



Inectra CNC Visualizer

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

Инструкция пользователя

Версия документа: 2.1

31 марта 2023

История изменений

Версия документа	Список изменений	Дата	Примечания
1.0	<ul style="list-style-type: none"> Первая версия 	Июль 2022г.	Версия визуализатора 2.2.94
1.1	<ul style="list-style-type: none"> Добавлена настройка каналов управления ЧПУ-контроллером Реализована функция восстановления управляющей программы G-кода после непредвиденного сбоя Добавлена настройка параметров функции зондирования (Z-щуп) Добавлена инструкция по установке и запуску визуализатора в Linux 	7 сентября 2022г.	Версия визуализатора 2.3.20. Требуется обновление прошивки контроллера до версии 2.3.40 или выше.
2.0	<ul style="list-style-type: none"> Добавлена поддержка 4-осевой визуализации Добавлены настройки, команды ручного перемещения и статусная информация по 4-ой оси В режиме лазера усовершенствована визуализация: оттенок линий меняется в зависимости от значения команды S (мощности лазера) В левую панель вынесены разделы настроек «Команды», «Карта высот», «Подменная ось вращения» Добавлена функция прерывания программы с запоминанием точки останова для быстрого восстановления в будущем Усовершенствована панель Состояние: добавлены команды поиска домашнего положения для отдельных осей, возврат в домашнее положение по каждой оси, возврат в рабочий ноль по каждой оси, обнуление рабочих координат по каждой оси. Усовершенствовано меню панели Карта высот 	21 октября 2022г.	Версия визуализатора 3.0.68 Требуется обновление прошивки контроллера до версии 2.3.40 или выше.
2.1	<ul style="list-style-type: none"> Добавлена панель выбора одной из 8-ми систем координат G54...G59.2 	31 марта 2023г.	Версия визуализатора 3.2.44

	<ul style="list-style-type: none"> • Реализована функция макровызовов (Сервис-Настройки-Макровызовы) • Настройки поиска домашнего положения реализованы для каждой оси • Реализована программная настройка функции автовыравнивания портала • Реализована настройка компенсации люфта для каждой оси • Добавлена настройка включения перемещения в безопасное положение при прерывании УП • Добавлена поддержка Bluetooth-модулей JDY-31 • Реализована функция переключения с перспективной на ортогональную проекцию • Реализована функция ручной установки произвольного значения рабочих координат 		<p>Требуется обновление прошивки контроллера до версии 3.2.16 (или выше)</p>
--	---	--	--

Содержание

1. Краткий обзор.....	4
2. Запуск визуализатора.....	5
2.1 Windows.....	5
2.2 Linux.....	5
3. Структура интерфейса программы.....	6
На рис. 1 изображен интерфейс программы Inectra CNC Visualizer.....	6
4. Подключение к контроллеру.....	7
5. Панель <i>Состояние</i>	8
6. Панели ручного управления станком.....	9
6.1 Панель <i>Управление</i>	9
6.2 Панель <i>Команды</i>	10
6.3 Панель <i>Шпиндель/Лазер</i>	11
6.4 Панель <i>Перемещение</i>	12
6.5 Панель <i>Коррекция</i>	12
6.6 Панель <i>Подменная ось вращения</i>	13
6.7 Панель <i>Карта высот</i>	14
6.7.1 Настройка построения карты высот.....	16
6.7.2 Использование существующей карты высот.....	17
6.8 Панель <i>Системы координат</i>	18
6.9 Панель <i>Макросы</i>	18
7. Запуск программы G-кода.....	20
7.1 Запуск программы G-кода с определенной строки.....	21
7.2 Восстановление программы G-кода после сбоя.....	21
7.3 Сохранение точки останова программы G-кода.....	22
7.4 Тестовый прогон программы G-кода.....	24
8. Настройка конфигурации станка.....	24
8.1 Параметры рабочего поля.....	24
8.2 Настройка шаговых двигателей.....	25
8.3 Поиск домашнего положения.....	25
8.4 ШИМ.....	27
8.5 Концевые датчики.....	27
8.6 Z-щуп.....	28
8.7 Сигналы управления.....	29
8.8 Парковка.....	29
8.9 Каналы управления.....	30
8.10 Создание резервной копии и восстановление конфигурации.....	31
9. Настройка одновременной работы фрезера и лазера.....	32
10. Настройка визуализации программ лазера.....	34
11. Настройка 4-осевой визуализации.....	36
12. Калибровка осей.....	37
12.1 Калибровка линейной оси (X, Y, Z).....	38
12.2 Калибровка поворотной оси.....	38
13. Поиск поверхности заготовки (зондирование).....	39
14. Макросы и макровыводы.....	40
14.1 Создание собственных макросов.....	40
14.2 Макровыводы.....	43
15. Консоль.....	44
16. Системные команды.....	44
17. Настройки приложения.....	45
18. Управление с клавиатуры.....	45
19. Информация о контроллере.....	46
20. Возможные проблемы и их устранение.....	46
21. Конфигурация контроллера.....	47

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 четырёх осей (X, Y, Z, A)
- 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 и лазера
- 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 макровывозов

Требования к аппаратным возможностям компьютера для запуска визуализатора:

- 2.2 ГГц CPU (или быстрее) с набором команд SSE2
- 8GB RAM
- 500MB свободного места на жестком диске
- USB 2.0 порт
- Видеокарта с поддержкой OpenGL 2.0
- Windows 7 и выше, Ubuntu 18.04 и выше, Fedora 28 и выше
- Установленный драйвер STM32 Virtual COM Port¹

¹ Драйвер для Windows можно скачать по [ссылке](#)

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 20 за поиском решения.

3. Структура интерфейса программы

На рис. 1 изображен интерфейс программы Inectra CNC Visualizer.

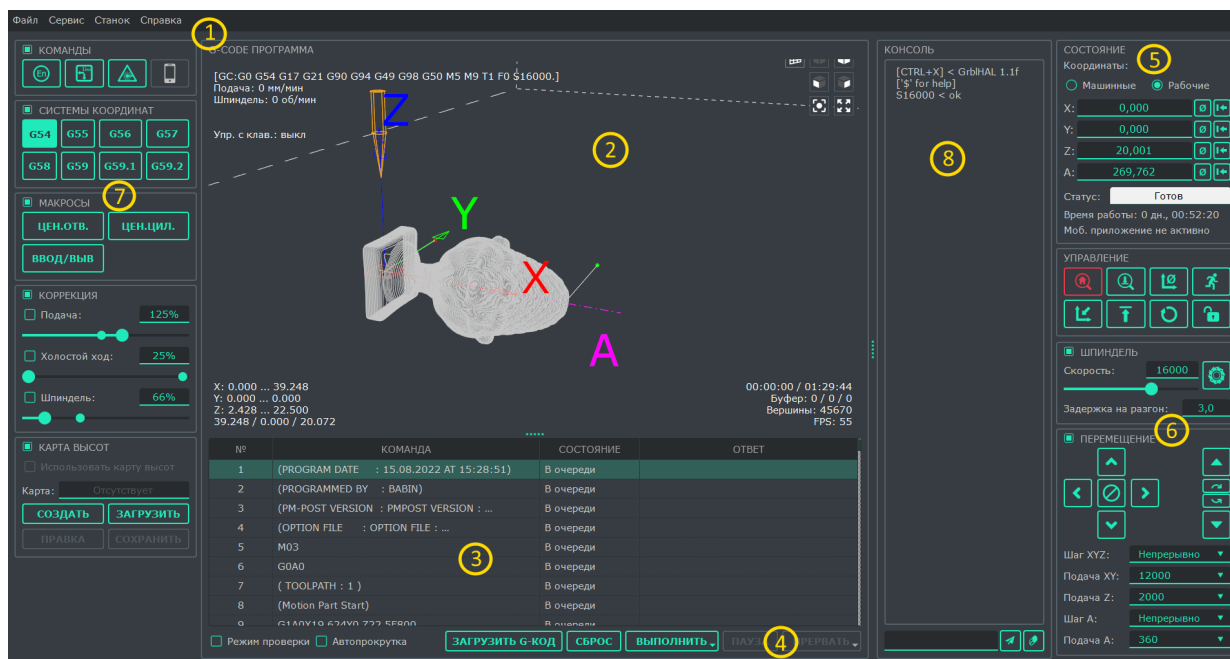


Рисунок 1: Интерфейс программы Inectra CNC Visualizer

Основные элементы интерфейса:

- 1 — Элементы меню для настройки приложения, станка, выбора программы и т.д.
- 2 — Поле визуального отображения загруженной программы G-кода (через меню *Сервис* → *Настройки* → *Цвета* можно настроить цветовую схему визуализации).
- 3 — Текстовое содержимое загруженной программы G-кода.
- 4 — Кнопки управления запуском/остановкой программы G-кода.
- 5 — Текущая статусная информация о станке (машинные и рабочие координаты, время работы, состояние).
- 6 — Основные панели ручного управления станком.
- 7 — Дополнительные панели управления станком: пользовательские команды, карта высот, коррекция скоростей, системы координат, макросы. Отображение левой панели визуализатора регулируется галочкой *Сервис* → *Левая панель*.
- 8 — Окно консоли, в которое выводятся отправляемые в контроллер команды и получаемые от него ответы. Отображение окна регулируется галочкой *Сервис* → *Консоль*.

