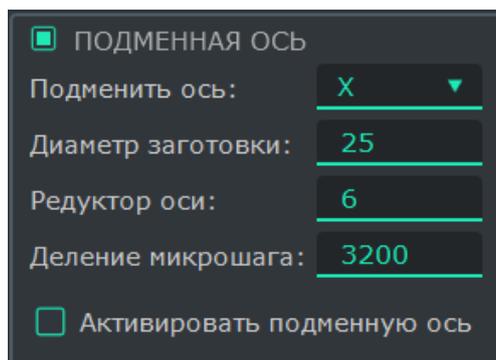


Рисунок 12. Панель Подменная ось вращения

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 приступить 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. 13. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Карта высот* в разделе *Панели меню Сервис → Настройки*.

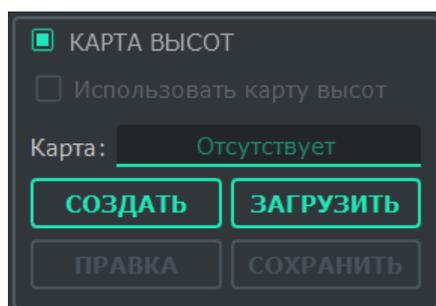


Рисунок 13. Панель Карта высот

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.
- 5) После загрузки программы G-кода разблокируется кнопка *Создать* на панели *Карта высот*, по нажатию на которую откроется панель настройки процедуры построения карты — см. рис. 14. Для открытия уже созданного ранее файла карты используйте инструкцию в подразделе 6.7.2.
- 6) Заполните настройки построения карты (см. подраздел 6.7.1). Особое внимание обратите на значения  $Z_v$  и  $Z_n$ . Алгоритм выбора этих значений может быть следующий:
  - 6.1) Примерно определите максимальный перепад высот по всей поверхности заготовки  $dH$  (включая точку рабочего нуля XY).
  - 6.2) Установите рабочий ноль оси Z (с помощью процедуры зондирования по кнопке ) в точке, соответствующей самому нижнему уровню поверхности заготовки.
  - 6.3) Установите значение  $Z_v = dH + 5$ , где  $dH$  — максимальный перепад высот (например, если Вы определили, что перепад высот заготовки составляет 10мм, то в  $Z_v$  нужно записать 15). *Слишком большое значение  $Z_v$  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  $Z_n = -dH$ .
- 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 рабочем нуле XY. Результаты измерений в точках сетки зондирования представляют собой набор дельт относительно высоты в рабочем нуле XY: если в измеряемой точке уровень поверхности заготовки выше, дельта положительная, иначе — отрицательная.
- 9) Чтобы использовать построенную карту высот при выполнении программы G-кода, на панели рис. 13 сначала нажмите кнопку *Закреть* для выхода из

режима построения карты, а затем поставьте галочку *Использовать карту высот*.

- 10) При необходимости сохраните построенную карту высот, нажав кнопку *Сохранить* на панели рис. 13.

### 6.7.1 Настройка построения карты высот

пап пап пап пап  
пап пап пап пап  
пап пап пап пап  
пап пап пап пап

НАСТРОЙКИ КАРТЫ ВЫСОТ

Границы: Сетка зондирования: Сетка интерполяции:

X: 100.000 Ш: 240.000 X: 4 Zв: 10.000 X: 20 Y: 20  
Y: 140.000 В: 250.000 Y: 4 Zн: -10.000 Тип: Бикубический

Показать границы **АВТО**  Показать сетку  Отобразить

**ОТКРЫТЬ КАРТУ** **СБРОС** **ЗОНД** ПАУЗА ПРЕРВАТЬ

Рисунок 14. Меню настройки процедуры построения карты высот

## **Границы**

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

$Ш$ ,  $B$  — 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.

**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.

На рис. 15 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. В средней панели указаны измеренные значения дельт высоты в точках зондирования относительно рабочего нуля  $XУ$ .

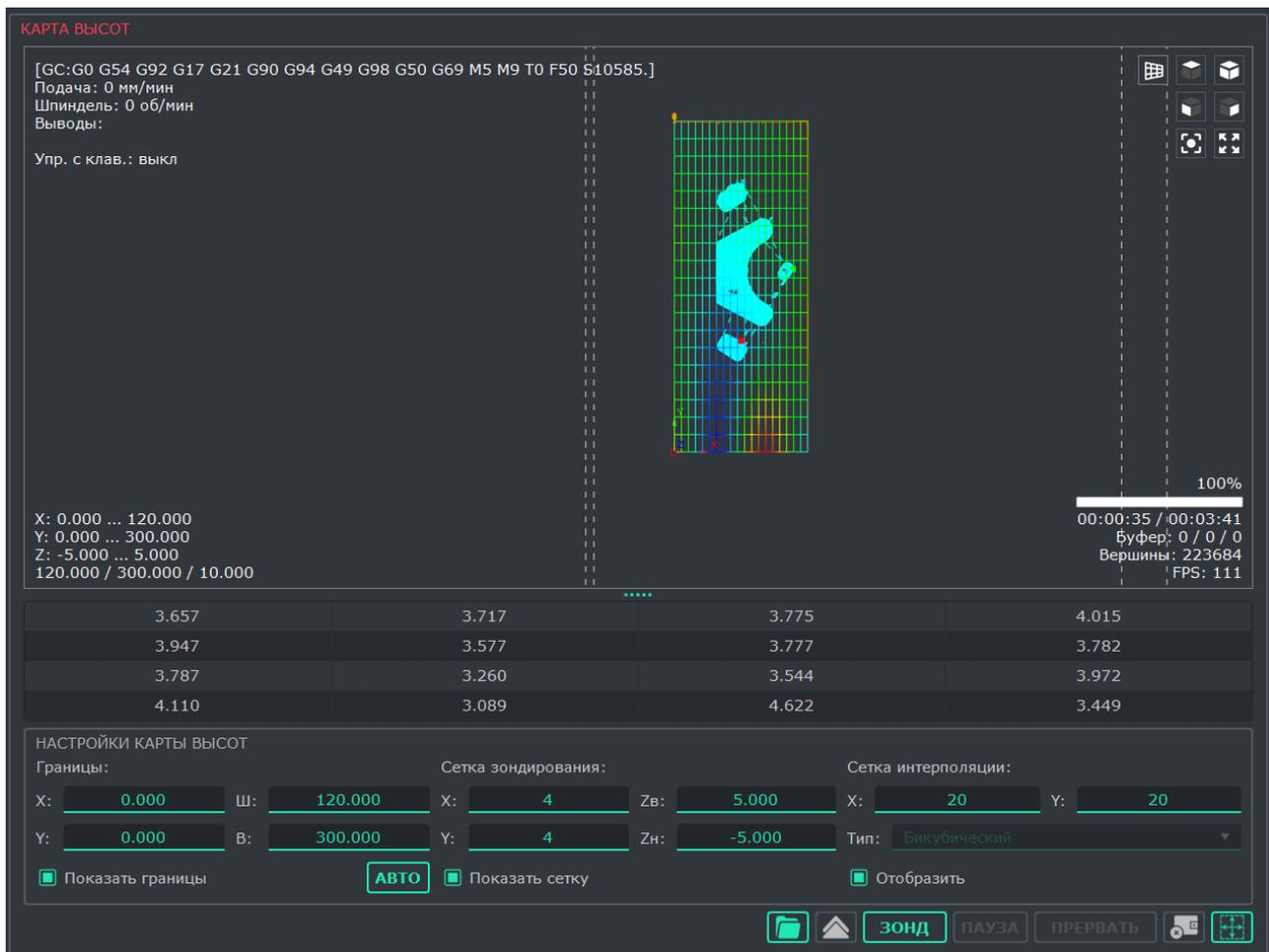


Рисунок 15. Пример построения карты высот

### 6.7.2 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. 13 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 *Заккрыть*.
- 5) Запустите программу G-кода (см. раздел 7).

## 6.8 Панель Системы координат

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

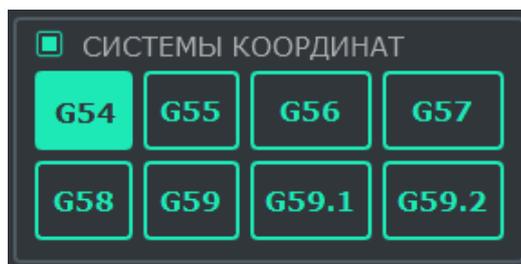


Рисунок 16. Панель Системы координат

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. 17. Чтобы панель стала доступной, установите галочку *Макросы* в разделе *Панели меню Сервис* → *Настройки*.

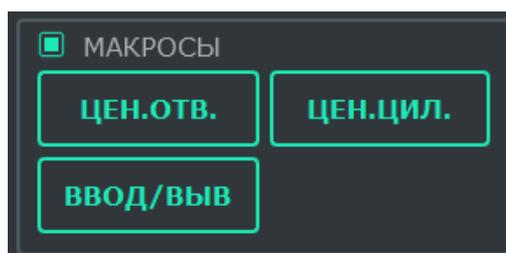


Рисунок 17. Панель Макросы

Макрос представляет собой скрипт (программу), который по сути является последовательностью команд G-кода, условных конструкций и циклов. 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. 18).

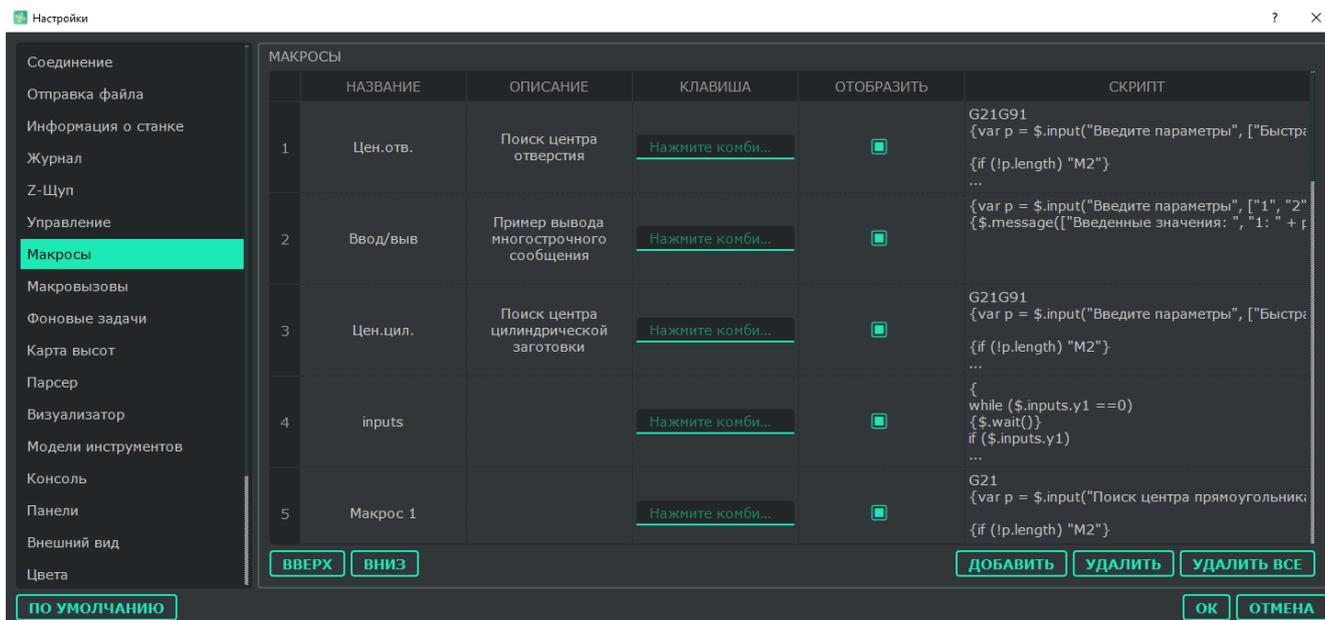


Рисунок 18. Меню редактирования макросов

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 15.1.

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.

## 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. 19).

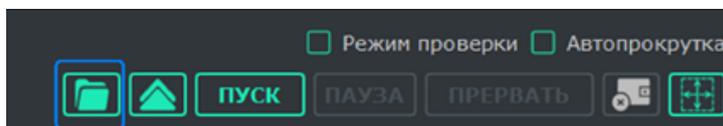


Рисунок 19. Кнопки управления программой G-кода

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:

**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.

## 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 X;Y, 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.** Начиная с версии визуализатора 3.2 переход на позицию текущей 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, нажмите правой кнопкой мыши по любой строке и в открывшемся меню выберите пункт *Поиск строки по номеру* (рис. 20). Введите нужный номер и нажмите *ОК*, после чего произойдет автоматический переход на указанную строку.

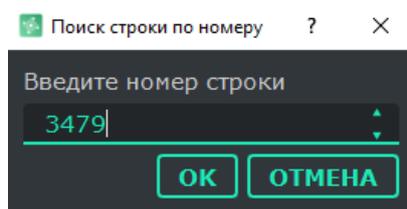


Рисунок 20. Поиск строки по номеру

## 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 СОМ-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 СОМ-порту, и, если такая программа находится, выдает сообщение, как показано на рис. 21.

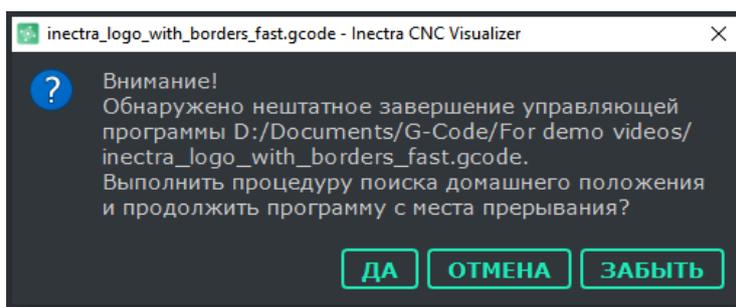


Рисунок 21. Обнаружение прерванной G-код программы

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 *Забывать* — 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. 21, 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/тангенциальный нож, в зависимости от того, в каком режиме выполнялась прерванная программа;
- 5) запуск управляющей программы с последней успешной выполненной команды.

**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 работ — Вы можете воспользоваться функцией сохранения точки останова программы. Для этого нажмите кнопку *Прервать и запомнить*  (см. рис. 22).

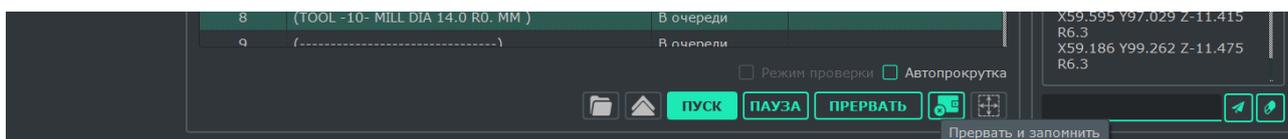


Рисунок 22. Кнопка Прервать и запомнить

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. 23.

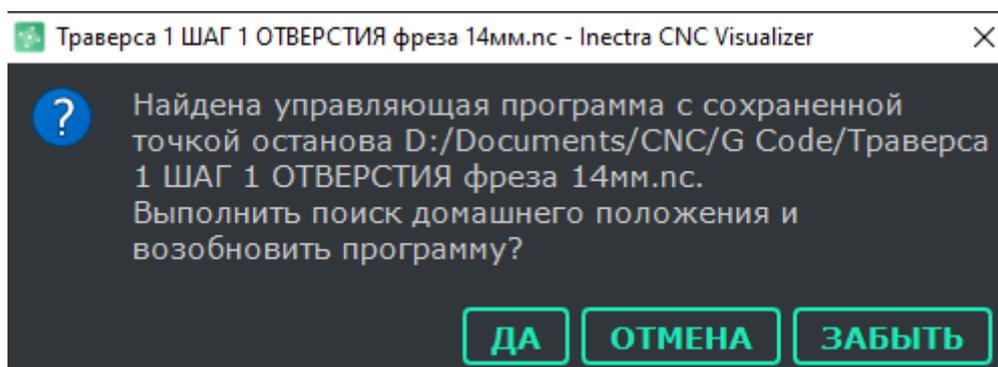


Рисунок 23. Восстановление сохраненной программы G-кода

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 *Забывать* — 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. 23, 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 фрезер или лазер, в зависимости от того, в каком режиме выполнялась прерванная программа;
- 5) 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. 24) и нажмите кнопку *ПУСК*.

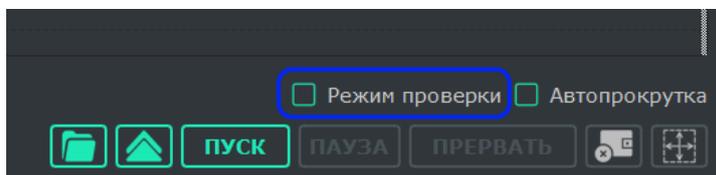


Рисунок 24. Активация режима проверки

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

В релизе 4.0 была добавлена функция создания и запуска списка задач, которая добавляет очень широкие возможности работы с управляющими программами. Если раньше требовалось загружать и запускать на исполнение каждую УП по отдельности, то сейчас можно 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 7.6.3), если требуется дополнительно автоматизировать какие-либо действия. Панель *СПИСОК ЗАДАЧ* доступна под вкладкой *ЗАДАЧИ* в левой панели визуализатора (см. рис. 25).

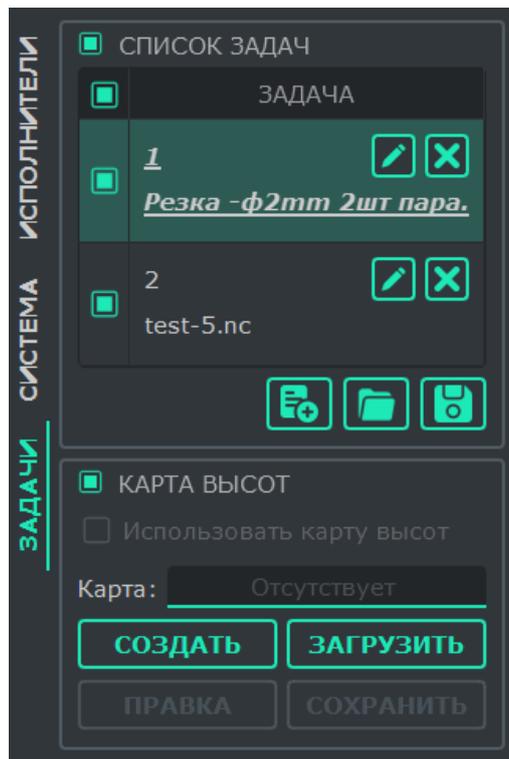


Рисунок 25. Панель Список задач

### 7.6.1 Групповая загрузка задач

Данная функция предназначена для быстрого создания заданий.

Для загрузки нескольких задач необходимо нажать кнопку *Добавить задачу* (см. рис. 26) или воспользоваться кнопкой быстрой загрузки *Загрузить G-код*, расположенной в нижней части интерфейса (см. рис. 19).

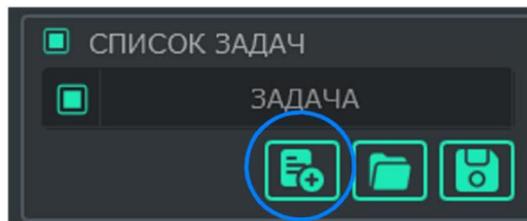


Рисунок 26. Загрузка задач

После этого выберите все необходимые файлы с зажатой клавишей *CTRL* или *SHIFT* и нажмите *Открыть*. (см. рис. 27).

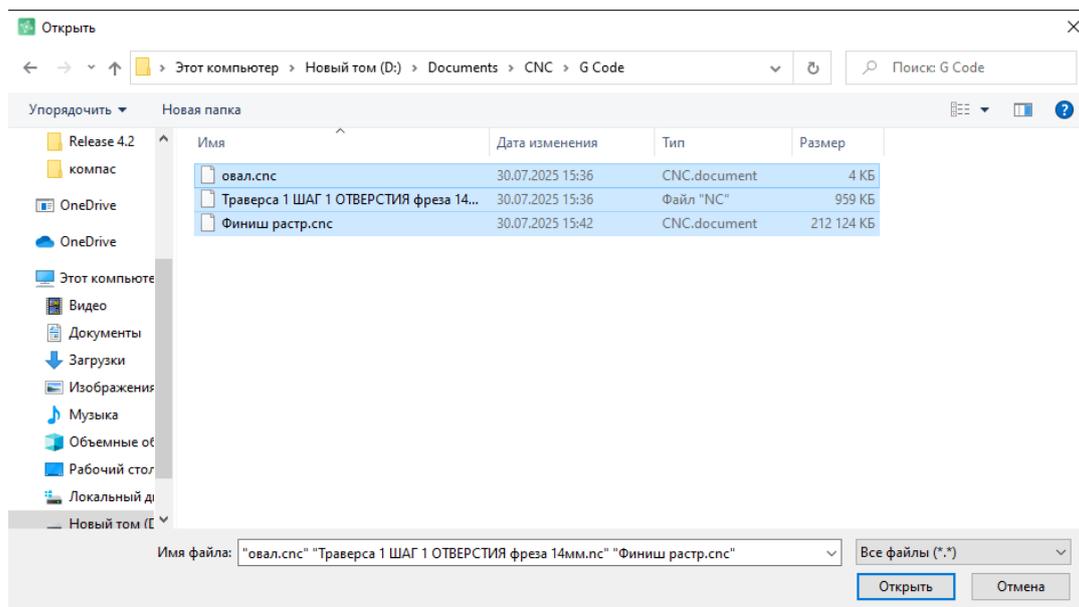


Рисунок 27. Выбор нескольких файлов управляющих программ

На рис. 28 показан пример итогового списка задач.

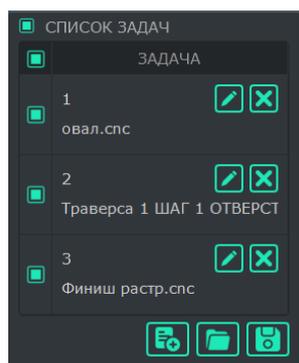


Рисунок 28. Список задач

Если требуется дополнить текущий список новыми заданиями, следует повторно нажать кнопку *Добавить задачу*  (см. рис. 26) и загрузить новые файлы.

При загрузке задач через кнопку *Загрузить G-код* (см. рис. 19), 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 Настройки задачи

Чтобы открыть настройки, кликните по кнопке  напротив соответствующей задачи (рис. 28).

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

### 7.6.4 Настройки задачи в режиме Фрезер и Лазер

На рис. 29 и 30 представлены настройки задачи при выборе режимов соответственно Фрезер и Лазер.

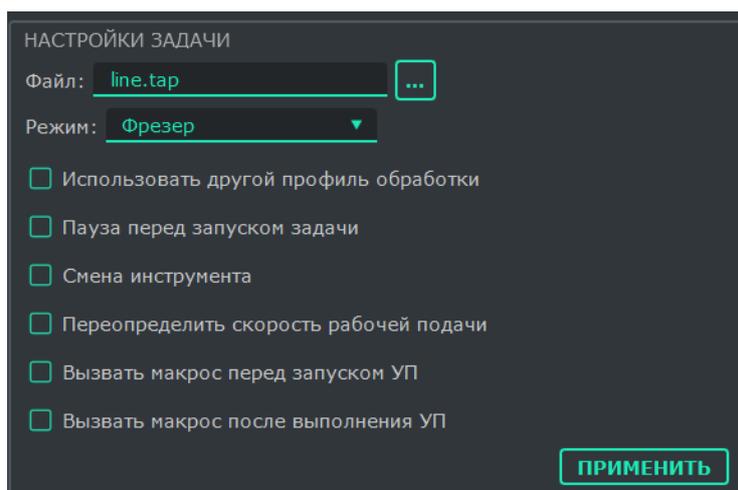


Рисунок 29. Настройки задачи в режиме Фрезер

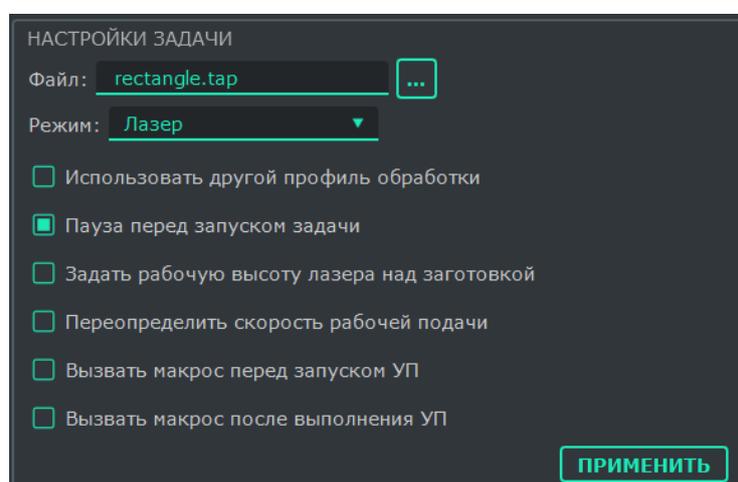


Рисунок 30. Настройки задачи в режиме Лазер

**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. 31) с требованием нажать кнопку ОК, чтобы запустить задачу на исполнение.

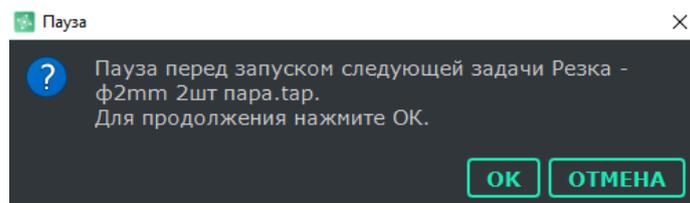


Рисунок 31. Пауза перед запуском задачи

**Смена инструмента** – настройка 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. 32 и 33 показаны настройки смены инструмента для двух типов: ручной и автоматической.

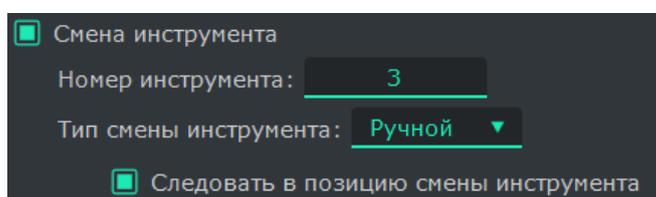


Рисунок 32. Ручная смена инструмента

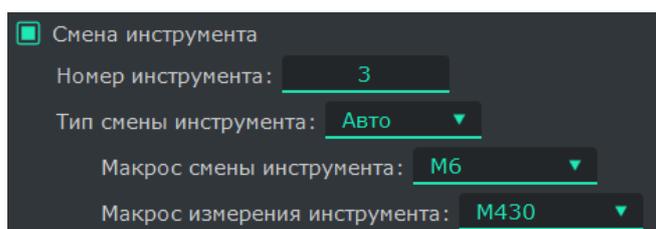


Рисунок 33. Автоматическая смена инструмента

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. 34) 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. 34). Позиция для ручной смены инструмента задается через меню *Сервис* → *Настройки* → *Информация о станке* (рис. 35).

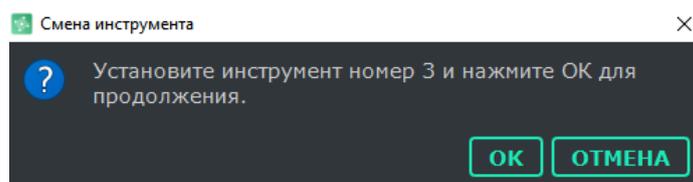


Рисунок 34. Ручная смена инструмента

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.

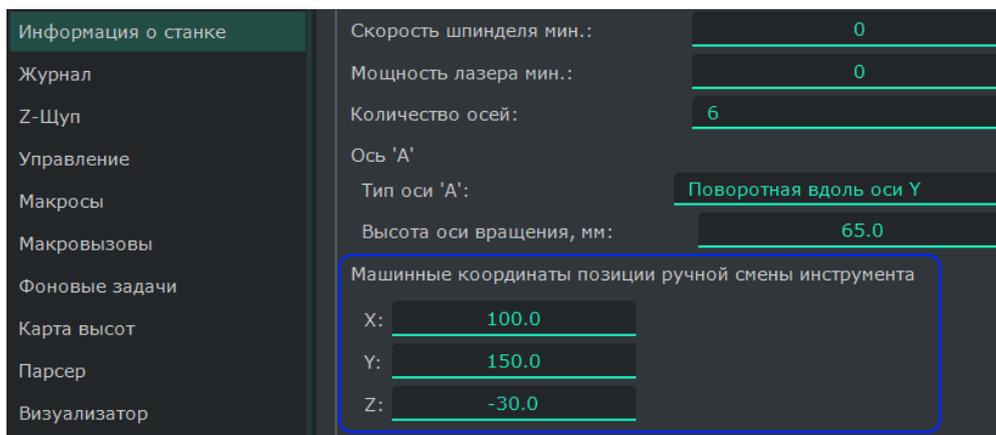


Рисунок 35. Настройка позиции ручной смены инструмента

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.

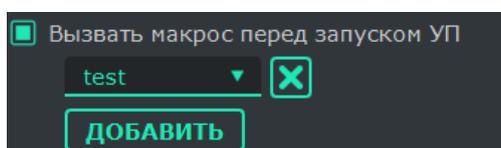


Рисунок 36. Макросы перед запуском УП

**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.

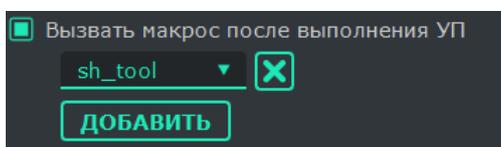


Рисунок 37. Макросы после выполнения УП

## 7.6.5 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 А. 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 активировать 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. 38). На рис. 39 показаны настройки задачи при загрузке готового G-код файла – они не отличаются от настроек задачи в режиме фрезера или лазера (см. раздел 7.6.4).



Рисунок 38. Выбор формата G-Code

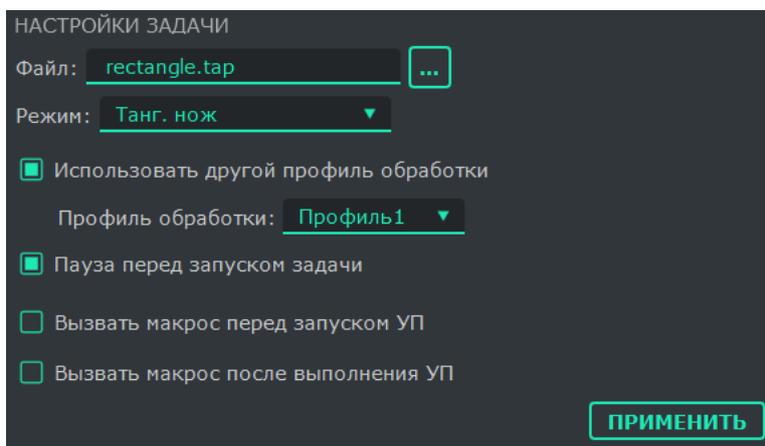


Рисунок 39. Настройки задачи при загрузке G-код файла

Чтобы загрузить DXF-файл, при открытии УП выберите формат *Файлы DXF* (см. рис. 40).

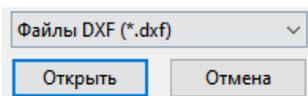


Рисунок 40. Выбор формата DXF

На рис. 41 показаны настройки задачи при загрузке файла в формате DXF. Помимо общих для всех режимов настроек, описанных в разделе 7.6.4, 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. 41 показаны настройки преобразования для ножа с управлением осью Z шаговым двигателем.

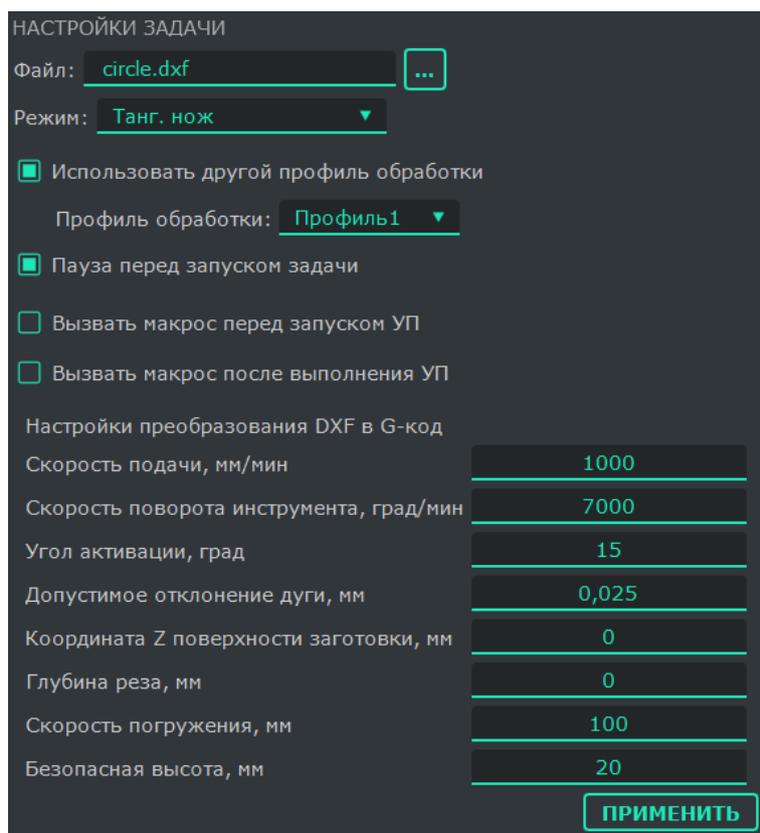


Рисунок 41. Настройки задачи при загрузке DXF-файла

**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.

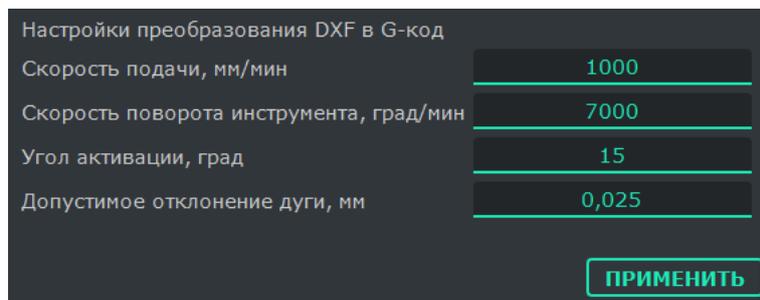
**Глубина реза, мм** – определяет, на какое расстояние необходимо заглубить нож относительно поверхности заготовки, чтобы начать рез. Таким образом, координата Z уровня реза будет вычисляться как разность между координатой поверхности Z заготовки и данным значением глубины реза.

**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. 42 показаны настройки преобразования DXF-файла для ножа с пневмоприводом. Пневмопривод управляется релейным выходом контроллера и может находиться 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 M-кодами (макрокомандами), которые задаются в настройках исполнителя (см. раздел 9.1.2).



Настройки преобразования DXF в G-код	
Скорость подачи, мм/мин	1000
Скорость поворота инструмента, град/мин	7000
Угол активации, град	15
Допустимое отклонение дуги, мм	0,025

ПРИМЕНИТЬ

Рисунок 42. 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. Чтобы включить возможность корректировать на паузе рабочий ноль по оси Z, откройте меню *Сервис* → *Настройки* → *Управление* (см. рис. 43) и активируйте галочку **Разрешать перемещение по Z на паузе**.

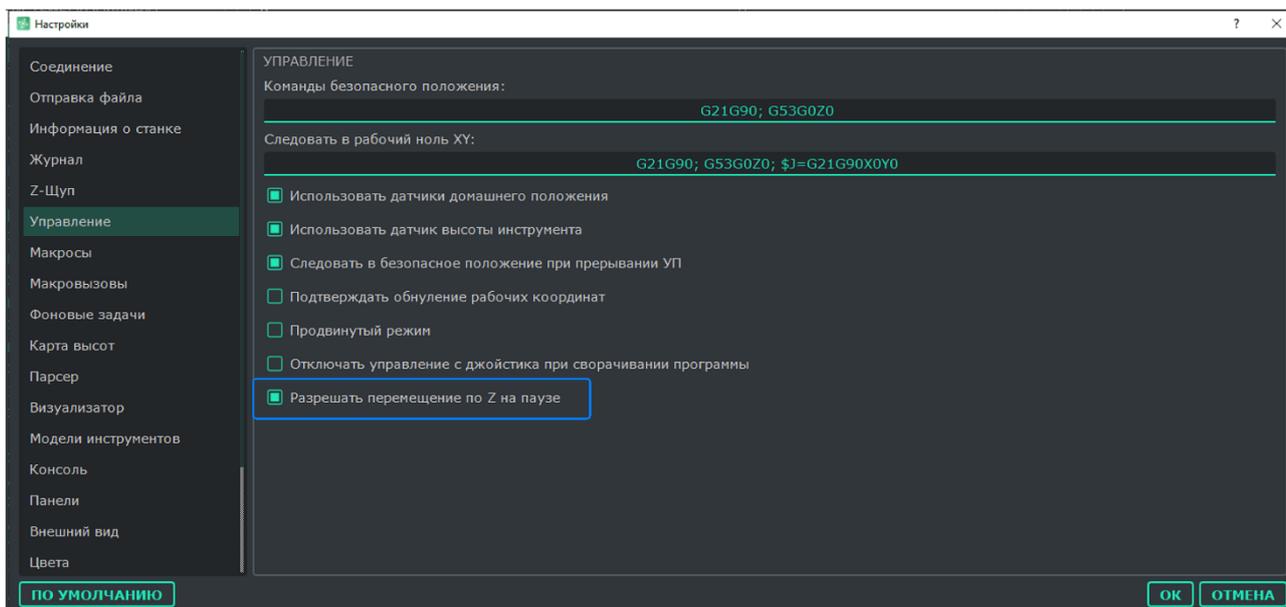


Рисунок 43. Включение коррекции нуля по Z на паузе

После запуска УП и постановке ее на паузу, на панели ПЕРЕМЕЩЕНИЕ появится поле **Шаг Z**, и активируются кнопки перемещения по Z (см. рис. 44)