4. Подключение к контроллеру

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 драйвера¹. Определите номер COM-порта, соответствующего Вашему контроллеру (откройте диспетчер устройств и выберите пункт «Порты (COM и LPT)», найдите порт с названием *USB Serial Device*).
- 4) Запустите программу Inectra CNC Visualizer. Откройте пункт меню *Сервис* → *Настройки*, выберите раздел *Соединение*. Из списка *Порт* выберите порт, найденный в пункте 3, *Скорость* оставьте по умолчанию 115200. Нажмите *ОК*.
- 5) При успешном подключении к контроллеру, визуализатор покажет его текущий статус (в правом верхнем углу панель *Состояние*) — см. рис. 2 — в нормальном режиме контроллер будет находиться в состоянии «*Готов*». Если статус имеет значение «*Нет соединения*» — выбранный порт не доступен и не работает. Если статус имеет значение «*Порт открыт*» — выбран неверный COM-порт (с него не удается считать статусную информацию).

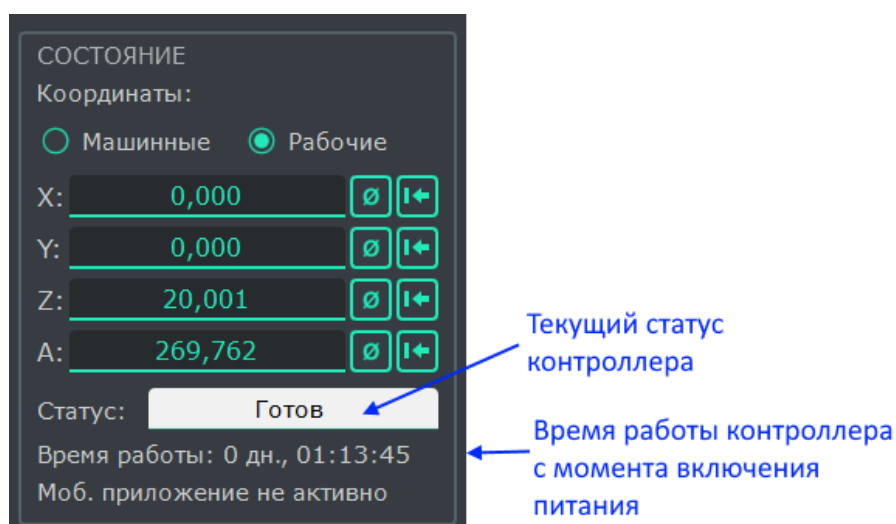


Рисунок 2: Статус контроллера

Важно. Если необходимо подключить визуализатор к ЧПУ-контроллеру по Bluetooth-интерфейсу, переключите основной канал управления на UART, а в качестве типа устройства UART выберите Bluetooth-модуль HC-06 или JDY-31 (в зависимости от того, какая у Вас модель). Подробнее в разделе 8.9.

5. Панель *Состояние*

Панель состояния станка находится в правом верхнем углу визуализатора (см. рис. 3).

¹ Контроллер должен определиться как виртуальный COM-порт. Обычно Windows автоматически устанавливает соответствующий драйвер. Если по какой-либо причине драйвер не устанавливается, скачайте его по [ссылке](#) и установите вручную.

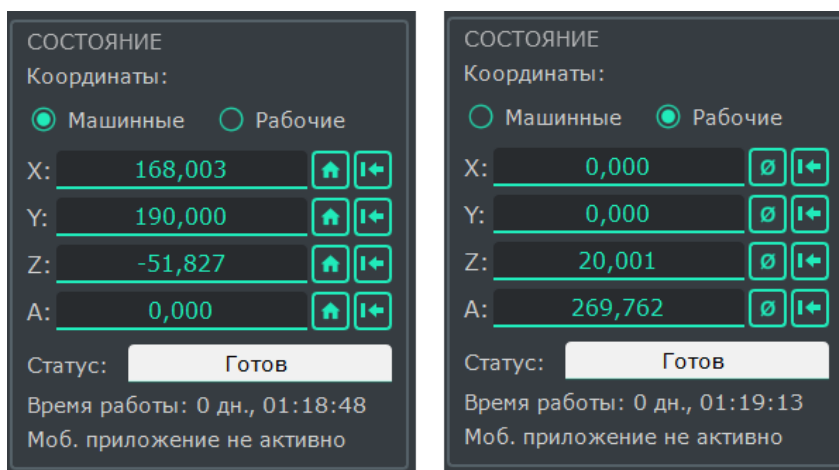



Рисунок 3: Панель состояния станка


На панель выводится следующая информация.


Машинные координаты — текущее значение машинных координат станка по осям X, Y, Z, A. 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. 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.

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.

Время работы — время работы станка с момента включения питания контроллера (uptime).

Статус подключения мобильного приложения — если **Моб. приложение активно**, управление из визуализатора блокируется — контроллер принимает команды только от мобильного приложения.

Важно. Для отображения координат оси А (если Вы подключили 4-осевой контроллер) необходимо через меню *Сервис* → *Настройки* → *Информация о станке* назначить параметру *Количество осей* значение 4. Подробности в разделе 11.

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. 4

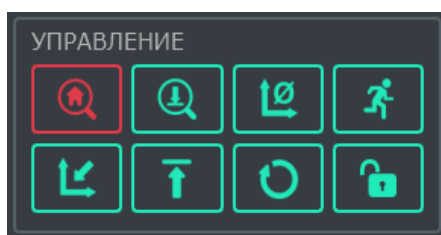



Рисунок 4: Панель Управление

Назначение кнопок:



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



- кнопка Z-щуп запуска процедуры зондирования (определение уровня поверхности заготовки по оси Z). Порядок и настройка процедуры описаны в разделе 13.



- кнопка обнуления рабочих координат XY.



- кнопка перемещения в заданную точку рабочих или машинных координат.



- кнопка перемещения в рабочий ноль по осям XY.



- кнопка перемещения в безопасное положение (машинный ноль координаты Z).



- кнопка программной перезагрузки контроллера.



- кнопка разблокировки контроллера в режиме аварии.

6.2 Панель Команды

Панель *Команды* визуализатора показана на рис. 5. Чтобы панель стала доступной установите галочку *Команды* в разделе *Панели* меню *Сервис* → *Настройки*.

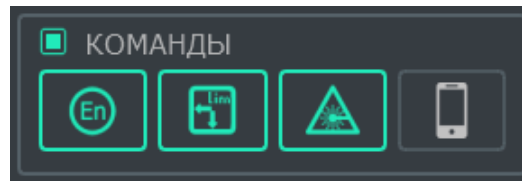


Рисунок 5: Панель Команды

Назначение кнопок:



- кнопка отключения двигателей после остановки. При **отжатой** кнопке двигатели всегда остаются **включенными**. 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.



- переключение между режимами работы Фрезер и Лазер. Станок может работать в двух режимах: фрезер и лазер. Контроллеры Inetra позволяют оборудовать станок одновременно шпинделем и лазером, при этом в режиме фрезера лазер всегда выключен, а в режиме лазера всегда выключен шпиндель. Эта аппаратная особенность позволяет безопасно переключаться с одного режима на другой. В разделе 9 приведено подробное описание работы функции.