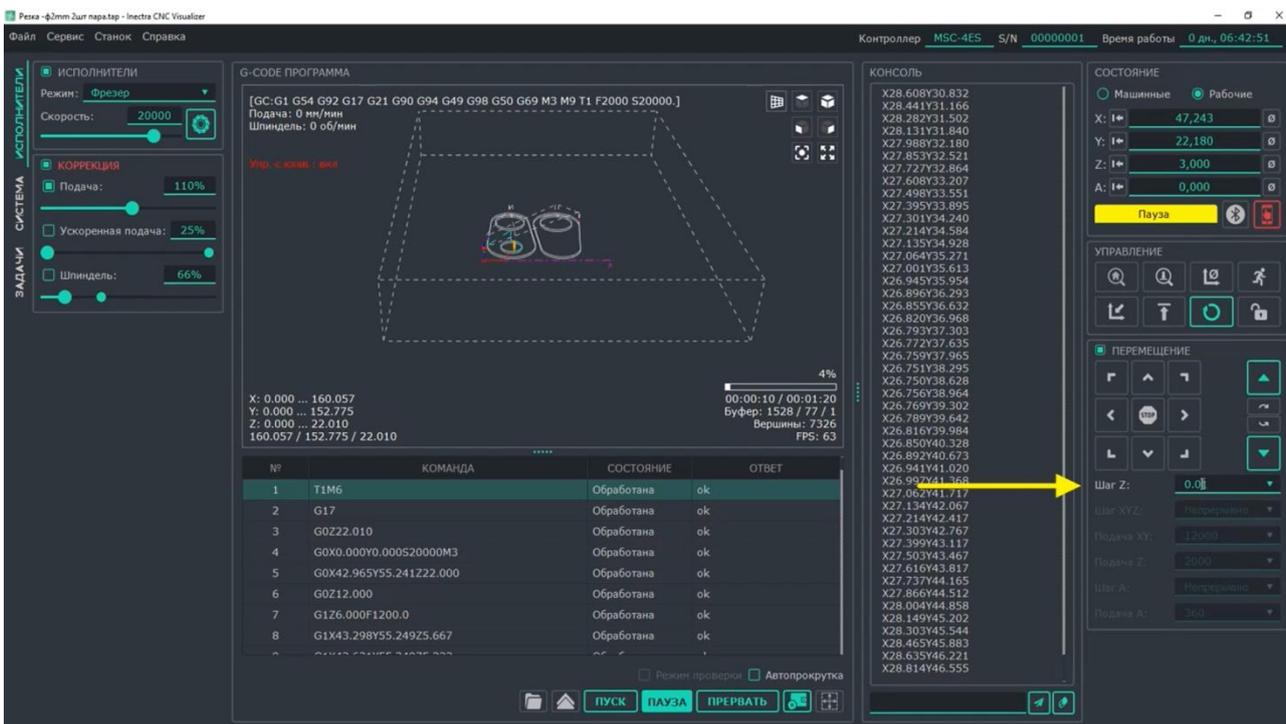


Рисунок 44. Перемещение по Z на паузе

## 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. 45).

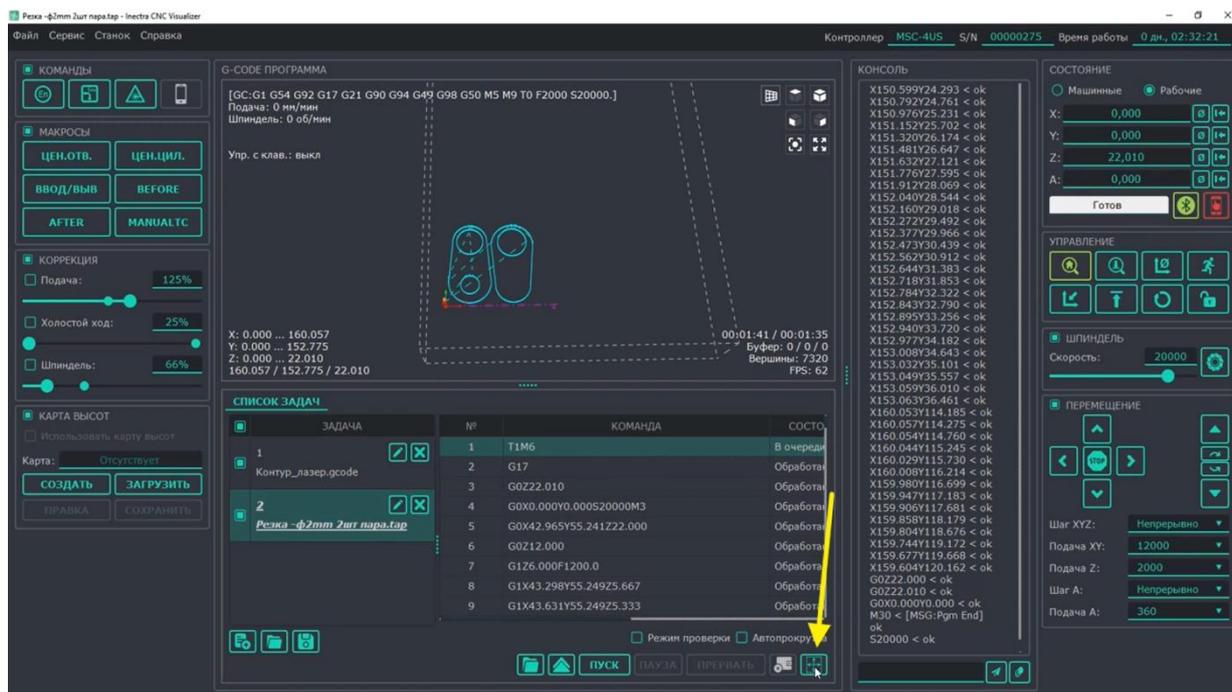


Рисунок 45. Запуск обхода по габаритам

После нажатия кнопки откроется меню (рис. 46), 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*.

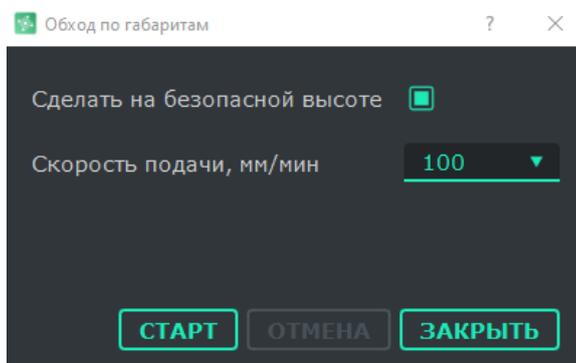


Рисунок 46. Меню настройки обхода по габаритам

### 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. 47).

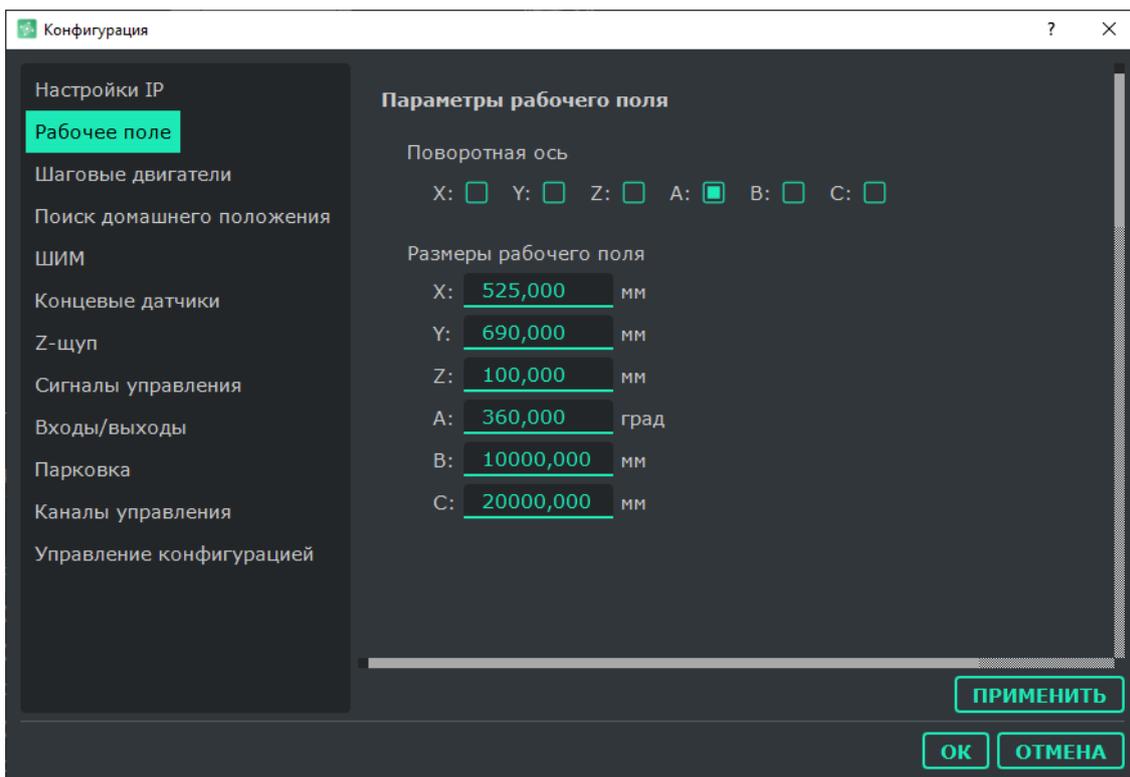


Рисунок 47. Меню настроек конфигурации станка

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. 48) и нажмите кнопку **УСТАНОВИТЬ ПАРОЛЬ**.

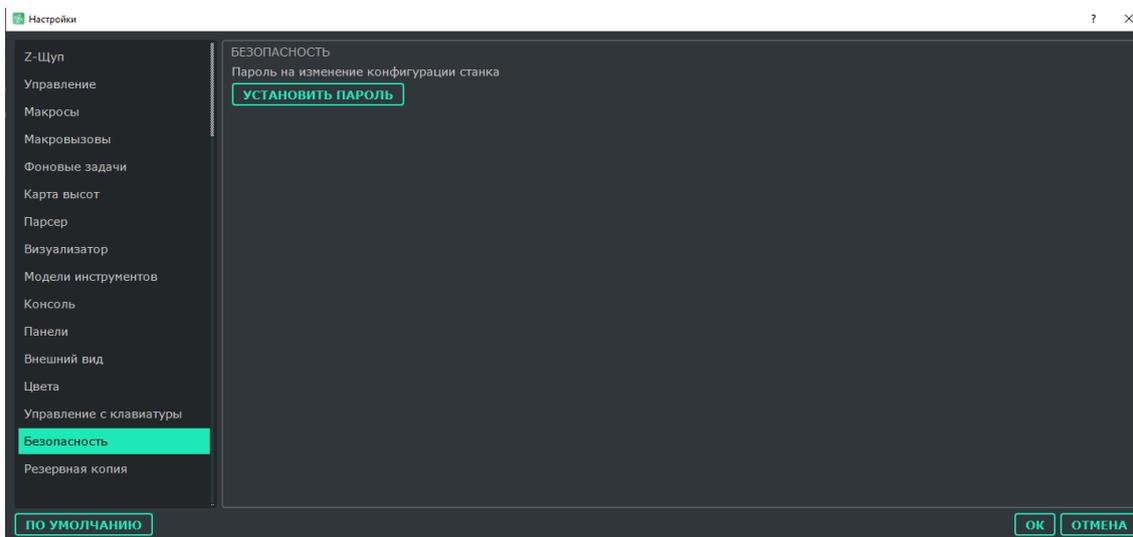


Рисунок 48. Установка пароля на изменение конфигурации станка

Теперь, прежде чем что-либо поменять в конфигурации станка, необходимо разблокировать его настройки, нажав кнопку **РАЗБЛОКИРОВАТЬ** (см. рис. 49), и ввести пароль.

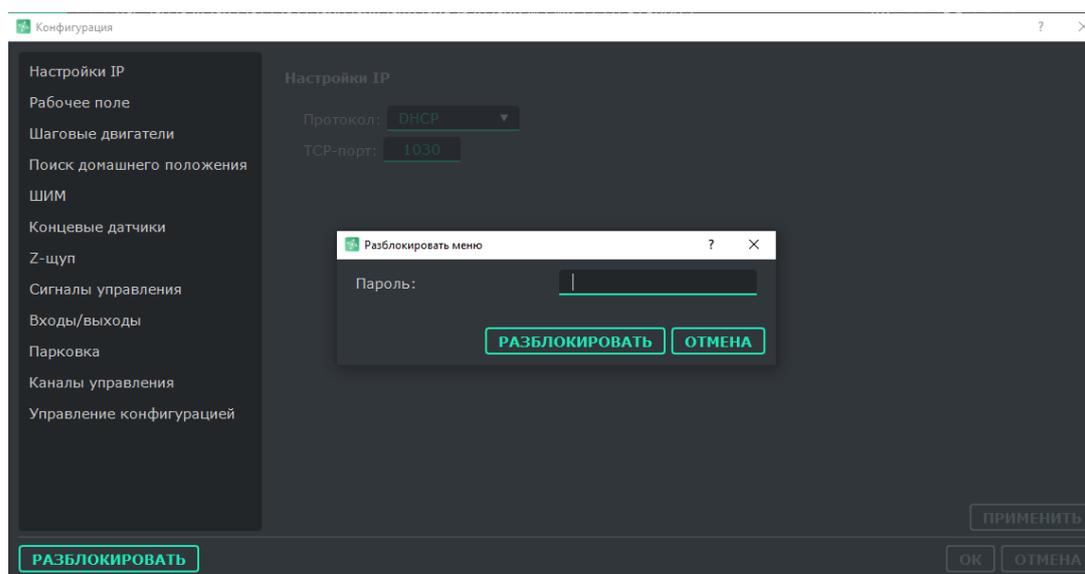


Рисунок 49. Разблокировка настроек конфигурации станка

## 8.2 Настройки IP

Данная группа настроек доступна 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. 50.

```
$IPG < [Mode: DHCP]
[IP: 192.168.1.13]
[Netmask: 255.255.255.0]
[GW: 192.168.1.1]
[TCP port: 1030]
ok.
```

Рисунок 50. 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. 51).

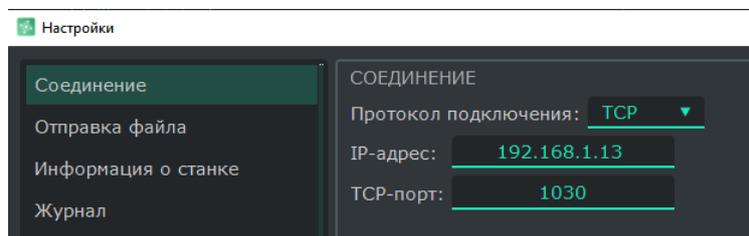


Рисунок 51. Подключение к контроллеру по TCP

**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, 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  $10+2=12$ мкс. Максимальная частота сигнала при этом будет составлять  $\frac{1}{12 \cdot 10^{-6}} = 83.3$ 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  $\frac{5000}{60} \cdot 1500 = 125$ кГц. Для такой частоты период шагового импульса будет равен  $\frac{1}{125000 \text{Гц}} = 8$ 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, мм** — 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.

**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.

**Два датчика на один вход** — контроллеры Инектра имеют по одному входу для сигнала концевых датчиков каждой из осей, поэтому опцию можно оставить выключенной.

**Разрешать ручную** — 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 В и С.

**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 программно отрегулировать геометрию станка (перпендикулярность осей X и Y) без необходимости в точном позиционировании концевиков.

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

## 8.6 ШИМ

**ШИМ** — широтно-импульсная модуляция. Сигнал используется для регулировки скорости вращения шпинделя (или мощности лазера) в зависимости от скважности импульсов. Скважность — это отношение длительности импульса к периоду. Скважность 1 соответствует постоянному высокому уровню (5В) сигнала на выходе и максимальной скорости вращения шпинделя (мощности лазера). Скважность 0 соответствует постоянному низкому уровню (0В) сигнала на выходе и минимальной скорости вращения шпинделя (мощности лазера).

Чтобы настроить параметры ШИМ, откройте раздел *ШИМ* в меню *Конфигурация*. Ниже приведено описание основных настроек.

**Минимальная скорость вращения шпинделя, об/мин** — скорость вращения шпинделя, соответствующая нулевой скважности ШИМ-сигнала. Обычно скорость вращения при нулевой скважности равна 0 об/мин.

**Максимальная скорость вращения шпинделя, об/мин** — скорость вращения шпинделя, соответствующая единичной скважности ШИМ-сигнала — задавайте значение, исходя из технических возможностей используемого шпинделя.

**Важно.** Настройка максимальной и минимальной скорости вращения позволяет контроллеру точно вычислять скважность генерируемого ШИМ-сигнала при получении определенной команды пользователя. Например, пусть частота вращения шпинделя может меняться от 0 до 24000 об/мин. Тогда при поступлении команды «*S12000 M3*» контроллер поймёт, что это число является половиной максимального значения, и необходимо сгенерировать ШИМ-сигнал скважностью  $\frac{12000}{24000-0} = 0.5$  (ширина импульса в 2 раза меньше периода и равна длительности паузы).

**Частота ШИМ, Гц** — рекомендуется оставлять значение по умолчанию 10000Гц. Заметим, что т.к. шпиндель обычно 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.

**Важно.** При использовании лазера, параметры ШИМ-сигнала для управления его мощностью регулируются теми же настройками, что и скорость вращения шпинделя. При этом максимальной скорости вращения шпинделя будет соответствовать 100-процентная мощность лазера.

**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.

## 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.

**Инvertировать 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!**

**Отключить подтяжку к питанию** — для нормальной работы эта опция должна оставаться выключенной (галочки сняты) для всех осей.

**Игнорировать концевик поворотной оси во время работы<sup>1</sup>** — 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<sup>2</sup>** — 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.

---

<sup>1</sup>Опция доступна только на 4- и 6-осевых контроллерах

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

## 8.8 Z-щуп

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

**Инvertировать 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.

**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!**

**Отключить подтяжку к питанию** — для нормальной работы эта опция должна оставаться выключенной (галочка снята).

**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. 52).

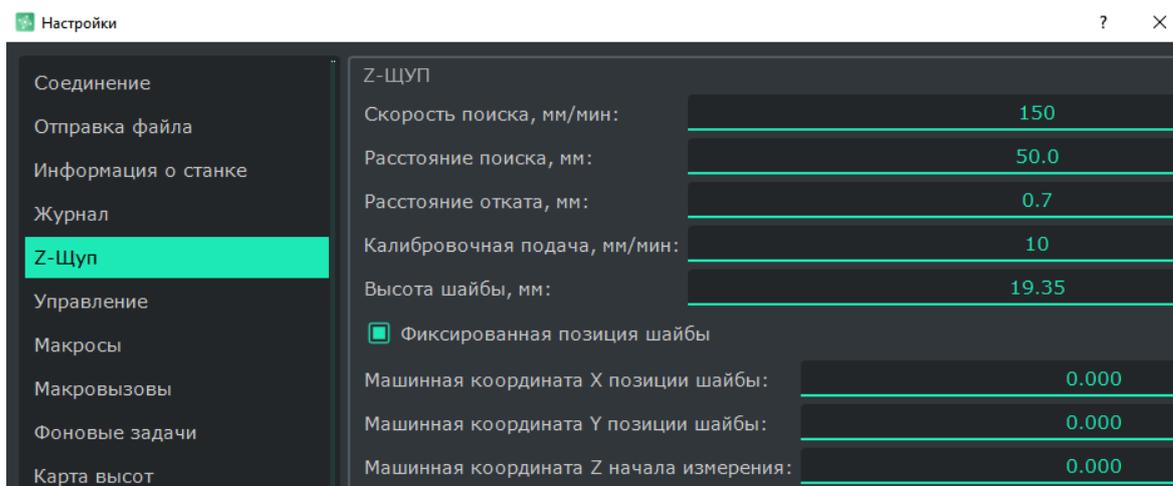


Рисунок 52. Настройки процедуры Z-щуп

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. Запуск процедуры зондирования осуществляется нажатием кнопки *Z-щуп*  на панели *УПРАВЛЕНИЕ*.
6. После запуска процедуры фреза начинает движение в направлении шайбы с установленной в параметре *Скорость поиска* подачи. 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*.
7. 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.

**Инvertировать 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!**

**Отключить подтяжку к питанию** — для нормальной работы эта опция должна оставаться выключенной (галочки сняты) для всех сигналов.

## 8.10 Входы/выходы

### Входные сигналы

Это меню позволяет в одном месте быстро настроить все входные сигналы: выбрать тип контакта NO или NC, а также при необходимости переопределить стандартную функцию входа на сервисный сигнал:

- 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 15.1.

### Выходные сигналы

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 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.

**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.

## 8.13 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*.

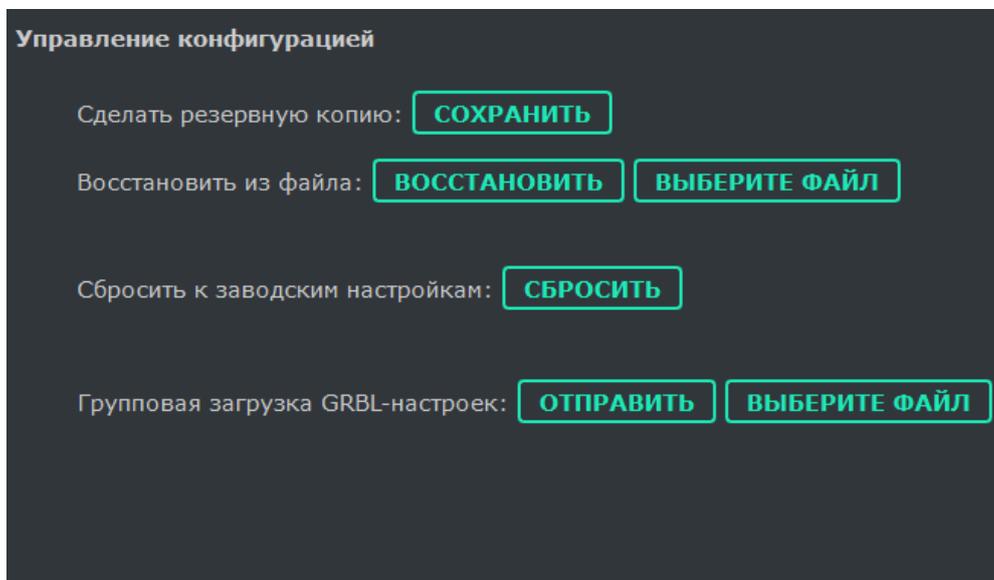


Рисунок 53. Управление конфигурацией

Доступны следующие функции работы с конфигурацией контроллера (рис. 53):

- **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 GRBL-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 его 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

В базовом интерфейсе доступны только два исполнителя: Фрезер и Лазер. При выборе лазера можно настроить лишь его **Смещение рабочего нуля** относительно фрезера (см. рис. 54).

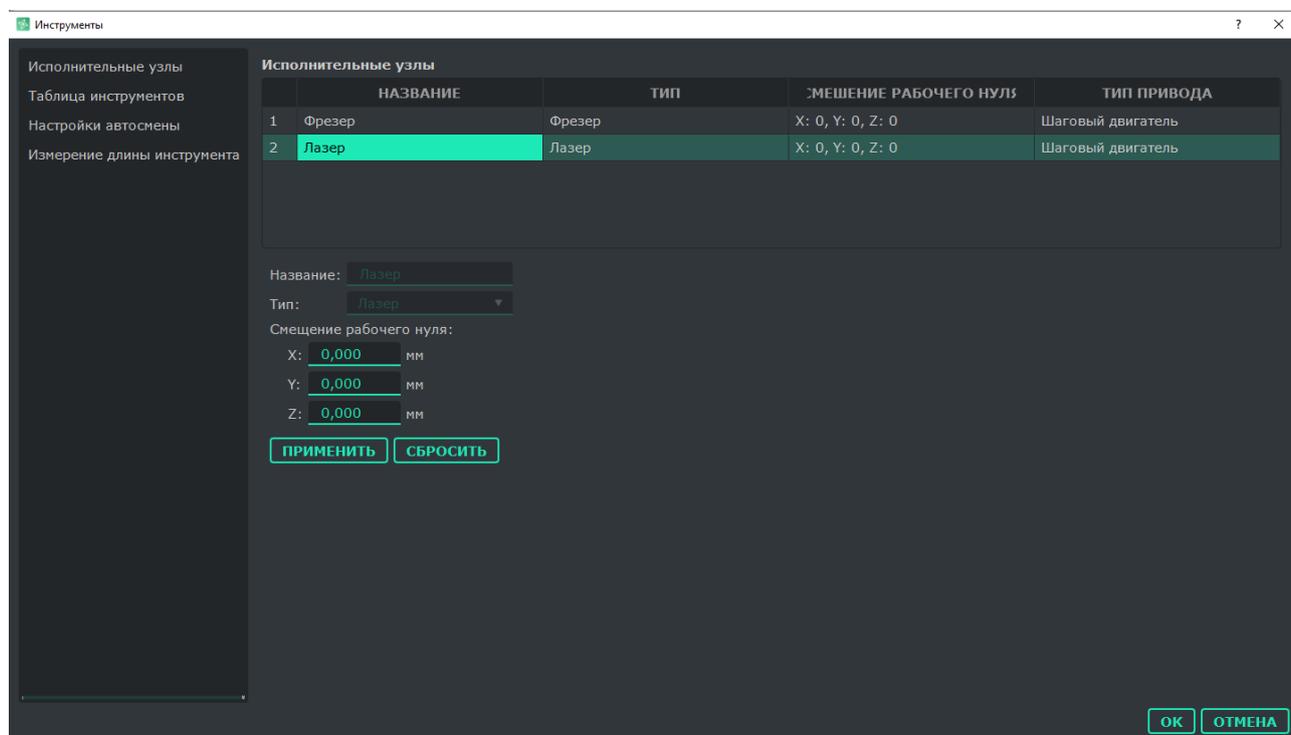


Рисунок 54. Исполнительные узлы в базовом режиме

## 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. 55).

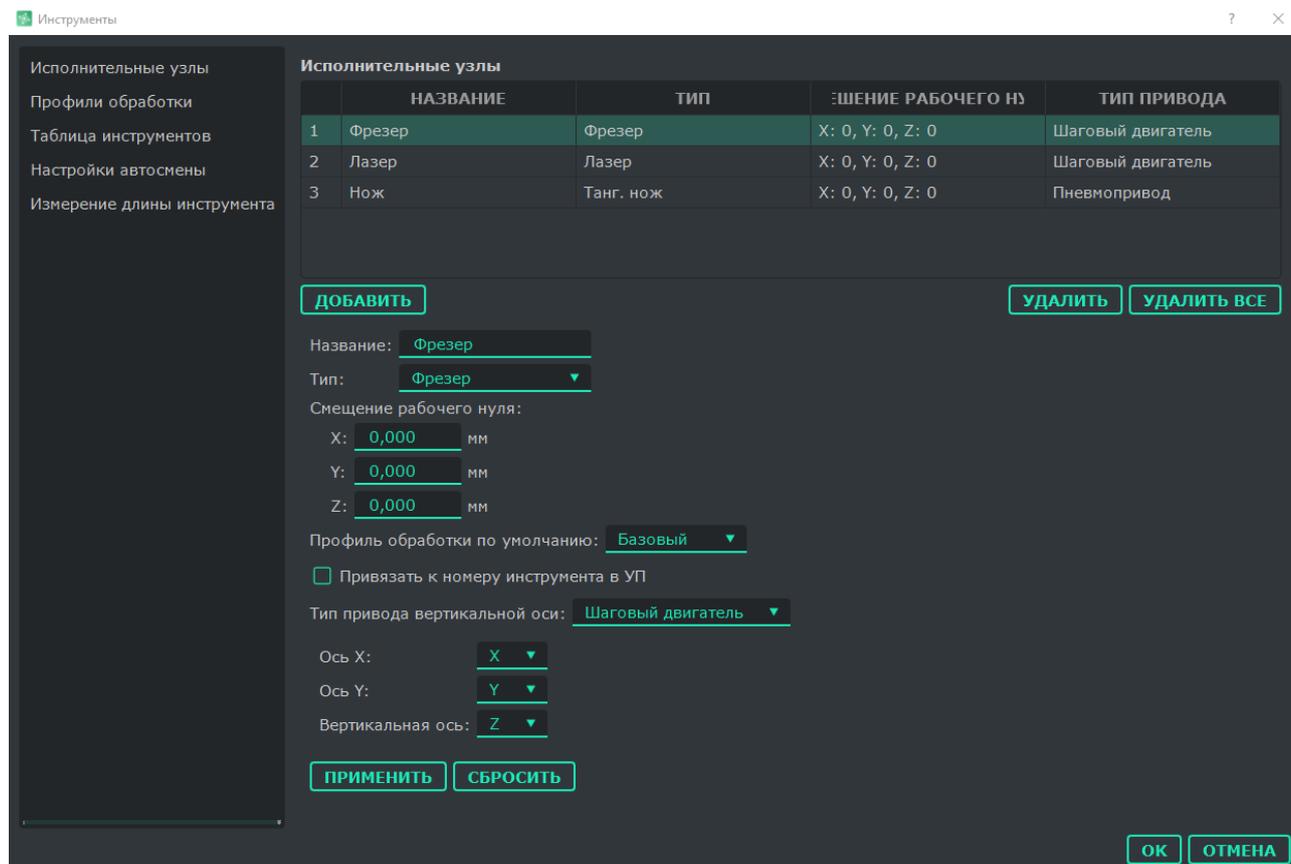


Рисунок 55. Исполнительные узлы. Продвинутый режим

**Название** – удобное читаемое название исполнителя.

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

**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 макровывоз, который назначаем на команду М6.

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: вверх или вниз 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. 56).

Тип привода вертикальной оси:	Пневмопривод
Управляющий выход:	O5
Активация:	
Макрокоманда:	M111
Действие по активации:	Замыкание
Задержка перед, сек:	0,500
Задержка после, сек:	0,500
<b>ГЕНЕРИРОВАТЬ МАКРОС</b> <b>РЕДАКТИРОВАТЬ МАКРОС</b>	
Деактивация:	
Макрокоманда:	M112
Действие по деактивации:	Размыкание
Задержка перед, сек:	0,500
Задержка после, сек:	0,500
<b>ГЕНЕРИРОВАТЬ МАКРОС</b> <b>РЕДАКТИРОВАТЬ МАКРОС</b>	

Рисунок 56. Настройки управления пневмоприводом исполнителя

**Управляющий выход** – определяет, каким релейным выходом контроллера происходит управление пневмоприводом – 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 макровывоз при сохранении настроек исполнителя.

**Макрокоманда деактивации** – данную команду впоследствии нужно использовать в файле УП для подъема исполнителя вверх (деактивации). Для этой команды будет

автоматически создан соответствующий макрос и макровывоз 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 (подъем 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 МАРКОС**, 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. 57 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).

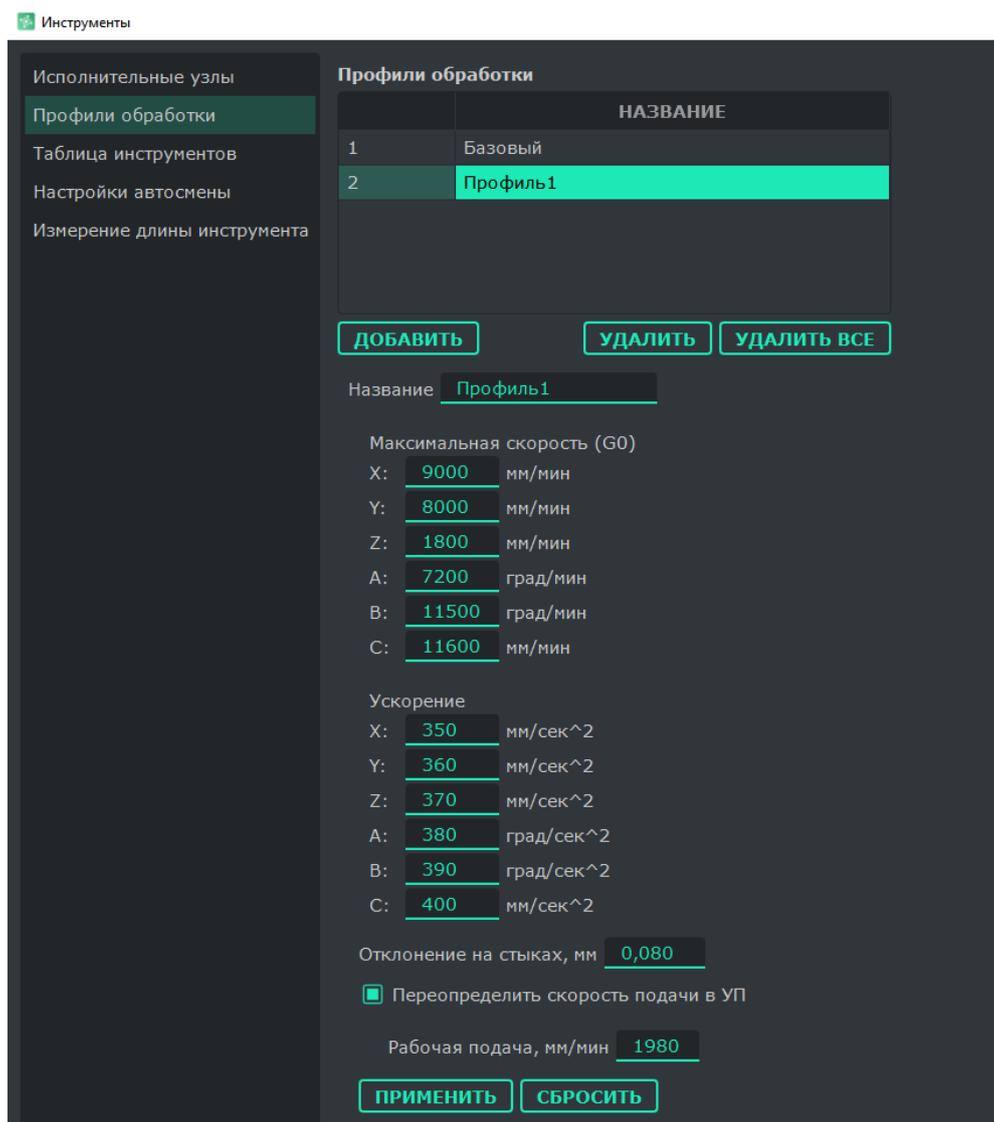


Рисунок 57. Профили обработки

**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 Таблица инструментов

Таблица инструментов используется для автоматической компенсации длины (G43) и радиуса<sup>1</sup> (G41/G42) при смене инструмента.

<sup>1</sup> В релизе 4.2 команды компенсации радиуса инструмента G41/G42 не поддерживаются

Таблицу инструментов можно создавать вручную через данное меню, а можно автоматически с помощью макроса.

При ручной записи таблицы значения из столбцов **ДЛИНА,ММ** и **РАДИУС,ММ** хранятся и записываются по нажатию на кнопку **ПРИМЕНИТЬ** непосредственно в контроллер и используются им для автоматической подстройки рабочих координат при смене инструмента. Через консоль текущую таблицу контроллера можно посмотреть, отправив в него команду `$#`, см. рис. 58. Для внесения записи в таблицу контроллера через консоль необходимо использовать команду `G10L1`. Например, если для 4-го инструмента нам нужно записать длину 91 и радиус 6, используем команду: `G10L1P4Z91R6`.

```
$# <
[G54:108.861,55.120,-27.263,0.000,0.000,0.000]
[G55:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G56:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G57:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G58:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G59:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G59.1:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G59.2:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G59.3:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G28:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G30:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[G59.6:-208.861,-56.119,27.263,0.000,0.000,0.000]
[G92:-208.861,-56.119,27.263,0.000,0.000,0.000]
[T:1|0.000,0.000,12.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:2|0.000,0.000,-54.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:3|0.000,0.000,-63.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:4|0.000,0.000,90.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:5|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:6|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:7|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:8|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:9|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:10|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:11|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:12|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:13|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:14|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:15|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[T:16|0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000|0.000]
[HOME:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000:0]
[TLO:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000]
[PRB:0.000,0.000,0.000,0.000,0.000,0.000:0]
ok.
```

Рисунок 58. Таблица инструментов в контроллере

Если таблица инструментов была ранее создана автоматически с помощью макроса, её необходимо синхронизировать с меню. Для этого с помощью кнопки **ДОБАВИТЬ** создайте необходимое количество строк, а затем нажмите кнопку **СИНХРОНИЗИРОВАТЬ** – строки автоматически заполнятся значениями из контроллера.

Помимо собственно длины и радиуса в таблице задаются машинные координаты **ПОЗИЦИИ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА** (используются макросами автосмены и измерения длины), а также удобное читаемое **ОПИСАНИЕ** каждого инструмента.

При типе сменщика «Карусельный с приводом от ШД» (см. раздел 9.4) для позиции смены инструмента добавляется 4 ось вращения.

Так как очень часто в магазине у всех инструментов некоторые координаты имеют одинаковые значения, то для ускорения процесса настройки позиций смены,

установите галочку **Общие координаты позиции смены инструмента**, введите нужные значения по осям и нажмите кнопку **ЗАПИСАТЬ**.

**Важно.** В длину инструмента обычно заносится машинная координата Z точки касания кончиком фрезы датчика высоты, установленного в определенном месте станка, и по которому измеряются все инструменты.

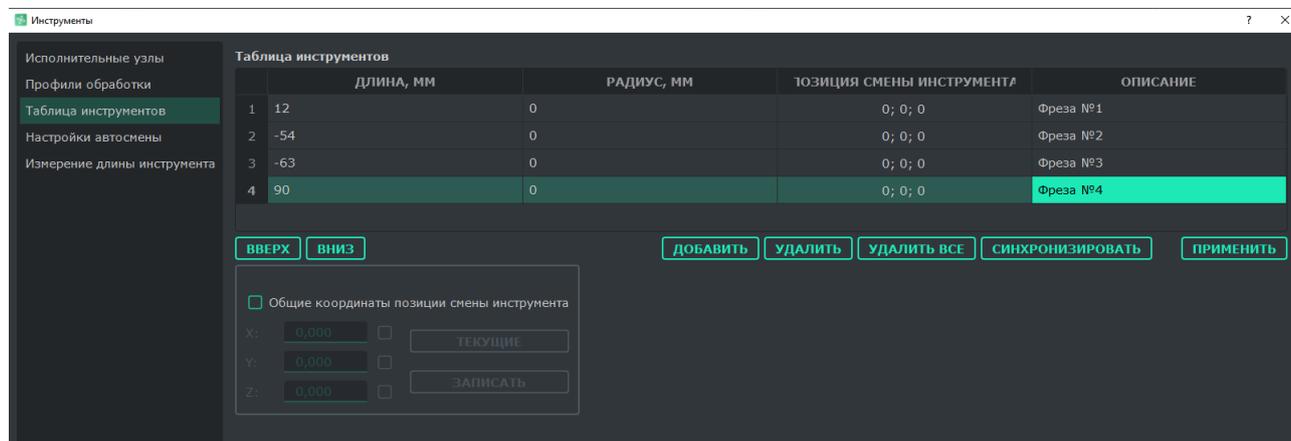


Рисунок 59. Таблица инструментов

## 9.4 Настройка автоматической смены инструмента

Данная настройка позволяет автоматизировать генерацию макроса автоматической смены инструмента.

Для настройки автосмены необходимо поставить галочку **Включить автосмену инструмента** (см. рис 60).

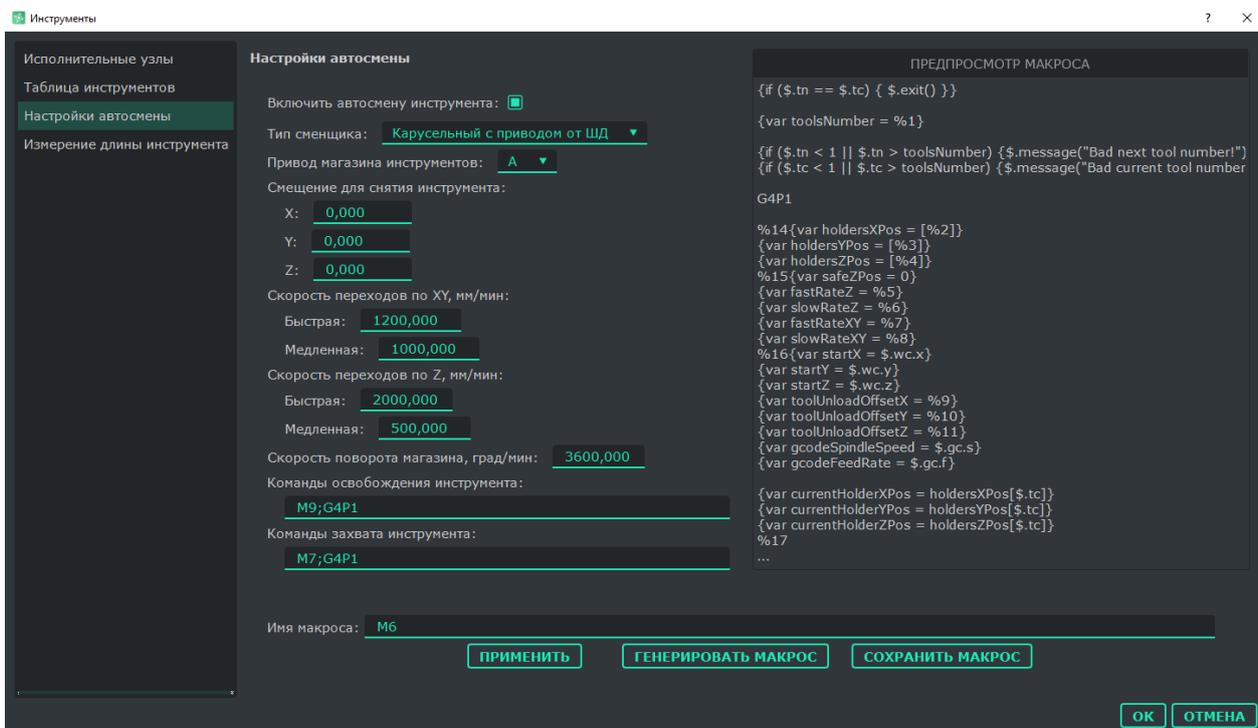


Рисунок 60. Настройка автосмены

Выбирается тип сменщика *Линейный* или *Карусельный с приводом от ШД* (см. рис 61), для которого назначается ось вращения (см. рис. 62).