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

6.3 Панель Шпиндель/Лазер

В режиме фрезера активна панель *Шпиндель* (рис. 6), в режиме лазера — *Лазер* (рис. 7). Чтобы панель стала доступной установите галочку *Шпиндель* в разделе *Панели* меню *Сервис* → *Настройки*.

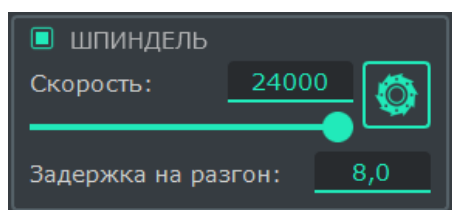


Рисунок 6: Панель Шпиндель

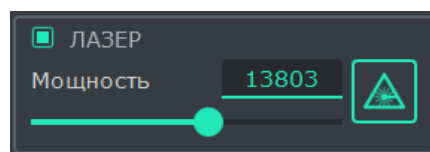


Рисунок 7: Панель Лазер

На панели *Шпиндель* доступны следующие настройки:

Скорость — частота вращения шпинделя в об/мин — регулируется ползунком. Диапазон регулировки задается через меню *Сервис*→*Настройки*, раздел *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* (GRBL-параметр \$30).



- кнопка ручного включения/выключения шпинделя.

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.

На панели *Лазер* доступны настройки:

Мощность — текущее значение мощности лазера в условных единицах мощности — регулируется ползунком. Диапазон мощности лазера задается через меню *Сервис*→*Настройки*, раздел *Информация о станке*. Максимальной мощности будет соответствовать ШИМ-сигнал со скважностью 1, минимальной — ШИМ-сигнал со скважностью 0.



- 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 10.

6.4 Панель Перемещение

На рис. 8 показаны 2 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 надписи осей, задайте этому параметру значение *Надписи*.



Рисунок 8: Панель Перемещение

На панели расположены собственно кнопки ручного перемещения по всем осям, а также настройки шага (отдельно для осей XYZ и оси A), и скорости подач отдельно для осей XY, Z и A.

Важно. Для отображения кнопок перемещения, шага и подачи оси A (если Вы подключили 4-осевой контроллер) необходимо через меню *Сервис* → *Настройки* → *Информация о станке* назначить параметру *Количество осей* значение 4. Подробности в разделе 11.



- кнопка принудительной остановки (отмены) перемещения.

6.5 Панель *Коррекция*

Панель *Коррекция* показана на рис. 9. Чтобы панель стала доступной установите галочку *Коррекция* в разделе *Панели* меню *Сервис* → *Настройки*.

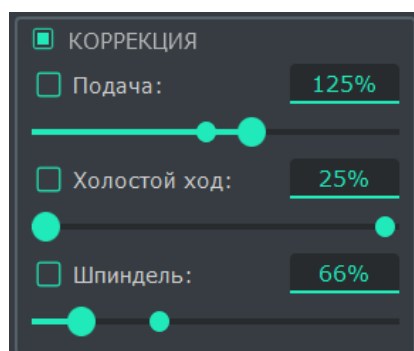


Рисунок 9: Панель *Коррекция*

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.

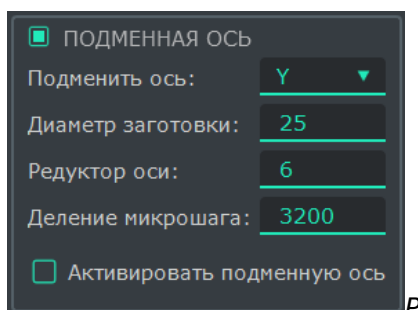
Функция полезна в нескольких случаях:

- 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. 10. 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.



исунок 10: 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

$$\frac{360}{1.8} * 16 = 3200 \quad \text{— в данное поле необходимо ввести число 3200).}$$

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

6.7 Панель *Карта высот*

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

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

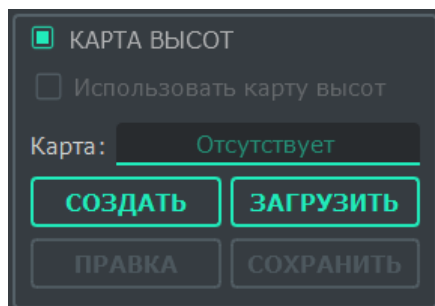



Рисунок 11: Панель *Карта высот*

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. 12. Для открытия уже созданного ранее файла карты используйте инструкцию в пункте 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 из пункта 6.1 (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 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. 11 сначала нажмите кнопку *Заккрыть* 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. 11.

6.7.1 Настройка построения карты высот

Границы:		Сетка зондирования:		Сетка интерполяции:	
X:	100.000	X:	4	X:	20
Ш:	240.000	Zv:	10.000	Y:	20
Y:	140.000	Y:	4	Zn:	-10.000
В:	250.000	Тип:	Бикубический		

Показать границы **АВТО** Показать сетку Отобразить

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

Рисунок 12: Панель настройки процедуры построения карты высот

Границы

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

$Ш, В$ — соответственно ширина (по оси X) и высота (по оси Y) области, по которой будет строиться карта высот.

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. 13 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 $XУ$.

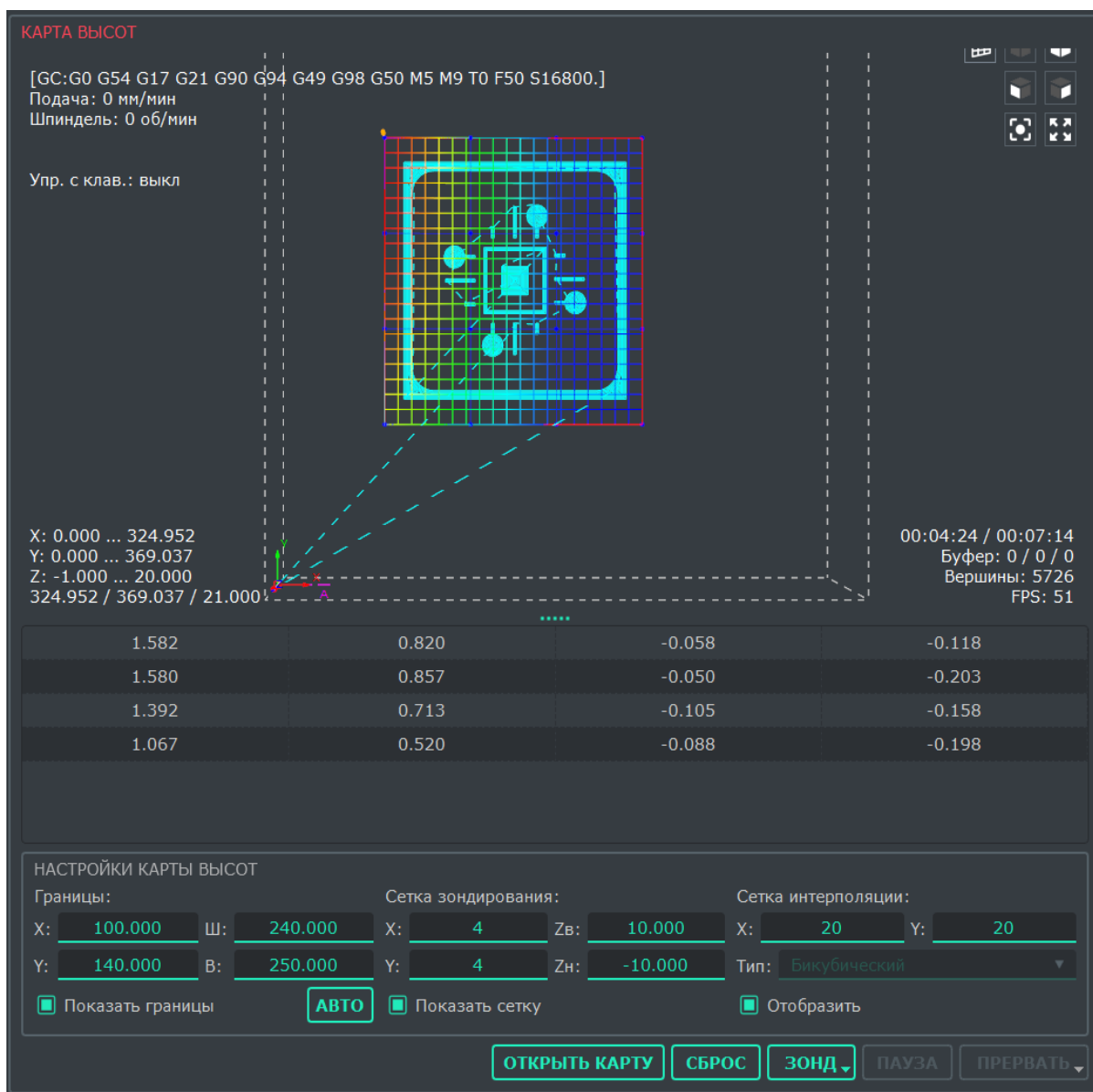


Рисунок 13: Пример построения карты высот

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. 11 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. 14. Чтобы панель стала доступной, установите галочку Системы координат в разделе Панели меню Сервис → Настройки.