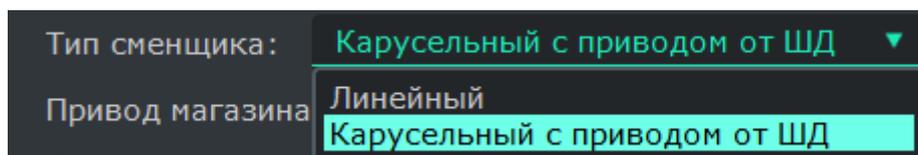


Рисунок 61. Настройка типа сменщика

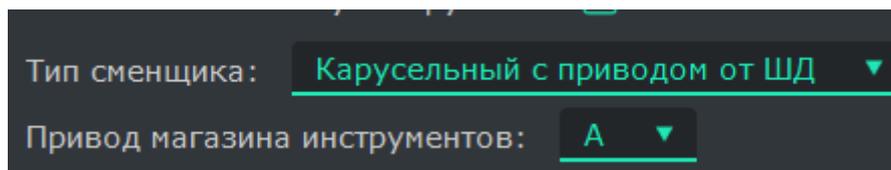


Рисунок 62. Настройка привода магазина инструментов

Настраивается смещение для снятия инструмента, скорость переходов по XY и по Z. В зависимости от работы оборудования команды освобождения и захвата инструмента будут отличаться.

Далее необходимо ввести имя макроса, который будет автоматически создан по настройкам выше. Для создания и сохранения макроса нажмите кнопки соответственно **ГЕНЕРИРОВАТЬ МАКРОС** и **СОХРАНИТЬ МАКРОС**.

## 9.5 Измерение длины инструмента

Это меню позволяет автоматизировать генерацию макроса измерения длины инструмента.

Сначала установите галочку **Выполнять измерение инструмента после автосмены** (см. рис. 63). Далее настройте координаты позиции датчика, ось зондирования, скорость переходов по XY и по Z, расстояние отката.

Затем необходимо ввести имя макроса, который будет автоматически создан по настройкам выше. Для создания и сохранения макроса нажмите кнопки соответственно **ГЕНЕРИРОВАТЬ МАКРОС** и **СОХРАНИТЬ МАКРОС**.

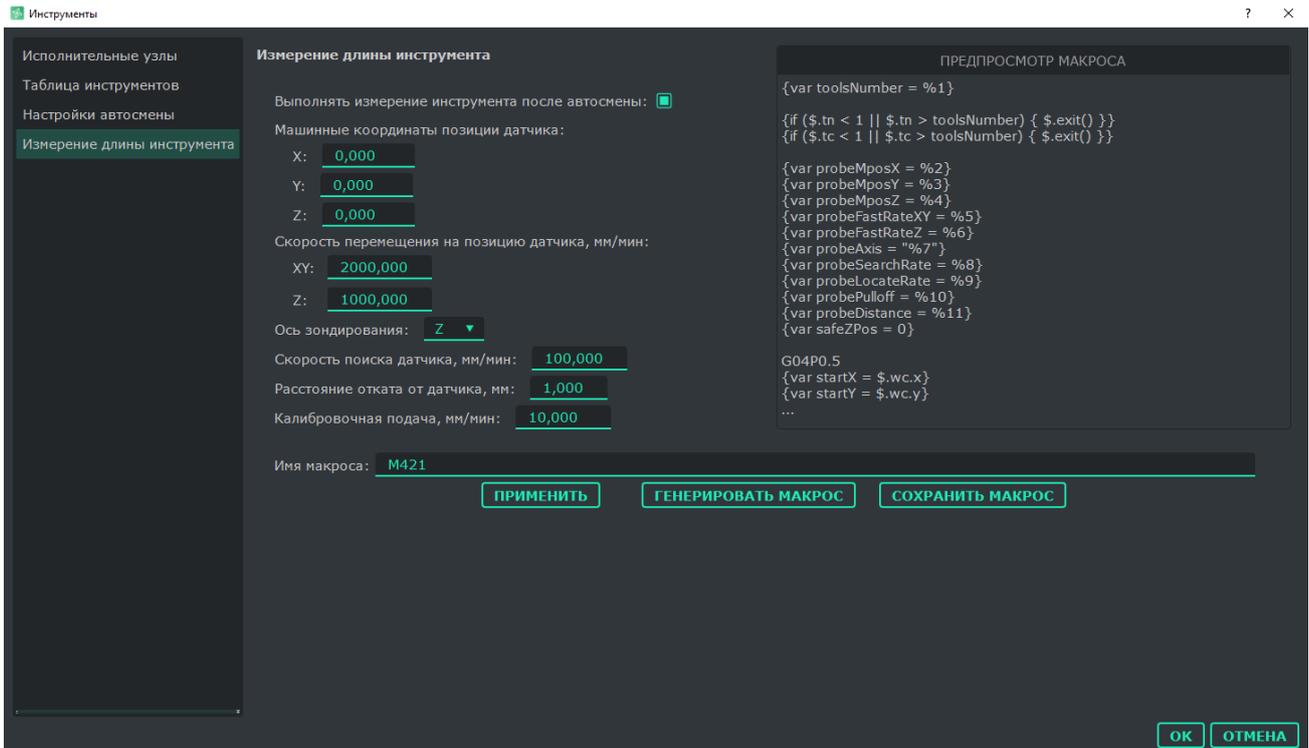


Рисунок 63. Измерение длины инструмента

## 10. Настройка работы нескольких исполнительных узлов станка

### 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. 64 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. 65.

1. Положение шпинделя и лазера в машинном нуле (начале координат станка, определяемом концевыми датчиками)

2. Задаём рабочий ноль заготовки по положению шпинделя

3. При переключении на лазер станок должен переместиться за пределы рабочего поля по оси X, чтобы установить лазер в рабочий ноль заготовки!

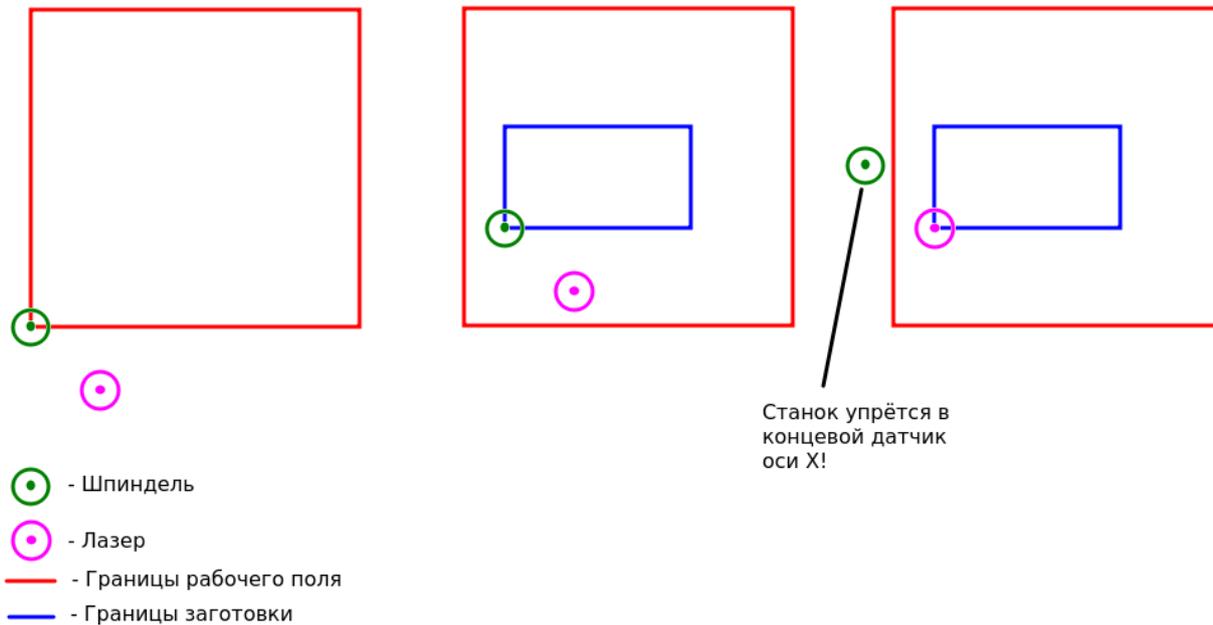


Рисунок 64. Пример неправильного расположения заготовки

1. Положение шпинделя и лазера в машинном нуле (начале координат станка, определяемом концевыми датчиками)

2. Задаём рабочий ноль заготовки по положению шпинделя

3. При переключении на лазер нарушения границ рабочего поля не происходит.

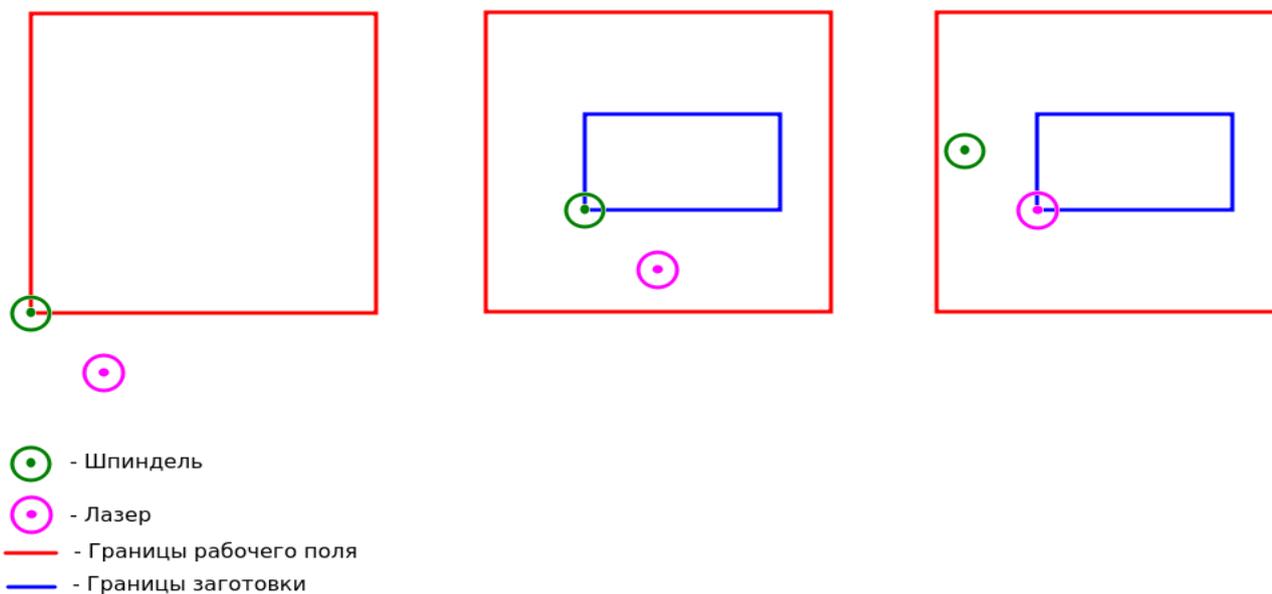


Рисунок 65. Правильное расположение заготовки

## 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. 66).

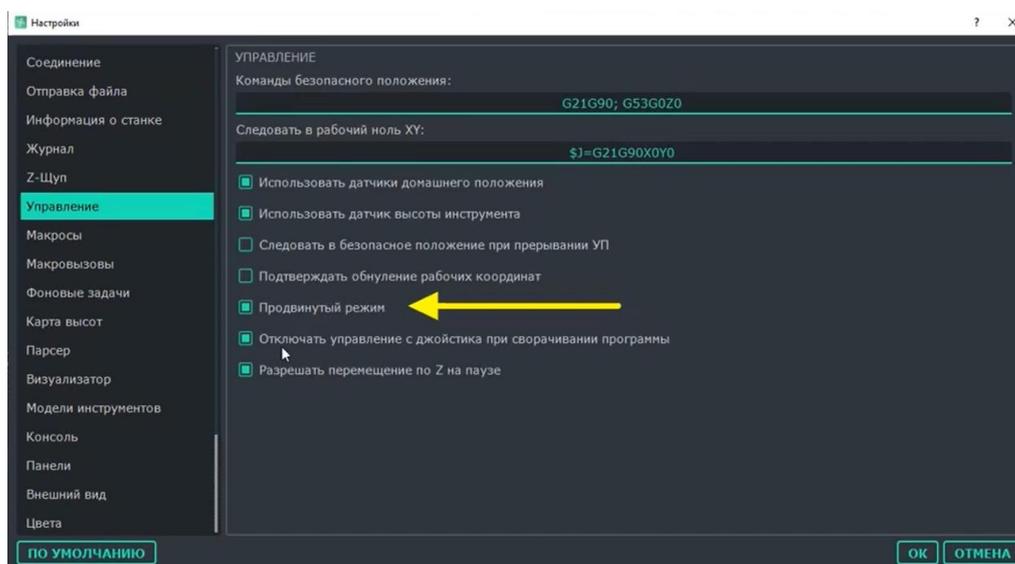


Рисунок 66. Включение продвинутого режима

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. 67).

Название: Шпиндель2  
Тип: Фрезер  
Смещение рабочего нуля:  
X: 100,000 мм  
Y: 1,000 мм  
Z: 0,000 мм  
Профиль обработки по умолчанию: Базовый  
 Привязать к номеру инструмента в УП  
Тип привода вертикальной оси: Шаговый двигатель  
Ось X: X  
Ось Y: Y  
Вертикальная ось: Z  
ПРИМЕНИТЬ СБРОСИТЬ

Рисунок 67. 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. 68). Эти команды будут автоматически отправляться в контроллер при активации/деактивации исполнителя.

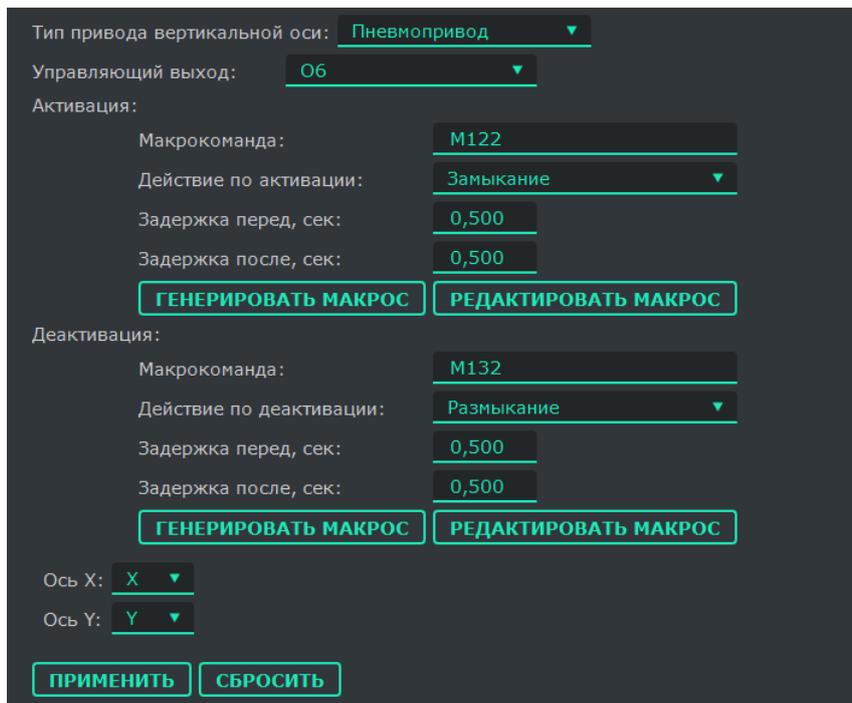


Рисунок 68. Настройка шпинделя с пневмоприводом

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. 69). 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.

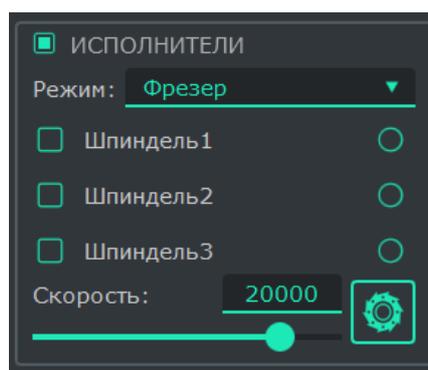


Рисунок 69. Управление шпинделями

Для того чтобы выбрать, для каких шпинделей запустить загруженную УП, нужно открыть настройки задачи (см. рис. 70) и в открывшемся окне выбрать все необходимые шпиндели (см. рис. 71).

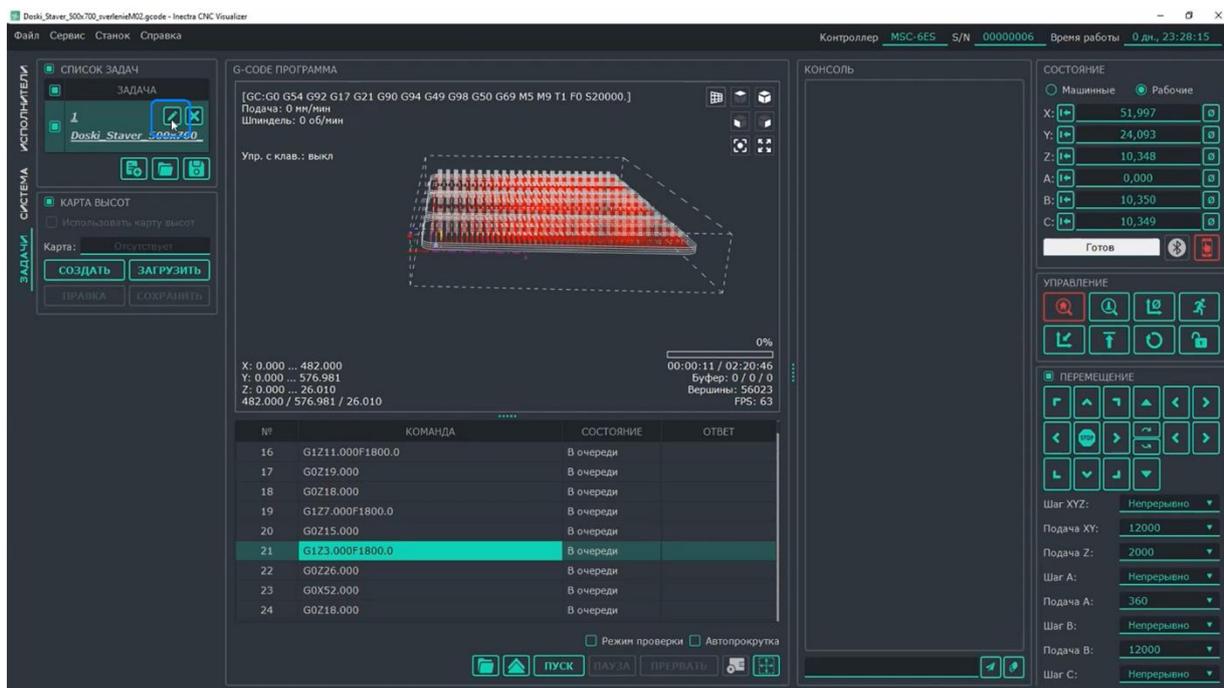


Рисунок 70. Настройки задачи

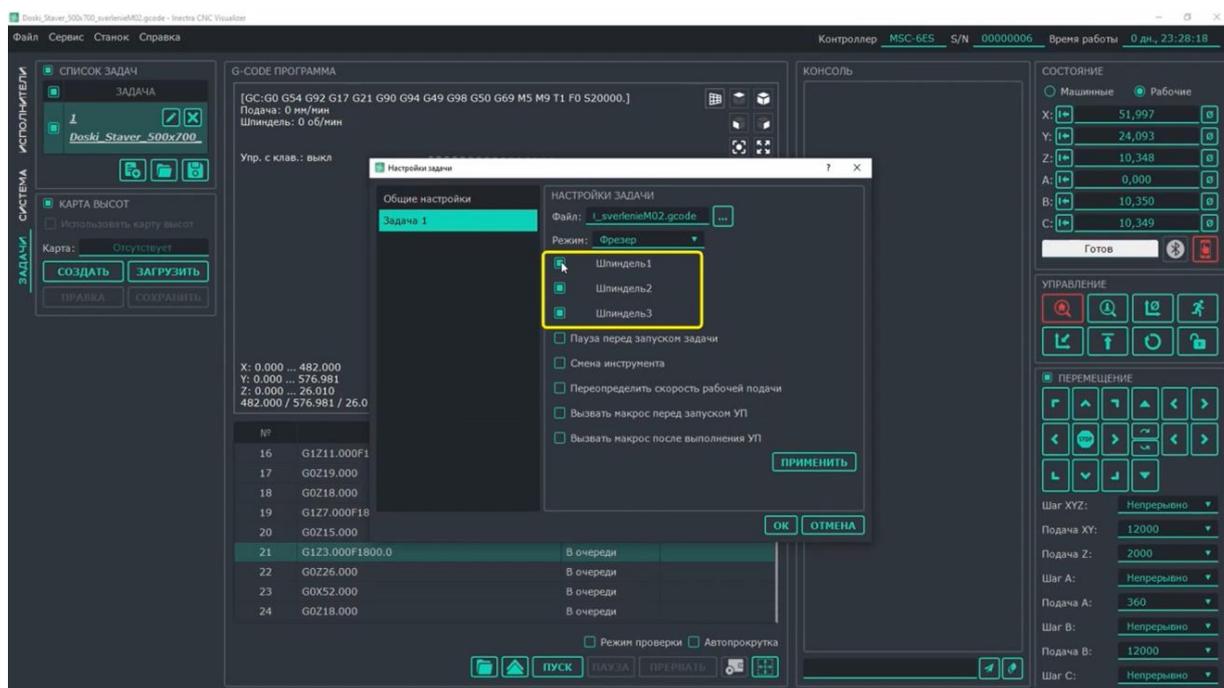


Рисунок 71. Выбор шпинделей для запуска УП

**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).

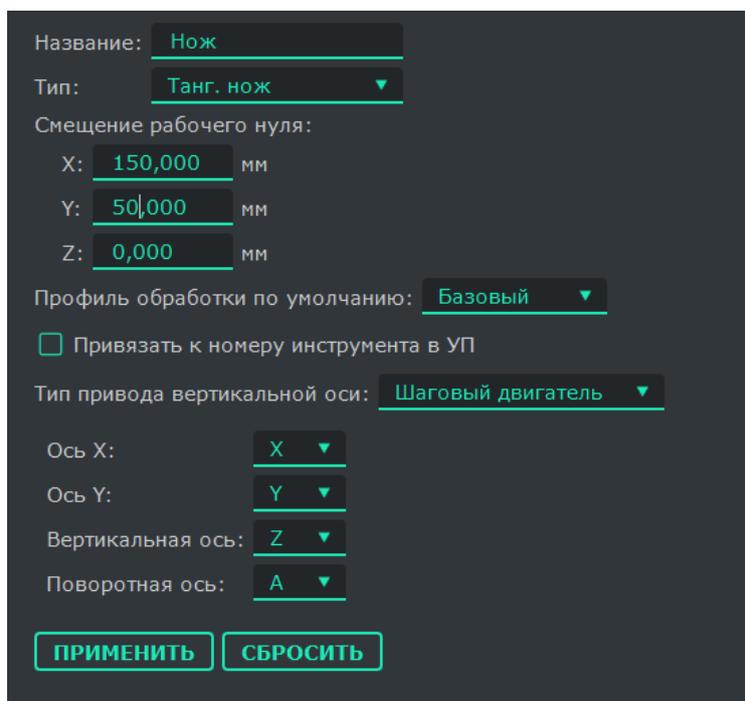
### 10.3 Тангенциальный нож

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. 66).