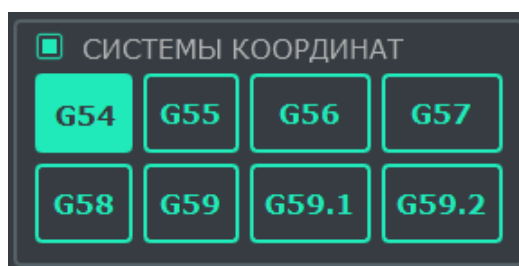


Рисунок 14: Панель Системы координат

Функция позволяет настроить до 8ми 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. 15. Чтобы панель стала доступной, установите галочку Макросы в разделе Панели меню Сервис → Настройки.

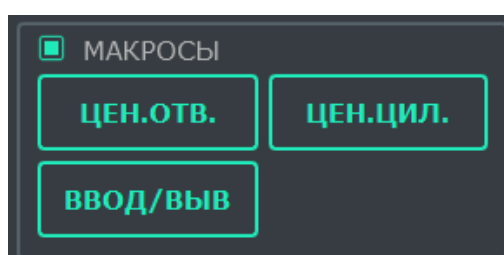


Рисунок 15: Панель Макросы

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 16).

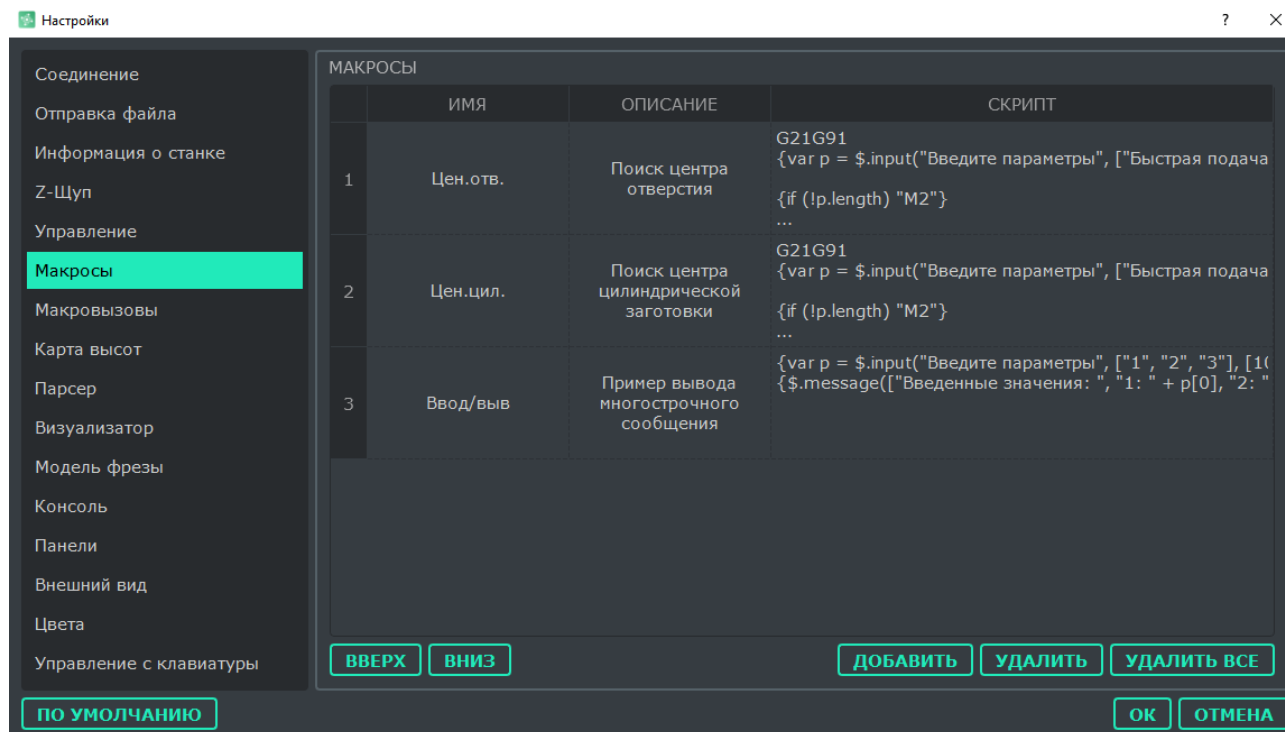


Рисунок 16: Меню редактирования макросов

В столбце *ИМЯ* указывается имя макроса, которое будет отображаться на соответствующей кнопке его запуска в панели Макросы.

В столбце *ОПИСАНИЕ* нужно указать детальное пояснение той функции, которую выполняет макрос.

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 14.

Для добавления нового макроса, нажмите кнопку *ДОБАВИТЬ*.

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

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, откройте 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. 17).

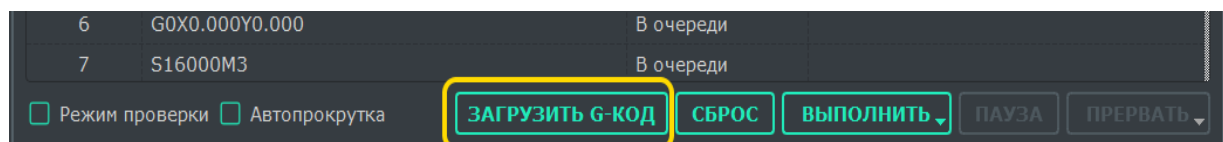


Рисунок 17: Кнопки управления программой G-кода

Если файл корректный, программа анализирует его и рисует визуализацию проекта в окне 2 (см. рис. 1). 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 20 для устранения неисправностей.

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

Выполнить — нажмите для запуска программы G-кода на исполнение. При долгом нажатии на эту кнопку откроется кнопка **Выполнить с текущей строки** (см. раздел 7.1) — по её нажатии запуск программы будет осуществлен с выделенной в окне 3 (см. рис. 1) строки. Запуск с текущей строки можно также осуществить, нажав правой кнопкой мыши по нужной строке G-кода и выбрав соответствующий пункт в выплывающем меню.

Пауза — нажмите, чтобы поставить выполняемую программу на паузу.

Возобновить — нажмите, чтобы снять программу с паузы и продолжить с момента остановки.

Прервать — нажмите, чтобы остановить выполняемую программу без возможности возобновления с момента прерывания. Чтобы иметь возможность восстановить программу с точки останова, удерживайте нажатой эту кнопку в течение 2 секунд, после чего активируется функция **Прервать и запомнить** — подробности в разделе 7.3. **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.

Сброс — сбрасывает в ноль счетчик отправленных на исполнение строк и таймер затраченного времени.

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*, раздел *Отправка файла*, установлена галочка *Автоматически настраивать парсер перед отправкой с выбранной строки*.
- 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) Нажмите кнопку *Выполнить*, и, не отпуская, удерживайте её в течение двух секунд: появится всплывающая кнопка *Выполнить с текущей строки* — нажмите её.
- 5) Визуализатор предложит отправить дополнительные команды перед стартом программы, чтобы переместить инструмент в нужную точку заготовки (соответствующую позиции выбранной строки) и включить шпиндель. Нажмите *ОК* для подтверждения и запуска программы.

Важно. Начиная с версии визуализатора 3.2 переход на позицию текущей строки осуществляется на безопасной высоте (настраивается через меню *Сервис* → *Настройки* → *Управление* → *Команды безопасного положения*). По умолчанию это машинный ноль оси Z.