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. 72).

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.



Название: Нож

Тип: Танг. нож

Смещение рабочего нуля:

X: 150,000 мм

Y: 50,000 мм

Z: 0,000 мм

Профиль обработки по умолчанию: Базовый

Привязать к номеру инструмента в УП

Тип привода вертикальной оси: Шаговый двигатель

Ось X: X

Ось Y: Y

Вертикальная ось: Z

Поворотная ось: A

ПРИМЕНИТЬ СБРОСИТЬ

Рисунок 72. 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 «А»* настройте значение *Поворотная ось тангенциального ножа* (см. рис. 73).

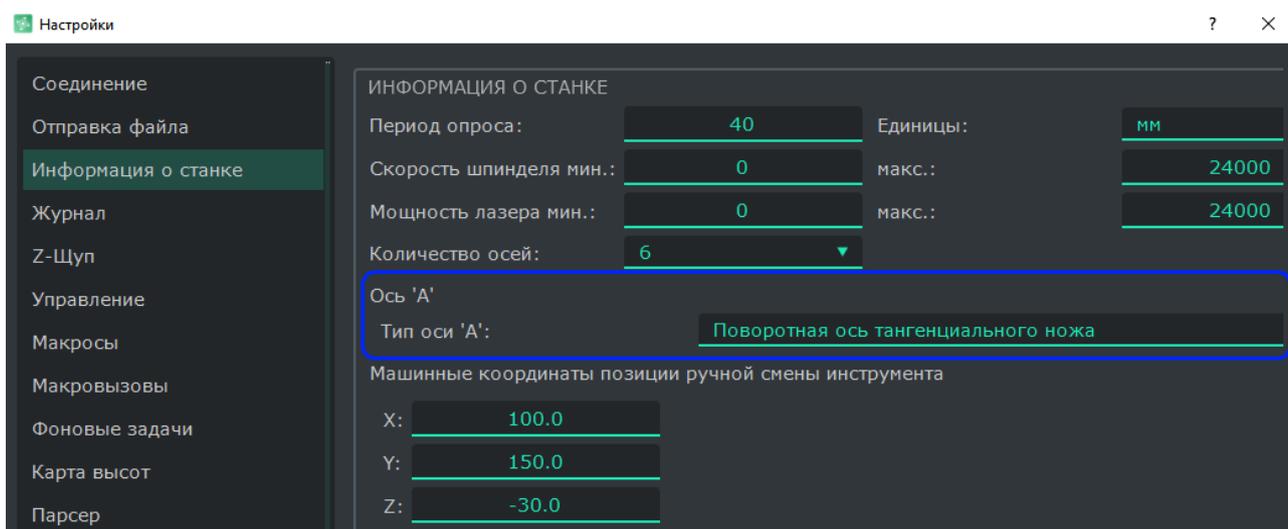


Рисунок 73. Поворотная ось тангенциального ножа

Если теперь через панель ИСПОЛНИТЕЛИ переключиться в режим *Танг. нож* (см. рис. 74), то визуализация инструмента изменится соответствующим образом (рис. 75), и при движении оси A будет выполняться поворот ножа вокруг своей оси.

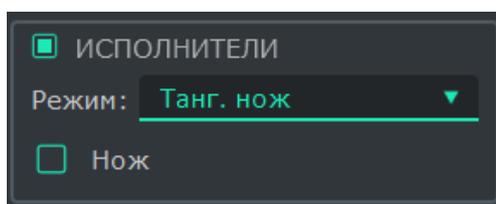


Рисунок 74. Переключение в режим *Танг. нож*

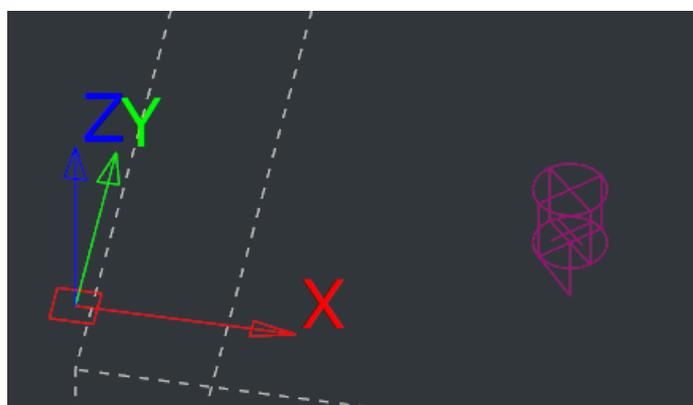


Рисунок 75. Визуализация танг. ножа

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 7.6.5.

## 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. 76.

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

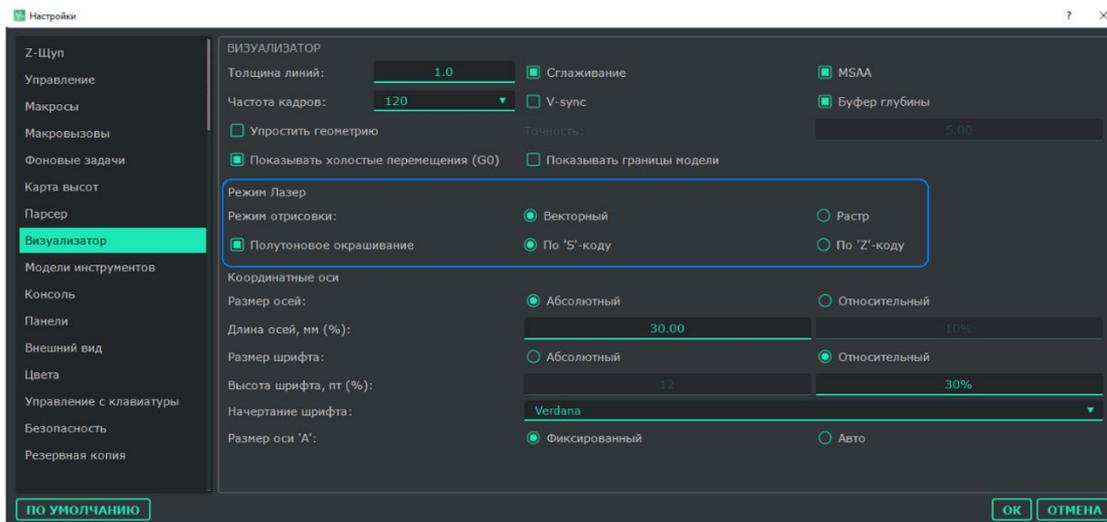


Рисунок 76. Настройка визуализации G-код программы для светодиодного лазера

На рис. 77 представлен пример визуализации G-код программы с полутоновым окрашиванием по S-коду.

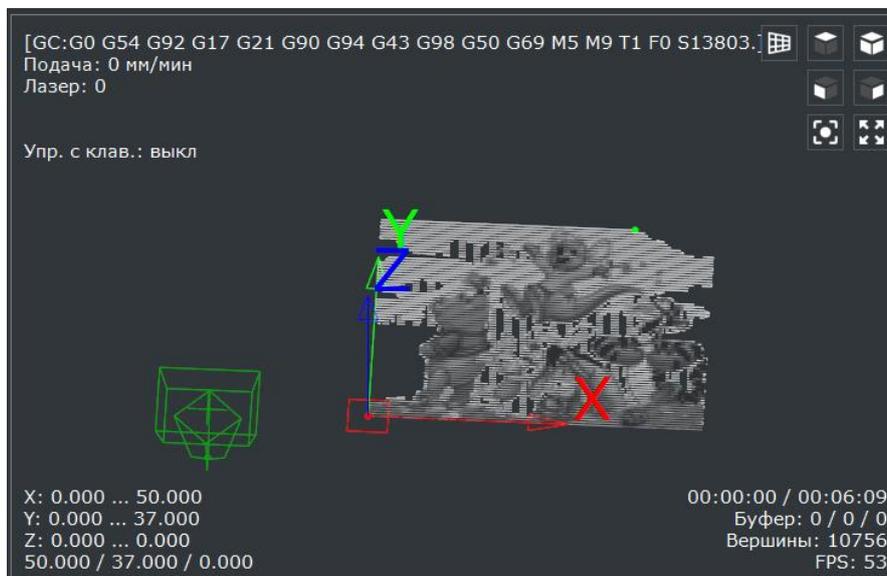
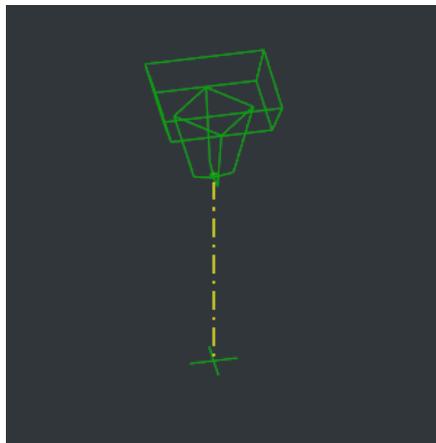


Рисунок 77. Пример визуализации программы с окрашиванием по S-коду

Обратите внимание, что при переключении в режим лазера меняется визуализация инструмента соответствующим образом. При включении лазера также появляется визуализация его луча (рис. 78). 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 78. 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 параметру *Количество осей* задайте значение 4.

После этого параметру *Тип оси «А»* 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!

*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. 79).

На рис. 79 представлен пример визуализации координатных осей, когда ось A ориентирована вдоль оси X. На рис. 80 показан пример визуализации управляющей программы тела вращения.

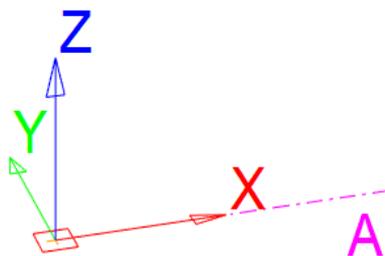


Рисунок 79. Ось A вдоль оси X

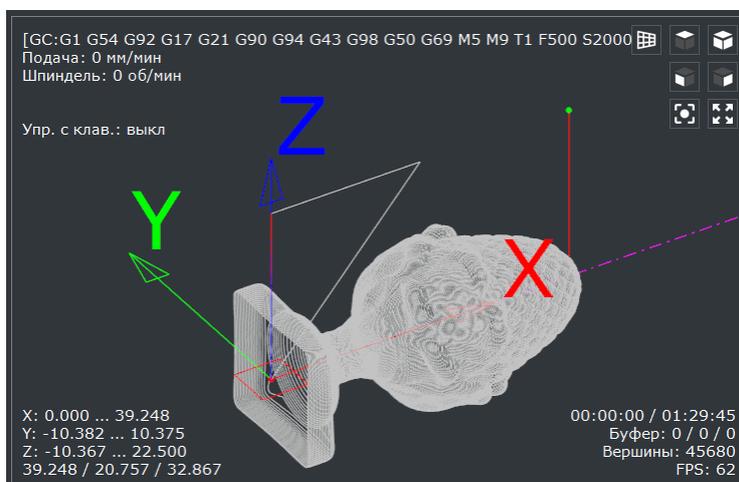


Рисунок 80. Пример визуализации УП с поворотной осью

## 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. 81 представлены примеры меню для линейной и поворотной осей.

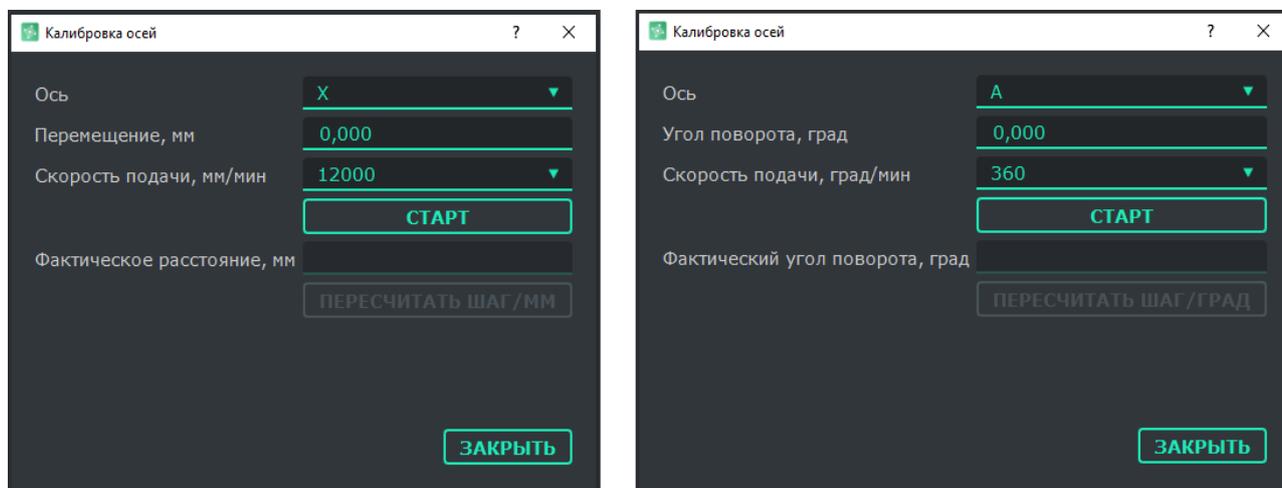


Рисунок 81. Меню Калибровка осей

**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 пунктам 1-7.

**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 А 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 81 углом и измеренным углом  $\varphi$  (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 А 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

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. 52). 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** подачи. 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 макровыводы

### 15.1 Создание собственных макросов

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 Inetra 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 `{}`. Вставки G-код команд делаются простым текстом без какого-либо форматирования.

#### Объявление переменных

Переменные объявляются с помощью ключевого слова `var`, например:

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

В этом примере переменная `slow_f` инициализируется значением 500. Переменные в JavaScript не имеют типа.

#### Объявление массива

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

#### Пример условной конструкции

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

В этом примере если переменная `$.tn` меньше 1 или больше 4, то нужно вывести текстовое сообщение и завершить макрос.

### Пример использования циклов

```
{  
    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).

### Встроенные функции

`$.wait()` — команда холостого ожидания.

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

`$.message()` — окно вывода списка значений.

`$.send()` — функция для отправки G-код команды в контроллер. Используется только внутри блока Javascript-кода.

`$.tasklist.is_running()` — возвращает 1, если в настоящий момент запущена G-код программа (независимо 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 выполняет прерывание выполнение списка задач – действие аналогично кнопке **ПЕРВАТЬ**.

`$.hold()` — функция отправляет в контроллер realtime-команду постановки на паузу ("!"). Контроллер переходит в состояние Пауза.

`$.unhold()` — функция снимает контроллер с паузы, отправляя в него realtime-команду старт ("~").

`$.gotosafe()` — функция отправляет в контроллер команды перехода в безопасное положение – действие аналогично кнопке *Безопасное положение* .

`$.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*.

`$.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.

`$.readvar(name)` — функция для чтения из памяти визуализатора глобальной переменной с именем *name*.

## Встроенные переменные

`$.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

`$.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

`$.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

`$.tc` — текущий номер инструмента

`$.tn` — следующий номер инструмента

`$.status` — статус 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  
`$.params.axisAccelerationC` — ускорение по оси C  
`$.gc.cs` — текущая система координат  
`$.gc.f` — текущая рабочая подача  
`$.gc.s` — текущая скорость вращения шпинделя

### **Возможные значения статуса контроллера (переменная `$.status`)**

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

### **Пример ввода пользовательских данных**

Встроенная функция `$.input()` из макроса вызывает окно ввода пользовательских данных:

```
{  
    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. 82). Эти значения заносятся в массив `p`.

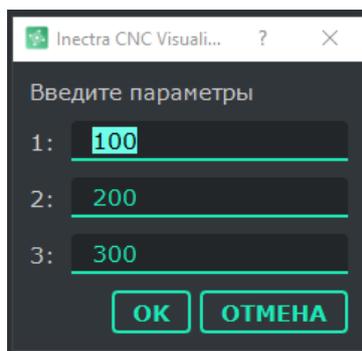


Рисунок 82. Ввод пользовательских данных

Доступ к каждому введенному значению осуществляется через соответствующую ячейку массива (индексация массива начинается с 0):

```
{
    var fast_f = parseFloat(p[0])
}
```

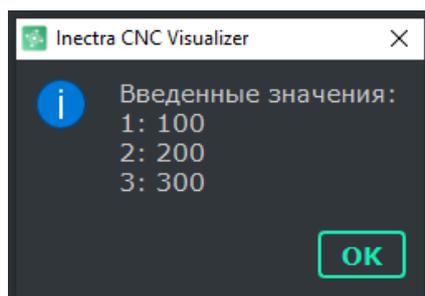
Здесь введенное значение параметра «1» извлекается из нулевой ячейки массива и преобразуется в число с плавающей точкой, а далее записывается в переменную `fast_f`.

### Вывод значений переменных

Для вывода какой-либо информации служит встроенная функция `$.message()`. Например:

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

Этот пример выводит следующее окно:



### Использование переменных в команде запуска G-кода

Часто возникает необходимость запустить G-код команду, в которой значение какой-либо координаты нужно вставить из определенной переменной. В этом случае переменную необходимо заключить в фигурные скобки как вставку JavaScript-кода, например:

```
G38.2X{-search_dist}F{slow_f}
```

В этом примере дистанция поиска для команды G38.2 подставляется из переменной `search_dist` с противоположным знаком, а скорость поиска — из переменной `slow_f`.

Внутри фигурных скобок можно также помещать сложные арифметические выражения, например:

```
G0G91Y{(q - ($.prb.y + offset)) / 2}
```

### 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)
}
```

### 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 координата 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_znpos = $.prb.z

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

// 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))
}
}

```

### 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()
    }
}
}

```

### **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}

```

## 15.2 Горячие клавиши 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. 83). Кроме этого, горячую клавишу для макроса можно также назначить и на произвольную кнопку геймпада – см. рис. 84.

Более подробно по настройке геймпада см. раздел 19.3.