7.2 Восстановление программы G-кода после сбоя¹

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);
- 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. 18.

¹ Функция доступна в версиях визуализатора 2.3.20 и выше.

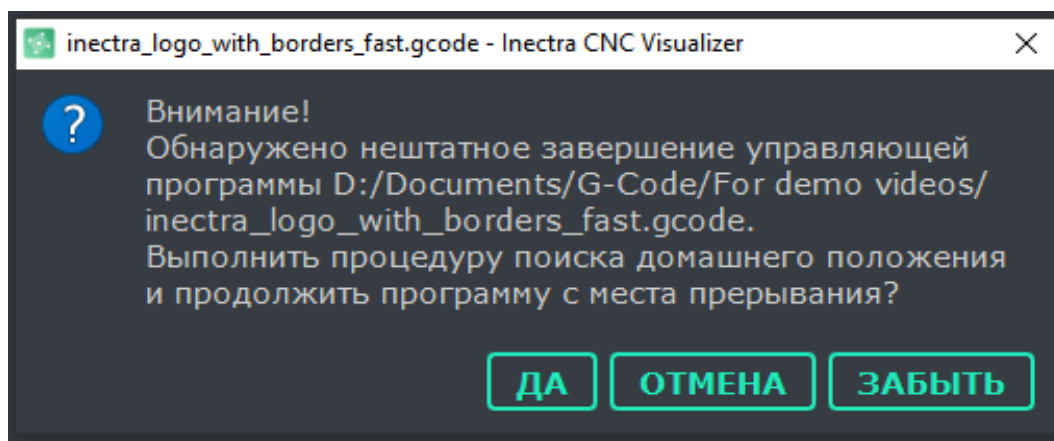


Рисунок 18: Обнаружение прерванной G-код программы

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 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. 18, 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 или лазер, в зависимости от того, в каком режиме выполнялась прерванная программа;
- 5) запуск управляющей программы с последней успешной выполненной команды.

7.3 Сохранение точки останова программы G-кода¹

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 и удерживайте кнопку *Прервать* в течение двух секунд: появится всплывающая кнопка *Прервать и запомнить* (см. рис. 19) — нажмите её.

¹ Функция доступна в версиях визуализатора 3.0.65 и выше.

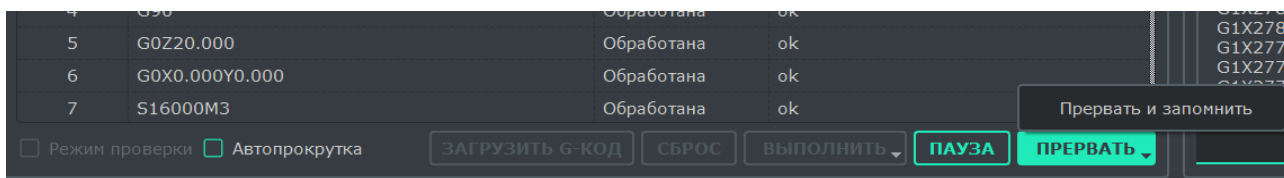


Рисунок 19: Кнопка Прервать и запомнить

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 останова управляющей программы и предложит её восстановить — рис. 20.

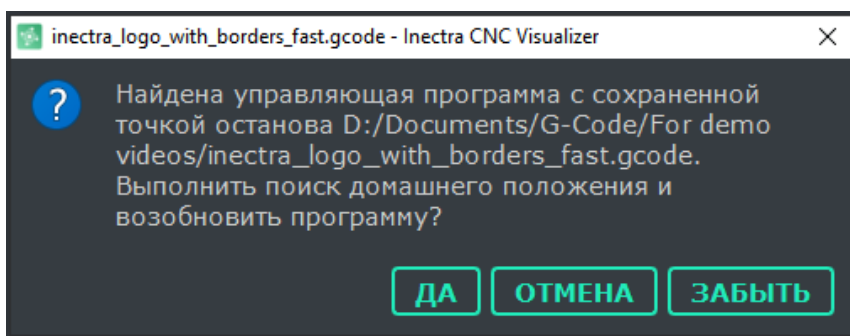


Рисунок 20: Восстановление сохраненной программы G-кода

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 *Забудь* — 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. 20, 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.

7.4 Тестовый прогон программы G-кода

Перед запуском новой программы G-кода на станке целесообразно предварительно проверить её на корректность, особенно если программа многочасовая. Для этого поставьте галочку *Проверка* (на рис. 17 слева) и нажмите кнопку *Выполнить*. 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.

8. Настройка конфигурации станка

Чтобы открыть настройки конфигурации станка, выберите пункт меню *Станок* → *Конфигурация* (рис. 21).

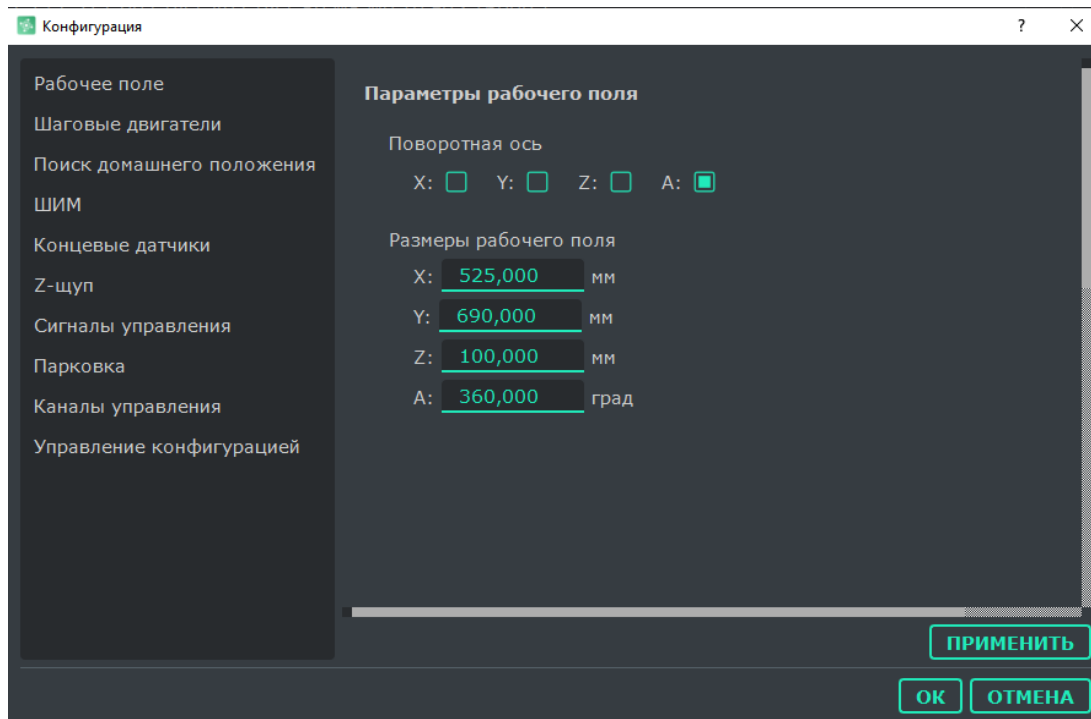


Рисунок 21: Меню настроек конфигурации станка

Все настройки разбиты по группам в зависимости от функционального назначения. Для сохранения и применения настроек нажмите кнопку *Применить* (окно останется открытым) или *ОК* (окно конфигурации закроется).

Ниже приведено описание всех групп настроек.

8.1 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 — линейные, ось A — поворотная.

8.2 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 осей X, Y, Z) или 1 градус (для оси A) перемещения. Для более точной регулировки рекомендуется воспользоваться функцией калибровки осей (см. пункт 12).

Максимальная скорость (GO) — 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 установить галочку напротив оси X.

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.

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

$$\frac{1}{12 \cdot 10^{-6}} = 83.3 \text{ кГц} .$$

8.3 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 \$N<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 перед началом работы.

Устанавливать начало координат в 0 — при включенной опции после завершения процедуры машинные координаты устанавливаются в ноль.

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

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

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

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

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.

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.

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

8.4 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.