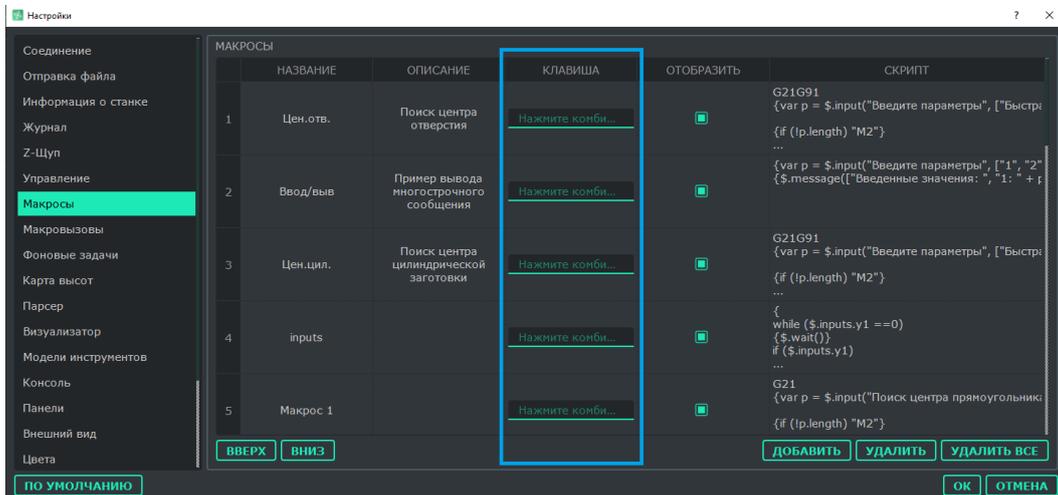


Рисунок 83. Назначение горячей клавиши вызова макроса с клавиатуры

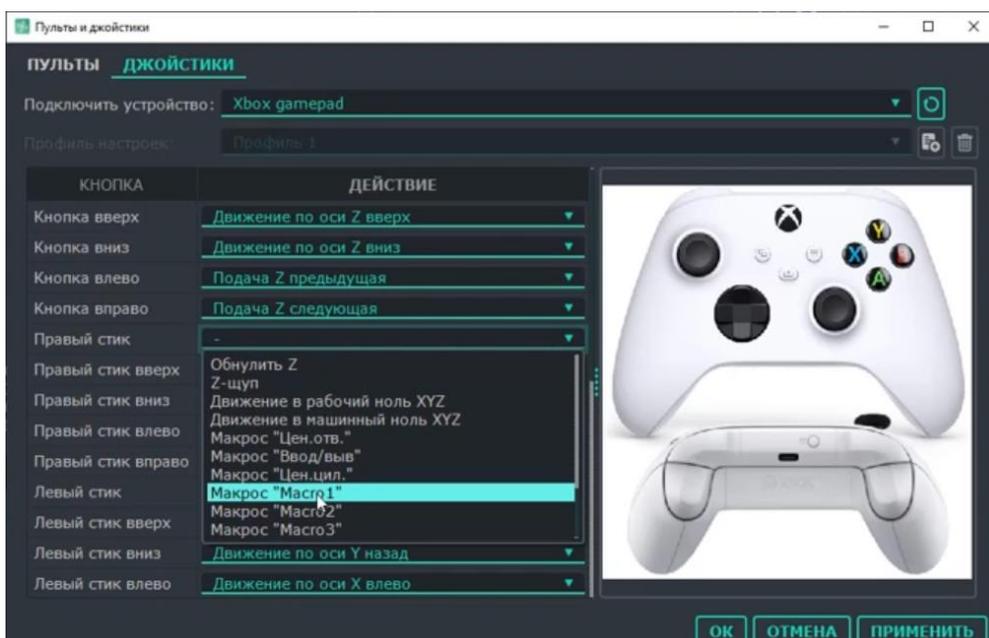


Рисунок 84. Назначение горячей клавиши вызова макроса с геймпада

## 15.3 Макровывозы

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

Настройка макровывозов осуществляется через пункт меню *Сервис* → *Настройки* → *Макровывозы* (см. рис. 85).

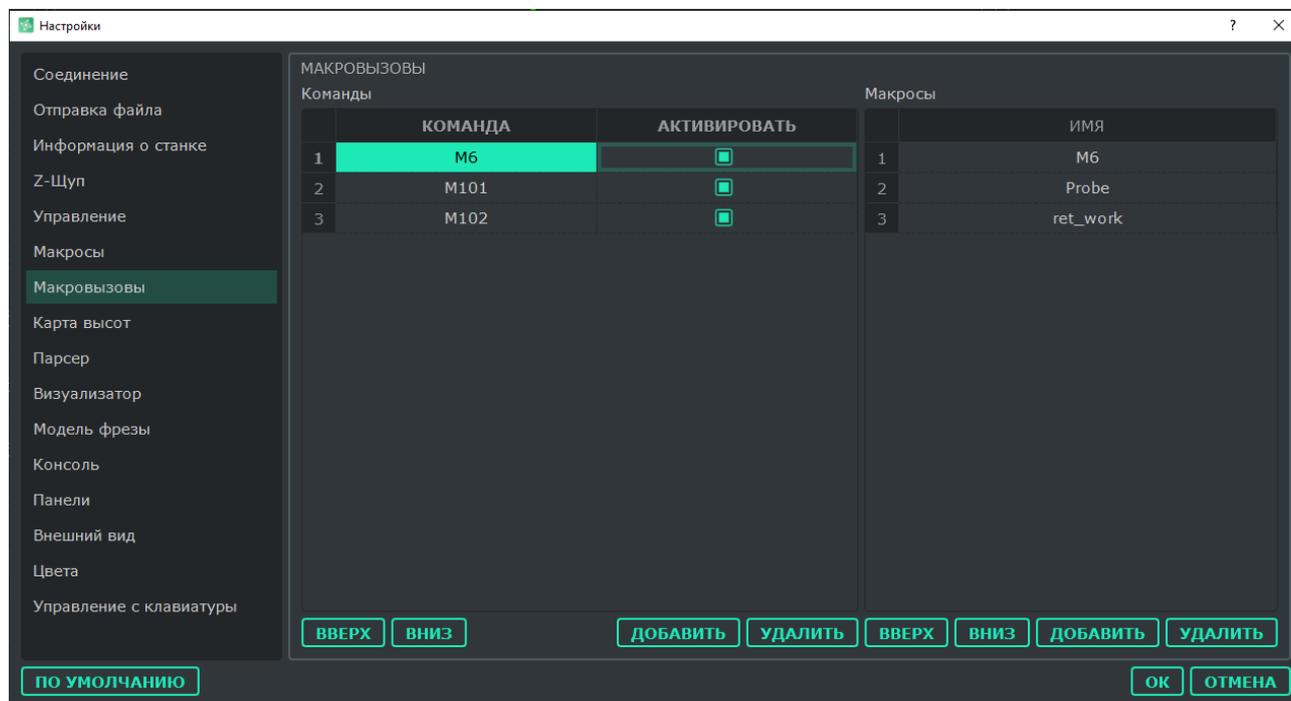


Рисунок 85. Меню настройки макровывозов

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

Например, на рис. 85 по команде *M6* из управляющей программы будет запускаться последовательность макросов, состоящая из скриптов *M6*, *Probe* и *ret\_work*.

**Важно.** Перед созданием макровывоза необходимо написать все необходимые макросы.

## 15.4 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. 86) и нажать кнопку *ДОБАВИТЬ*.

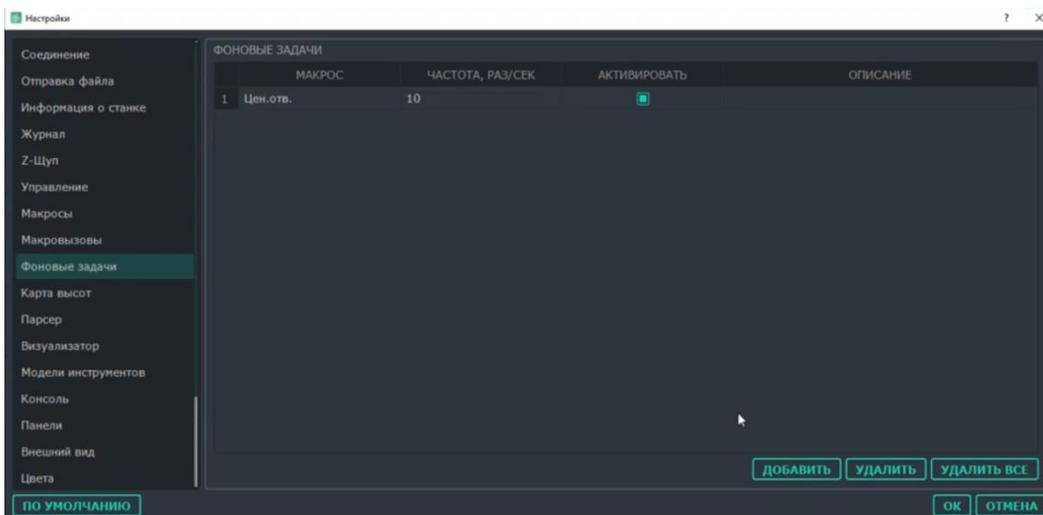


Рисунок 86. Создание фоновой задачи

Далее в поле *МАКРОС* выбираем из выпадающего списка нужный макрос (см. рис. 87), задаём его частоту вызова в поле *ЧАСТОТА, РАЗ/СЕК*, и устанавливаем галочку *АКТИВИРОВАТЬ*. В поле *ОПИСАНИЕ* можно оставить пояснительный комментарий, описывающий функцию задачи.

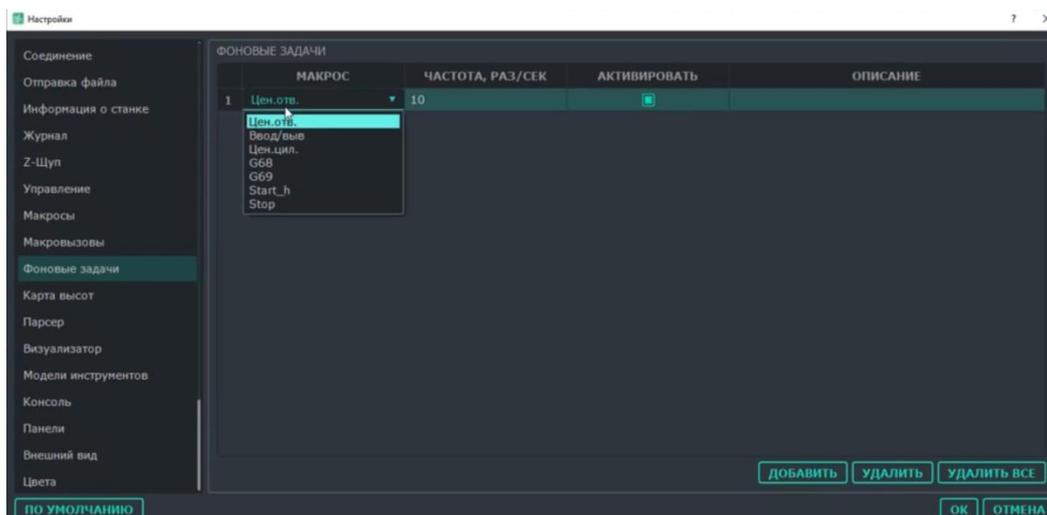


Рисунок 87. Выбор макроса для фоновой задачи

**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.

#### 15.4.1 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 9 и 10 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. 88).

ФОНОВЫЕ ЗАДАЧИ				
	МАКРОС	ЧАСТОТА, РАЗ/СЕК	АКТИВИРОВАТЬ	ОПИСАНИЕ
1	star_hol	10	<input checked="" type="checkbox"/>	Старт/пауза тасклиста
2	stop	10	<input checked="" type="checkbox"/>	Прерывание тасклиста

Рисунок 88. Фоновые задачи для управления ходом выполнения УП

### 15.4.2 Включение 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, которое необходимо включить по сигналу с входа RST(IN7).

Тогда макрос для фоновой задачи будет иметь следующий вид:

```
{
    var detected = 0
    if ($.inputs.i7) {
        $.send("M64P16")
        var detected = 1
    }
}

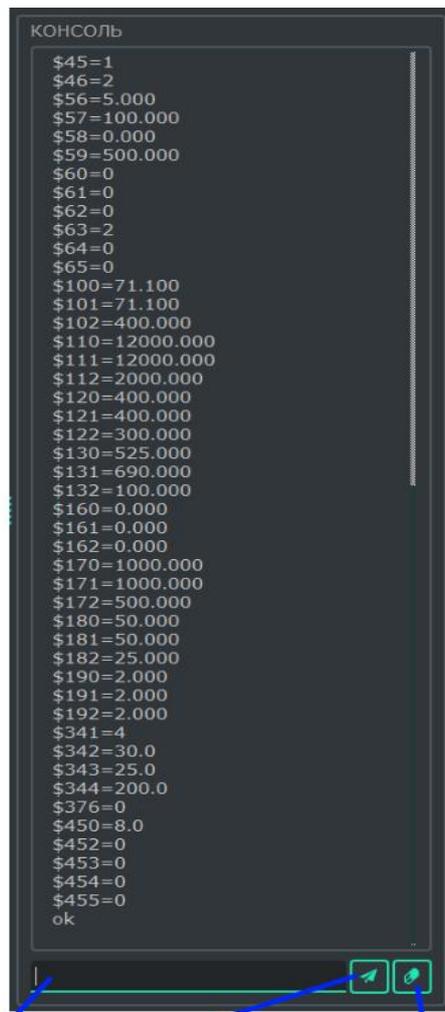
{
    if (detected == 1) {
        while ($.inputs.i7)
            $.wait()
    }
}
```

## 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. 89 показан её внешний вид и назначение элементов управления.



Поле ввода  
команд

Кнопка отправки  
команды (дублирует  
клавишу Enter)

Кнопка очистки  
окна вывода  
консоли

Рисунок 89. 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:VNMZHS�+,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 контроллера
```

```
[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: XYZARHSDPPEY2,12] - 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 джоггинг (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. 90), 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*.

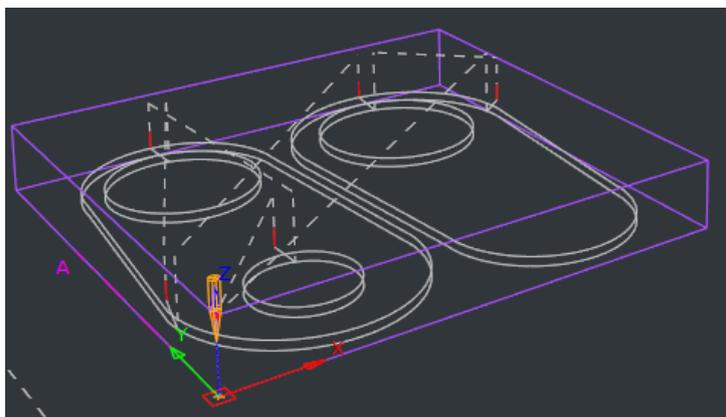


Рисунок 90. Отображение границ обработки УП

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.

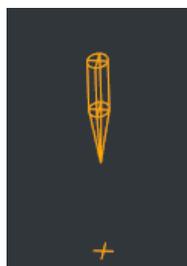


Рисунок 91. Визуализация фрезы

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. 92), в меню *Сервис* → *Настройки* → *Панели параметру Вид кнопок* необходимо присвоить значение *Надписи*.

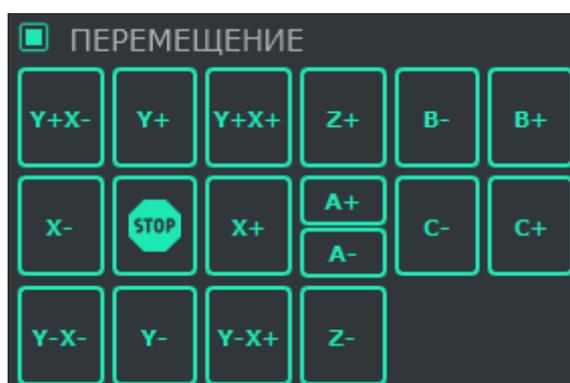


Рисунок 92. Названия осей на кнопках ручного перемещения

## 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 ХУ следующая — выбор следующей (более высокой) подачи осей ХУ из списка «Подача ХУ».

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

*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.

"J" — Движение по оси A назад.

"\ " — Движение по оси A вперед.

"W" — Движение в рабочий ноль ХУ.

"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**

"O" — 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. 93), 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.

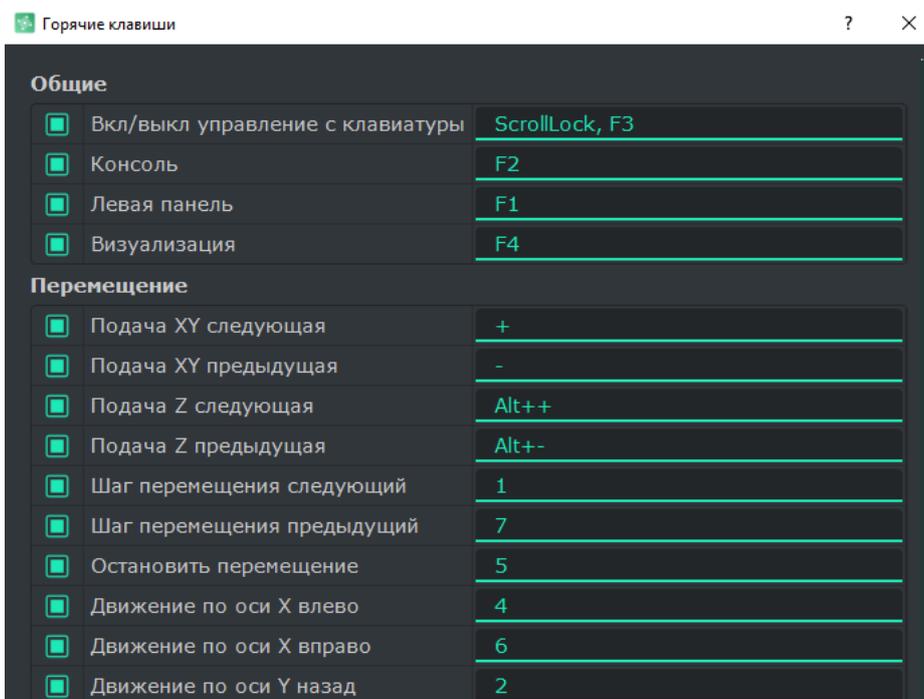


Рисунок 93. Настройка горячих клавиш

## 19.2 Управление с пульта WNB04B

Визуализатор поддерживает управление станком с помощью беспроводного пульта WNB04B. 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. 94) и нажать кнопку

**Обновить список устройств**  напротив выплывающего списка **Подключить устройство**. В этом списке автоматически должно появиться устройство *ХНС WNB04B*, которое необходимо выбрать и нажать **ОК**.



Рисунок 94. Подключение пульта WNB04B

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. 95) и нажать кнопку **Обновить список**

**устройств**  напротив выплывающего списка **Подключить устройство**. В этом списке автоматически должно появиться устройство *Xbox gamepad*, которое необходимо выбрать.

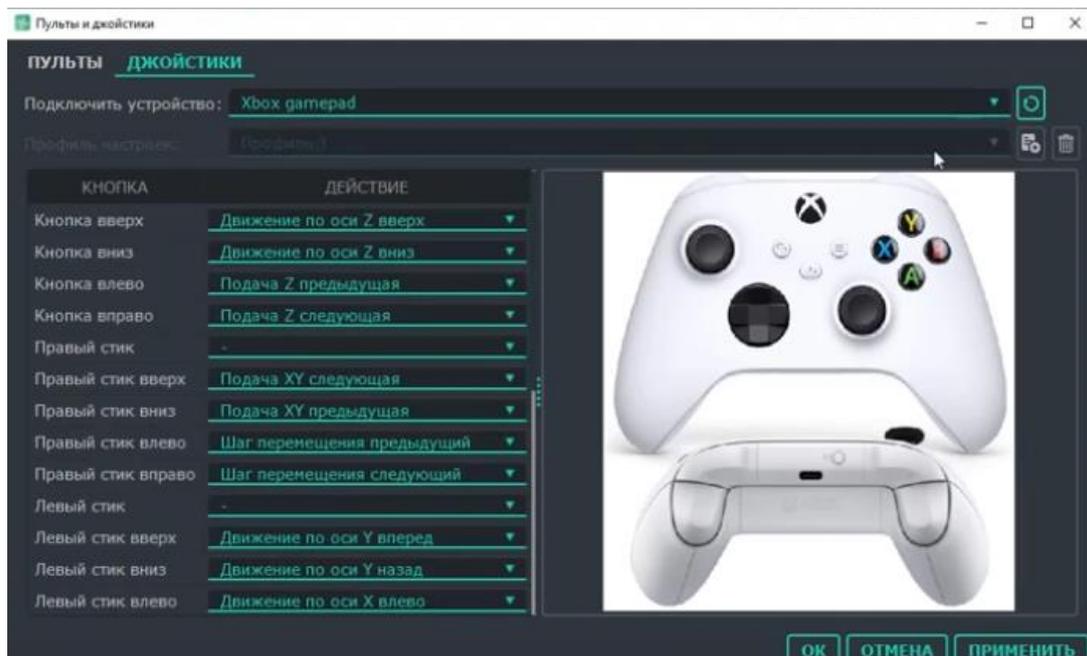


Рисунок 95. Подключение геймпада

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. 95 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 96).

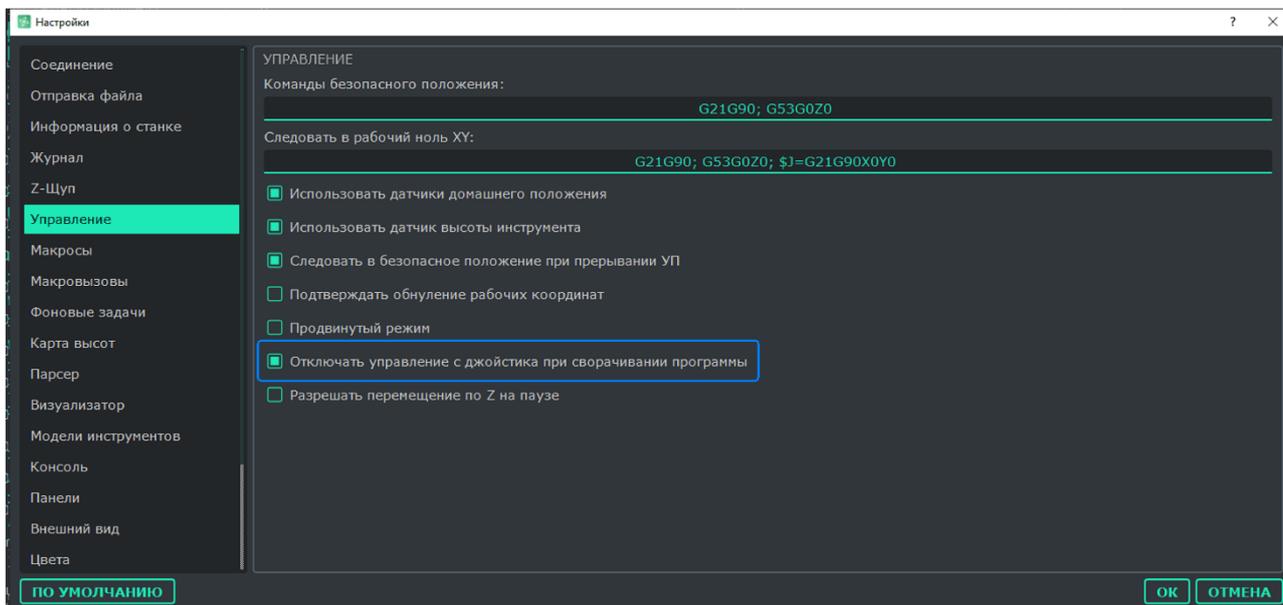


Рисунок 96. Отключение управления с геймпада при сворачивании

## 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. 97);
- 2) при перемещении инструмент «оставляет за собой след» (см. рис. 97);
- 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](mailto:support@inectra.ru).

Для решения проблемы убедитесь, что Ваш компьютер соответствует требованиям к аппаратному обеспечению, описанным в разделе 1, 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.

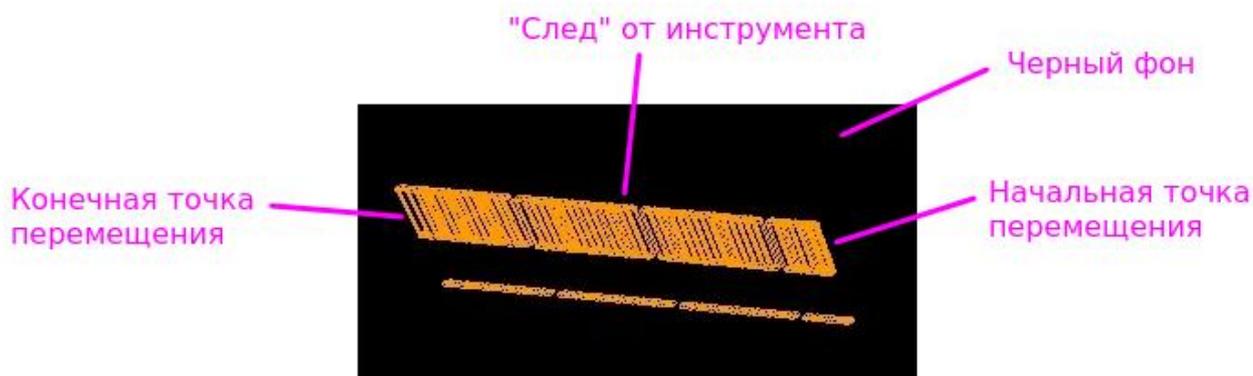


Рисунок 97. Некорректное построение визуализации

## 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	<p>Устанавливает длительность импульса сигнала Step. Минимальное значение- 2 мкс для контроллеров на чипе STM32F103 и 1.1мкс для контроллеров на чипе STM32FF407. Значение по умолчанию — 10 мкс — необходимо уменьшить, если частота сигнала Step превышает 80 кГц.</p> <p>Формула для вычисления частоты Step: <math>F = R * V</math> (Гц), где R — разрешение оси в шаг/мм, V — скорость перемещения в мм/сек.</p> <p>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.</p> <p>Например, если разрешение оси равно 500шаг/мм, а скорость G0 равна 12000мм/мин = 200мм/сек, то частота step равна <math>500*200 = 100кГц</math>. Период равен <math>1/100кГц = 10мкс</math>. Целесообразно в этом случае настроить 5мкс на импульс. На паузу останется также 5мкс, что удовлетворяет указанному выше ограничению на минимальное значение.</p> <p>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.</p>
1	Step idle delay Задержка отключения двигателей	Миллисекунды	<p>Каждый раз, когда шаговые двигатели заканчивают движение и останавливаются, контроллер делает задержку на указанный интервал времени перед отключением питания двигателей.</p> <p>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</p>

			<p>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.</p>
2	<p>Step pulse invert</p> <p>Инверсия сигнала шагового импульса</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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.</p> <p>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.</p>
3	<p>Step direction invert</p> <p>Инверсия сигнала направления шагового двигателя</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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.</p> <p>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.</p>
4	<p>Invert step enable pin</p> <p>Инверсия сигнала включения шаговых двигателей</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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.</p>
5	Invert limit	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>По умолчанию, высокий уровень сигнала на соответствующей ноже микроконтроллера соответствует</p>

<sup>1</sup>Расшифровку значений битовой маски см. ниже после таблицы с описанием конфигурационных параметров.

	pins 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 <sup>1</sup>	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	<p>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 движется к нему на полной скорости, данный параметр поможет определить насколько нужно притормозить, чтобы выполнить поворот без потери шагов.</p> <p>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.</p>
12	Arc tolerance Отклонение от дуги	Миллиметры	<p>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 .</p> <p>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.</p>
13	Report in inches Отчет в дюймах	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 вывод на дюймы. \$13=0 возвращает вывод в мм.
14	Invert control pins Инверсия сигналов управления	Битовая маска <sup>1</sup>	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

			<p>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.</p> <p>Расшифровка битовой маски:</p> <p>бит0 - RESET</p> <p>бит1 - HOLD</p> <p>бит2 - START</p> <p>бит3 - Safety Door</p> <p>Рекомендуемое значение \$14=15.</p>
15	<p>Invert coolant pins</p> <p>Инверсия сигналов управления охлаждением</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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.</p> <p>Расшифровка маски:</p> <p>бит0 - основное охлаждение (Flood)</p> <p>бит1 - дополнительное охлаждение (Mist)</p>
16	<p>Invert spindle singnals</p> <p>Инверсия сигналов управления шпинделем</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>Расшифровка битовой маски:</p> <p>бит0 - Spindle Enable</p> <p>бит1 - Spindle Direction</p> <p>бит2 - PWM (ШИМ)</p> <p>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</p>
17	<p>Pullup disable control pins</p> <p>Подтяжка сигналов управления к питанию отключена</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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</p> <p>Для расшифровки битовой маски см. параметр 14.</p>
18	<p>Pullup disable limit pins</p> <p>Подтяжка сигналов концевых датчиков к питанию</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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</p> <p>Для расшифровки битовой маски см. параметр 5.</p>

	отключена		
19	<p>Pullup disable probe pin</p> <p>Подтяжка сигнала Z-щупа к питанию отключена</p>	Логический	<p>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</p>
20	<p>Soft limits enable</p> <p>Включение программных лимитов</p>	Логический	<p>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 сбрасывается, поскольку останов происходит не в результате аварийного принудительного останова, как в случае с жесткими границами.</p> <p>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.</p> <p>Отправьте \$20=1 для включения, и \$20=0 для отключения программных лимитов.</p>
21	<p>Hard limits enable</p> <p>Включение жестких границ - поддержка концевых датчиков в аппаратной конфигурации и станка</p>	Логический	<p>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.</p> <p>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</p>

			<p>произошло нарушение жестких границ, контроллер перейдет в бесконечный цикл режима АВАРИЯ, выход из которого потребует выполнения процедуры поиска домашнего положения (Homing).</p> <p>Отправьте \$21=1 для включения, и \$20=0 для отключения жестких границ.</p>
22	<p>Homing cycle</p> <p>Поиск домашнего положения</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Также следует отметить, что при активированной процедуре поиска домашнего положения контроллер блокирует выполнение команд перемещения и G-кода до завершения процедуры.</p>
23	<p>Homing direction invert</p> <p>Инвертирование направления поиска домашнего положения</p>	Битовая маска <sup>1</sup>	<p>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.</p> <p>Если в вашей конфигурации концевые датчики находятся в другом направлении по отношению к положительному направлению движения по заданной оси, установите соответствующий бит в 1:</p> <p>бит0 - оси X, бит1 - ось Y, бит2 - ось Z.</p> <p>Например, для инвертирования направления поиска по осям Y и Z, отправьте \$23=6.</p>
24	<p>Homing locate feed rate</p> <p>Скорость подачи при точном определении домашнего положения</p>	мм/мин	<p>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.</p>
25	<p>Homing search seek rate</p>	мм/мин	<p>Данный параметр определяет начальную (повышенную) скорость, с которой контроллер пытается грубо найти концевые выключатели домашнего положения. Откорректируйте это значение, позволяющее переместиться</p>

	Скорость подачи при поиске домашнего положения		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 Отъездотначальной точки	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	Задаёт 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, $f_{30}=24000$ , 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	об/мин	Задаёт скорость вращения шпинделя, соответствующую минимальной скважности ШИМ-сигнала (0.004). Скважности 0.004 соответствуют очень короткие периодические

	Минимальная скорость вращения шпинделя		<p>импульсы (длительность зависит от частоты, определяемой параметром 33) на выходе DPWM, и постоянное напряжение 0.04В на аналоговом выходе APWM.</p> <p>Значение <math>\\$31=0</math> соответствует отключению шпинделя, и выходы ШИМ всегда равны 0В.</p> <p>Замечание: контроллер ревизии 2.1 формирует сигнал только на одном из выходов DPWM/APWM - в зависимости от значения параметра 32 (см. описание ниже)</p>
32	Mode of operation Режим работы	Целое	<p>0 — Режим фрезерного станка</p> <p>1 — Режим лазера</p> <p>2 — Режим токарного станка</p> <p>3 — Режим тангенциального ножа</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>В контроллерах ревизии 2.1 и выше реализована отдельная подача ШИМ на выходы APWM и DPWM.</p> <p>В режиме фрезера (<math>\\$32=0</math>) присутствует только аналоговый сигнал 0-10В на выходе APWM для регулировки оборотов шпинделя. На выходе DPWM сигнал при этом отсутствует (0 В).</p> <p>В режиме лазера (<math>\\$32=1</math>) присутствует только импульсный ШИМ на выводе DPWM для регулировки мощности лазера. На выходе APWM при этом сигнал отсутствует (0 В).</p> <p>Исходя из сказанного выше, шпиндель необходимо подключать только к выводу APWM, а лазер - к выводу DPWM.</p>
33	Spindle PWM frequency Частота ШИМ-сигнала управления скоростью	Гц	<p>Частота ШИМ-сигнала управления скоростью вращения шпинделя/мощностью лазера. Чем выше частота ШИМ, тем более гладкий (меньше шума) будет аналоговый сигнал на выходе APWM.</p>

	вращения шпинделя		
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 <sup>1</sup>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Расшифровка маски:</p> <p>бит0 - ось X, бит1 - ось Y, бит2 - ось Z.</p>
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	Логический	При \$41=1 разрешено выполнить процедуру парковки по оси, задаваемой параметром 42 . Предварительно требуется

	парковки		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 циклов поиска домашнего положения	Целое	Определяет, какое количество циклов требуется выполнить при выполнении процедуры поиска домашнего положения. Диапазон значений от 1 до 128.
44	Axis homing, first pass  Первая ось при поиске домашнего положения	Битовая маска <sup>1</sup>	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 <sup>1</sup>	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 <sup>1</sup>	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 Восстановить переопределенные настройки в значения по умолчанию	Логический	При выполнении кодов конца программы M2 или M30, большинство состояний G-кодов сбрасывается в значения по умолчанию. Данная опция включает восстановление 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 паузы	Битовая маска <sup>1</sup>	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 alarm init	Логический	При \$64=1 контроллер запускается в режиме аварии после холодного сброса.

	Принудительный старт в аварийном режиме		
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  Разрешение оси:  100 — X, 101 — Y, ..., 105 — C.	шаг/мм	<p>Системе нужно знать на какое расстояние каждый шаг двигателя в реальности перемещает инструмент. Для калибровки соотношения шаг/мм необходимо знать следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Перемещение в мм, соответствующее одному обороту двигателя. Это зависит от размера шестерней ременной передачи или шага винта.</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество полных шагов на один оборот двигателя (обычно 200).</li> <li>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.</li> </ol> <p>После этого значение шаг/мм может быть вычислено по формуле:</p> $\text{шагов\_на\_мм} = (\text{шагов\_на\_оборот} * \text{микрошагов}) / \text{мм\_на\_оборот}$ <p>Совет: используйте процедуру калибровки (функция <i>Станок→Калибровка</i> в графическом визуализаторе Inestra CNCVisualizer) для точного определения разрешения оси.</p>
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	мм/с <sup>2</sup>	Параметр задает величину ускорения (замедления) движения по оси X. Попросту говоря, меньшее значение делает станок более плавным в движении, в то время как

	<p>Ускорение по оси:</p> <p>120 — X, 121 — Y, ..., 125 — C.</p>		<p>большее приводит к более резким движениям и достижению требуемой скорости подачи гораздо быстрее.</p>
130-135	<p>Axis maximum travel</p> <p>Размер рабочего поля:</p> <p>130 — по X, 131 — по Y, ..., 135 — по C.</p>	мм	<p>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.</p>
160-165	<p>Backlash compensation</p> <p>Компенсация люфта:</p> <p>160 — по X, 161 — по Y, ..., 165 — по C.</p>	мм	<p>Этот параметр задает величину холостого перемещения при смене направления по каждой оси в целях компенсации имеющегося люфта.</p>
170-175	<p>Homing search seek rate</p> <p>Скорость быстрого поиска домашнего положения:</p> <p>170 — по X, 171 — по Y, ..., 175 — по C.</p>	мм/мин	<p>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.</p>
180-185	<p>Homing locate feed rate</p> <p>Скорость точного поиска домашнего положения:</p> <p>180 — по X, 181 — по Y, ..., 185 — по C.</p>	мм/мин	<p>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.</p>

190-195	<p>Homing pulloff</p> <p>Расстояние отката от датчика при поиске домашнего положения:</p> <p>190 — по X, 191 — по Y, ..., 195 — по C.</p>	мм	<p>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.</p> <p>Обычно значение 2-3 мм вполне достаточно.</p>
200-205	<p>Homing pulloff В</p> <p>Расстояние отката от датчика спаренной оси при автовыравнивании</p> <p>200 — по X, 201 — по Y, ..., 205 — по C.</p>	мм	<p>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.</p> <p>Обычно значение 2-3 мм вполне достаточно.</p>
210-215	<p>Homing position</p> <p>Машинная координата в домашнем положении:</p> <p>210 — по X, 211 — по Y, ..., 215 — по C.</p>	мм	<p>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.</p>
220-225	<p>Axis travel resolution precise part</p> <p>Точная часть настройки разрешения оси</p>	шаг/мм	<p>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 А 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:</p> <p>\$223=66667</p>
300	<p>IP mode</p> <p>Режим получения IP-адреса</p>	Целое	<p>Режим получения IP-адреса контроллером: 0 — статический, 1 — по протоколу DHCP. По умолчанию статический.</p>

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	<p>Параметр определяет режим смены инструмента. Возможны значения:</p> <p>0 — Нормальный режим (функция отключена) — перемещение на позицию и смена инструмента осуществляются вручную.</p> <p>1 — Ручная смена — инструмент автоматически перемещается в домашнее положение, а для зондирования (определение уровня инструмента) используются либо команды ручного перемещения (jogging), либо команда \$TPW</p> <p>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</p> <p>3 — Полуавтоматическая смена инструмента — инструмент автоматически перемещается в домашнее положение, затем на позицию G59.3 для смены, после чего выполняется автоматическое зондирование.</p> <p>4 — Игнорировать команды смены инструмента</p> <p>Все режимы кроме нормального возвращают инструмент в исходное положение после смены.</p>
342	Tool change probing distance Расстояние зондирования при смене инструмента	мм	Максимальное расстояние зондирования при полуавтоматической смене инструмента или по команде \$TPW.
343	Tool change locate feed rate Скорость подачи при точном определении смещения	мм/мин	Скорость подачи для точного определения смещения длины инструмента (скорость приближения к датчику пробы)

	длины инструмента		
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.
372	Invert out signals  Инверсия выходных сигналов	Битовая маска <sup>1</sup>	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.
374	Input signals override  Переопредел ение входных сигналов	Битовая маска <sup>1</sup>	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  Переопредел ение выходных сигналов	Битовая маска <sup>1</sup>	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 <sup>1</sup>	Определяет список поворотных осей на станке. Бит0 — ось X, бит1 — ось Y, ..., бит5 — ось C.
377	Tangential blade rotary	Битовая маска <sup>1</sup>	Определяет, какие оси используются в качестве осей поворота тангенциального ножа. Бит0 — ось X, бит1 — ось Y, ..., бит5 — ось C. Параметр имеет силу, только когда

	axis mask Список поворотных осей тангенциального ножа		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 <sup>1</sup>	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 Тип устройства 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	<p>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.</p> <p>Таким образом, при подключении контроллера к фрезерному станку необходимо настроить \$455=0, а при подключении к CO2-станку - \$455=1.</p> <p>0 — APWM и SPEN в режиме фрезера (\$32=0), DPWM в режиме лазера (\$32=1).</p> <p>1 — APWM и SPEN в режиме лазера, DPWM в режиме фрезера.</p>
456	Backup input channel  Резервный канал управления	Целое	<p>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.</p> <p>0 —USB 1 —UART 2 – Ethernet</p> <p>Через дополнительный канал возможно только чтение статусной информации и конфигурации.</p>
457	Tool length offset mode  Режим компенсации длины инструмента	Битовая маска	<p>0 – при включении контроллера активируется режим G49 (компенсация длины инструмента отключена). Для применения коррекции длины инструмента необходимо явно отправить в контроллер команду G43.</p> <p>1 – при включении контроллера автоматически активируется режим коррекции длины инструмента G43, и нет необходимости отправлять эту команду явно. После отправки команды Tx автоматически выполняется коррекция рабочего нуля Z в соответствии с длиной нового инструмента.</p>

### 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