8.5 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 контроллеру разрешено обрабатывать сигналы концевых датчиков. При достижении концевого датчика контроллер уходит в аварию, 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.**

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

Игнорировать концевик поворотной оси во время работы¹ — при включенной опции сигнал концевого датчика поворотной будет обрабатываться только при выполнении процедуры поиска домашнего положения.

Автовывравнивание оси² — функция автовывравнивания 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 поперечины 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 автовывравнивание.

8.6 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).

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

¹ Опция доступна только на 4-осевых контроллерах

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

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

8.7 Сигналы управления

Контроллеры Инектра имеют несколько входов для подключения управляющих кнопок:

Сброс (RST) — сигнал программной перезагрузки контроллера;

Пауза (HOLD) — сигнал постановки выполняемой программы G-кода на паузу;

Старт (START, cycle start) — сигнал возобновления выполняемой программы G-кода.

Дверь (DOOR) — сигнал открытия защитной двери.

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

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

Важно. При проектировании станка учитывайте, что контроллеры Инектра разработаны таким образом, что входы управляющих сигналов реагируют только на замыкание/размыкание на общий провод (землю), то есть подключить можно только кнопки NPN типа.

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

8.8 Парковка¹

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.

¹ Настройка доступна в версиях визуализатора 3.1.68 и выше.

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.

8.9 Каналы управления¹

Начиная с версии прошивки 2.3.40 в контроллерах Инектра реализована полноценная поддержка управления через различные коммуникационные интерфейсы: USB, Bluetooth, UART. 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 UART — визуализатор подключается 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 XS2):

- *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.

¹ Настройка доступна в версиях визуализатора 2.3.20 и выше.

- *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.

Важно. Настройка основного канала управления реализована для того, чтобы иметь возможность подключаться визуализатором к ЧПУ-контроллеру через различные интерфейсы: если до этого визуализатор работал только через USB, то сейчас из визуализатора можно полноценно управлять контроллером через Bluetooth — это очень удобно, если для управления станком Вы используете ноутбук, который обычно уже оборудован Bluetooth-модулем. В этом случае Вам не нужно тянуть провода к контроллеру, а достаточно лишь подключить к нему Bluetooth-модуль HC-06 или JDY-31, выполнить сопряжение, подключиться к контроллеру визуализатором по соответствующему COM-порту (Bluetooth-подключение создается в виде отдельного COM-порта в системе) и переключить основной канал управления на UART.

Внимание. После изменения основного канала управления рекомендуется перезапустить визуализатор.

8.10 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*.

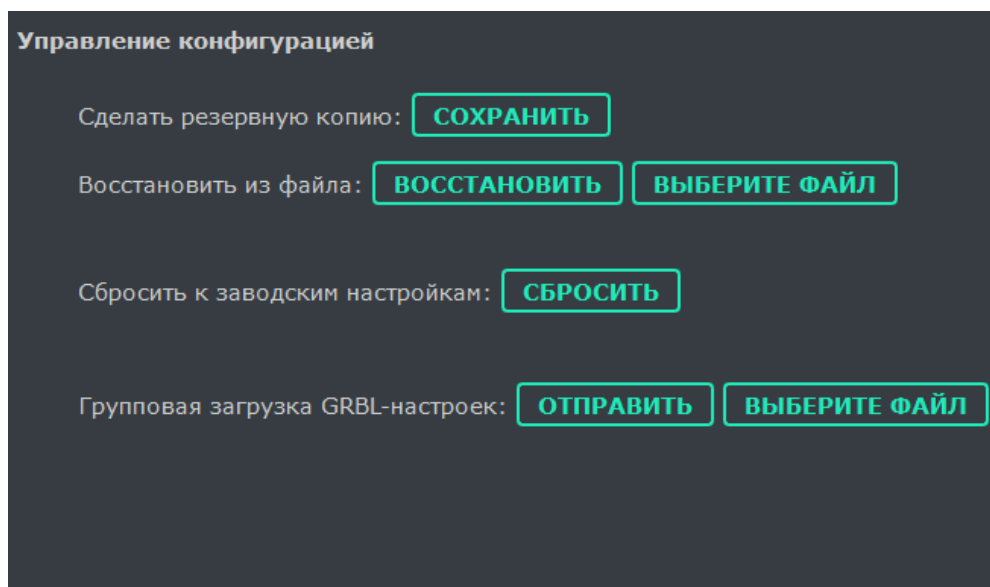


Рисунок 22: Управление конфигурацией

Доступны следующие функции работы с конфигурацией контроллера:

- **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 GRBL-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 GRBL-параметра, например:

\$21=0

\$23=3

\$24=50


\$25=2000

9. Настройка одновременной работы фрезера и лазера

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).
- Откройте меню *Сервис* → *Настройки* и в разделе *Информация о станке* введите измеренные значения в поля *Смещение лазера, мм*. 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 по кнопке  (панель *Команды*) 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. 23 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. 24.

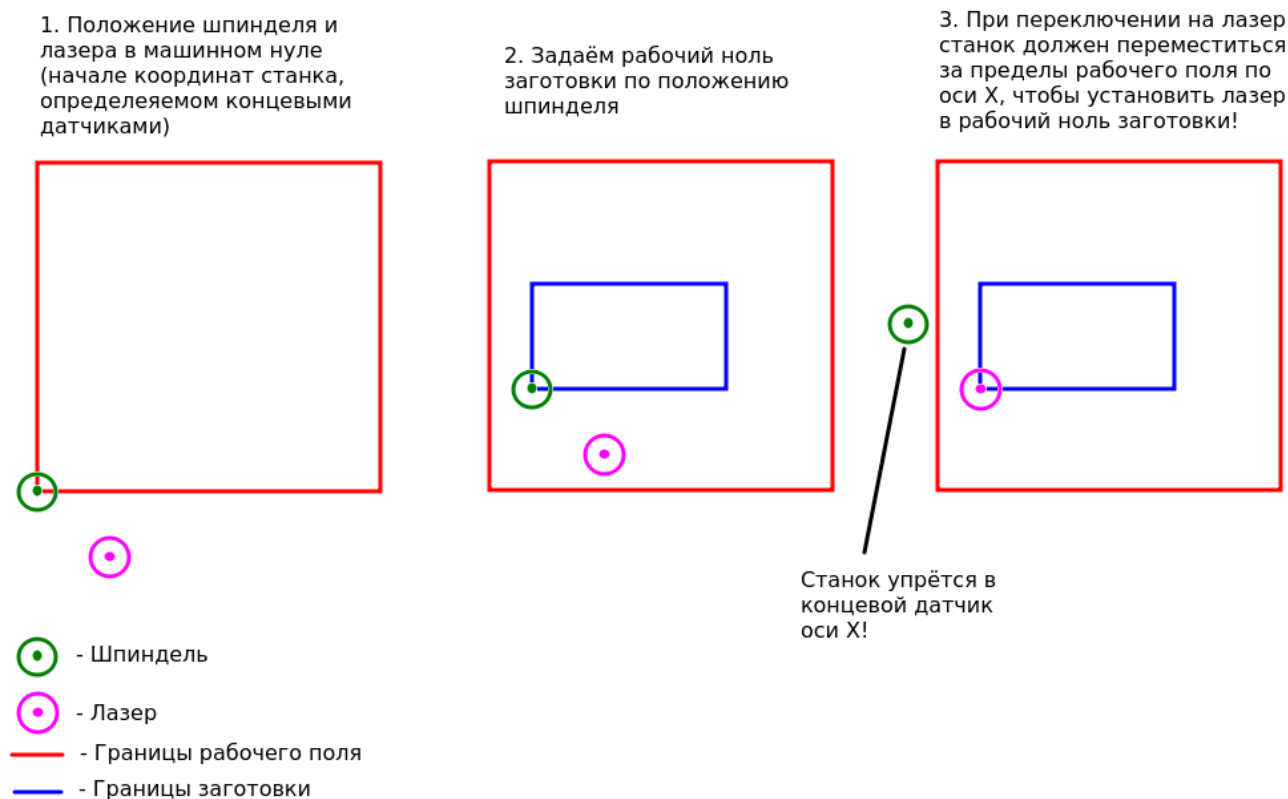


Рисунок 23: Пример неправильного расположения заготовки

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.

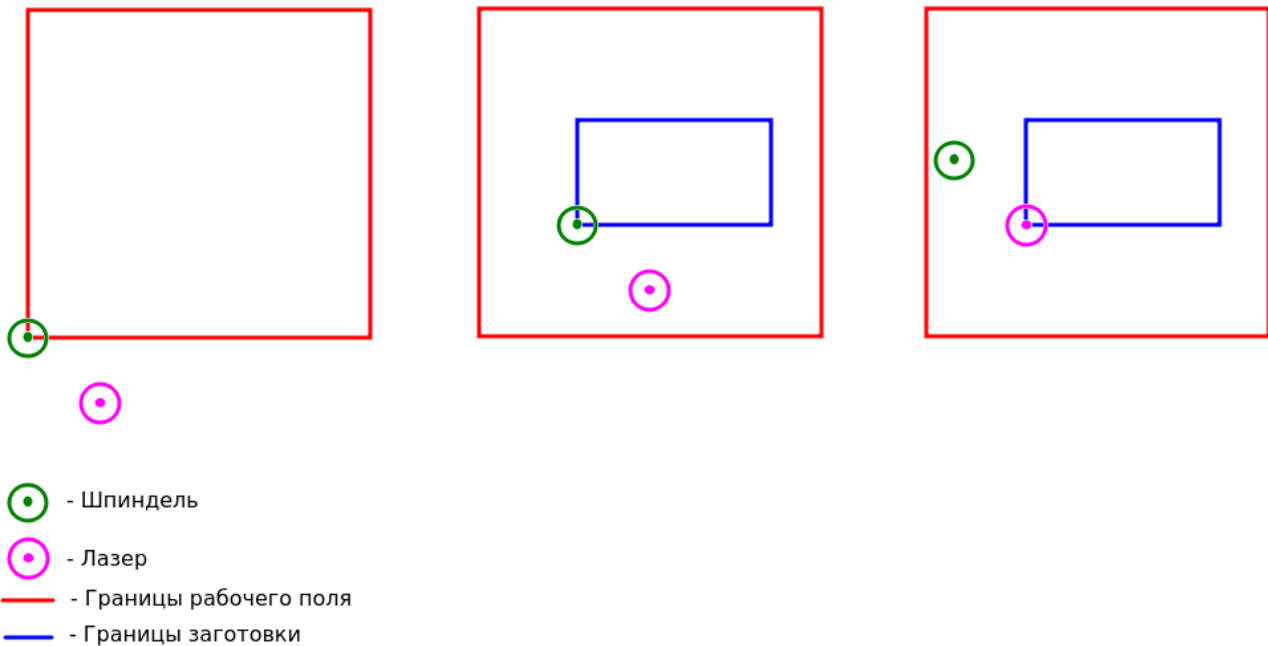


Рисунок 24: Правильное расположение заготовки

10. 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. 25.

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

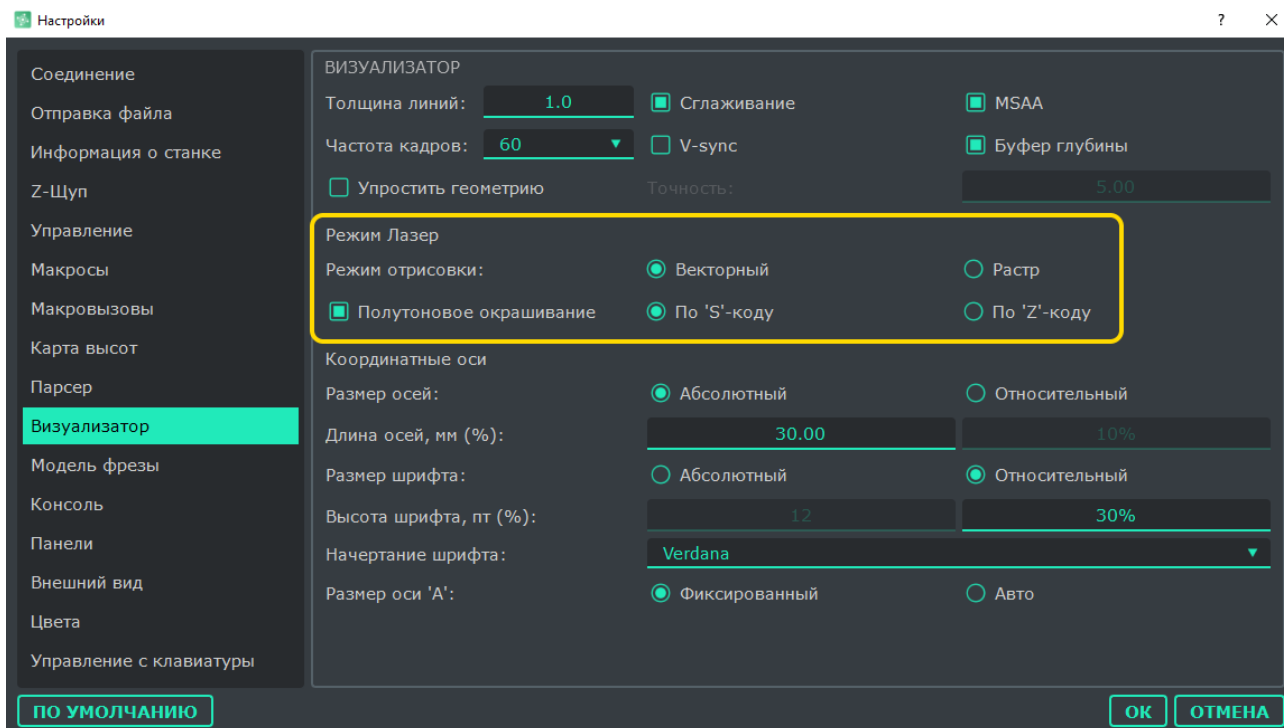


Рисунок 25: Настройка визуализации G-код программы для светодиодного лазера

На рис. 26 представлен пример визуализации G-код программы с полутоновым окрашиванием по S-коду.

[GC:G0 G54 G92 G17 G21 G90 G94 G49 G98 G50 M5 M9 T1 F0 S13803.]

Подача: 0 мм/мин
Шпиндель: 0 об/мин

Упр. с клав.: выкл

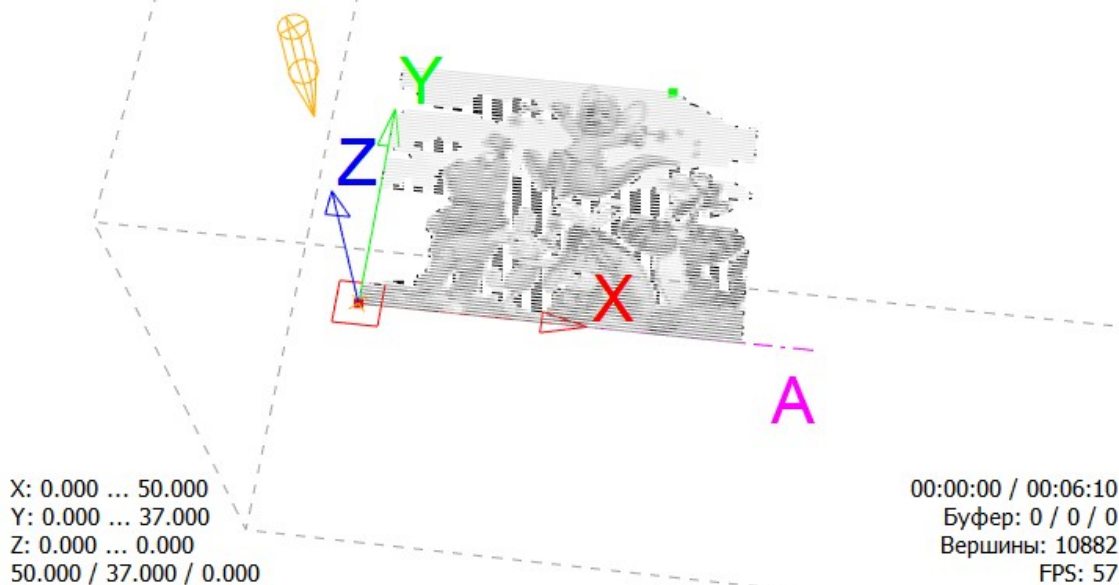


Рисунок 26: Пример визуализации программы с окрашиванием по S-коду

11. 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 откроются дополнительные настройки поворотной оси:

Тип оси «А» — задаёт, вдоль какой оси (X, Y или Z) ориентирована ось A. 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. 27).

На рис. 27 представлен пример визуализации координатных осей, когда ось A ориентирована вдоль оси X.

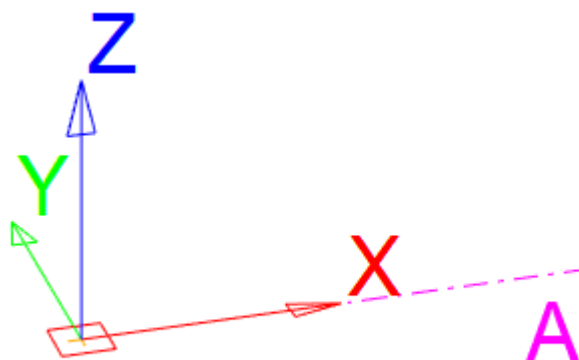


Рисунок 27: Ось A вдоль оси X

12. 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. 28 представлены примеры меню для линейной и поворотной осей.

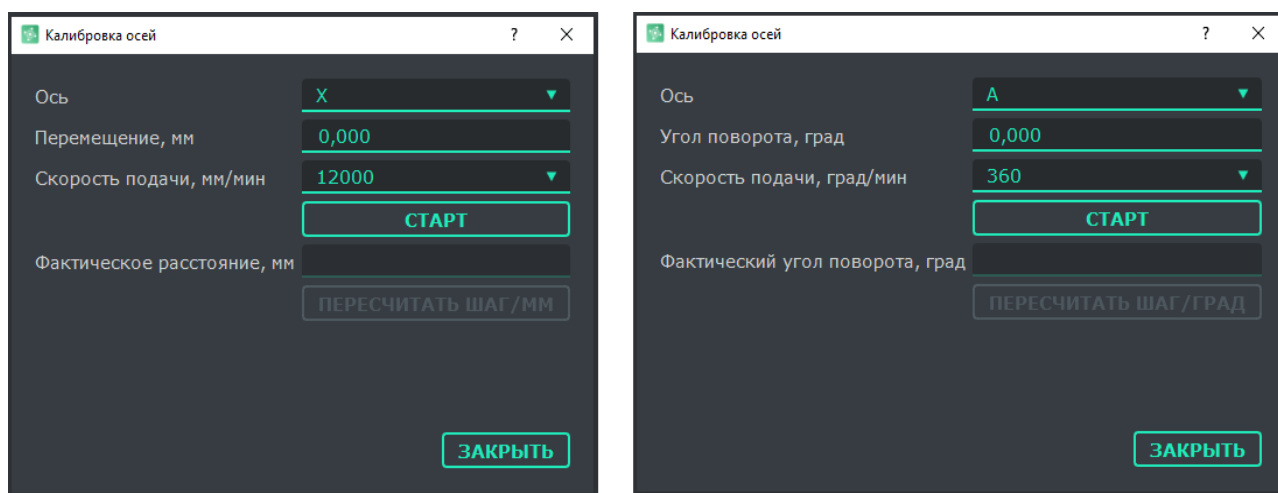


Рисунок 28: Меню Калибровка осей

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.

12.1 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.

12.2 Калибровка поворотной оси

Для калибровки поворотной оси используйте следующую последовательность действий:

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

(при этом если ось совершила дополнительные обороты или наоборот не докрутила какое-то число оборотов, их нужно соответственно добавить или вычесть) и введите его в соответствующее поле.

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


По завершении цикла калибровки сделайте проверку на достаточно большом угле поворота: поставьте метки начальной точки и запустите вращение хотя бы на 10 оборотов (3600 град). Если после остановки между метками появится расхождение, повторите цикл калибровки на большом угле поворота, следуя пунктам 1-7.

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

13. Поиск поверхности заготовки (зондирование)

Перед запуском G-код программы для обработки заготовки необходимо определить координату Z её поверхности. Для этого визуализатор имеет специальную функцию зондирования, которая позволяет автоматически найти поверхность заготовки и установить рабочий ноль координаты Z на этом уровне.

Процедура зондирования выполняется с помощью металлической шайбы, высота которой достоверно известна (по умолчанию 19.4 мм). Порядок выполнения процедуры следующий.

1. Выполните настройку параметров зондирования через меню *Сервис* → *Настройки* → *Z-щуп*.
2. Установите шайбу на поверхность заготовки (шайба должна быть подключена к общему проводу *GND1* контроллера).
3. Подсоедините фрезу станка к выводу *Probe* 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 заготовки (к координате поверхности шайбы добавляется её высота).

14. Макросы и макровыводы

14.1 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*. (см. раздел 6.9)

Макрос в визуализаторе Inectra CNC представляет собой последовательность G-код команд со вставками кода на языке JavaScript. Вставки JavaScript-кода, которые включают в себя переменные, массивы, условные конструкции, циклы, обязательно должны быть заключены в фигурные скобки `{}`. Вставки G-код команд делаются простым текстом без какого-либо форматирования.

Важно. Вставка JavaScript-кода в текущей версии визуализатора должна состоять из одной строки!

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

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
`$.mc.x` – текущее значение машинной координаты X
`$.mc.y` – текущее значение машинной координаты Y
`$.mc.z` – текущее значение машинной координаты Z
`$.mc.a` – текущее значение машинной координаты A
`$.prb.x` – текущее значение координаты (машинной) зонда по оси X
`$.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
`$.tc` – текущий номер инструмента
`$.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.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.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.axisAccelerationX` – ускорение по оси X
`$.params.axisAccelerationY` – ускорение по оси Y
`$.params.axisAccelerationZ` – ускорение по оси Z
`$.params.axisAccelerationA` – ускорение по оси A

Возможные значения статус контроллера (переменная `$.status`)

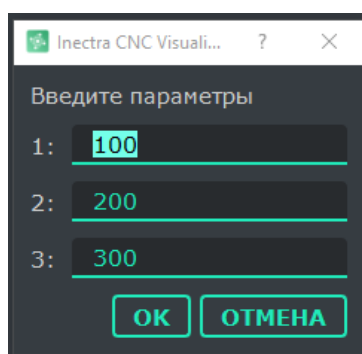
- 1 – Готов
- 2 – Авария
- 3 – Работа
- 4 – Домой
- 5 – Пауза
- 7 – Проверка
- 9 – Дверь
- 10 – Перемещение

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])}
```

Текст выше создаёт окно с заголовком «Введите параметры», в котором предлагается ввести значения трёх переменных. Эти значения заносятся в массив `p`:



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

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

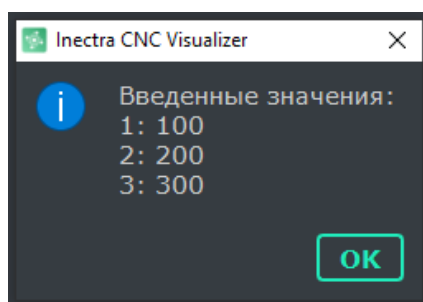
Здесь введенное значение параметра «I» извлекается из нулевой ячейки массива и преобразуется в число с плавающей точкой, а далее записывается в переменную *fast_f*.

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 окошко:



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}
```

Запуск G-код команды из вставки JavaScript-кода

G-код команда внутри вставки JavaScript-кода должна быть заключена в двойные кавычки, иначе строка будет интерпретироваться как некая переменная. Сама вставка кода, как отмечалось ранее, должна быть заключена в фигурные скобки. Пример:

```
{if ($.mc.y != $.prb.y) "G0G90G53Y" + $.prb.y}
```

Здесь при выполнении условия неравенства текущей машинной координаты Y и координаты зонда по оси Y, запускается G-код команда *G0G90G53Y*, в которой для оси Y подставляется значение координаты Y зонда.

За другими примерами написания скриптов обращайтесь к списку встроенных макросов через меню Сервис → Настройки → Макросы, а также к руководству JavaScript по этой [ссылке](#).

14.2 Макровывозы

Макровывозом называется команда, при встрече которой в управляющей программе G-кода запускается назначенная ей последовательность макросов.

Настройка макровывозов осуществляется через пункт меню Сервис → Настройки → Макровывозы (см. рис. 29).

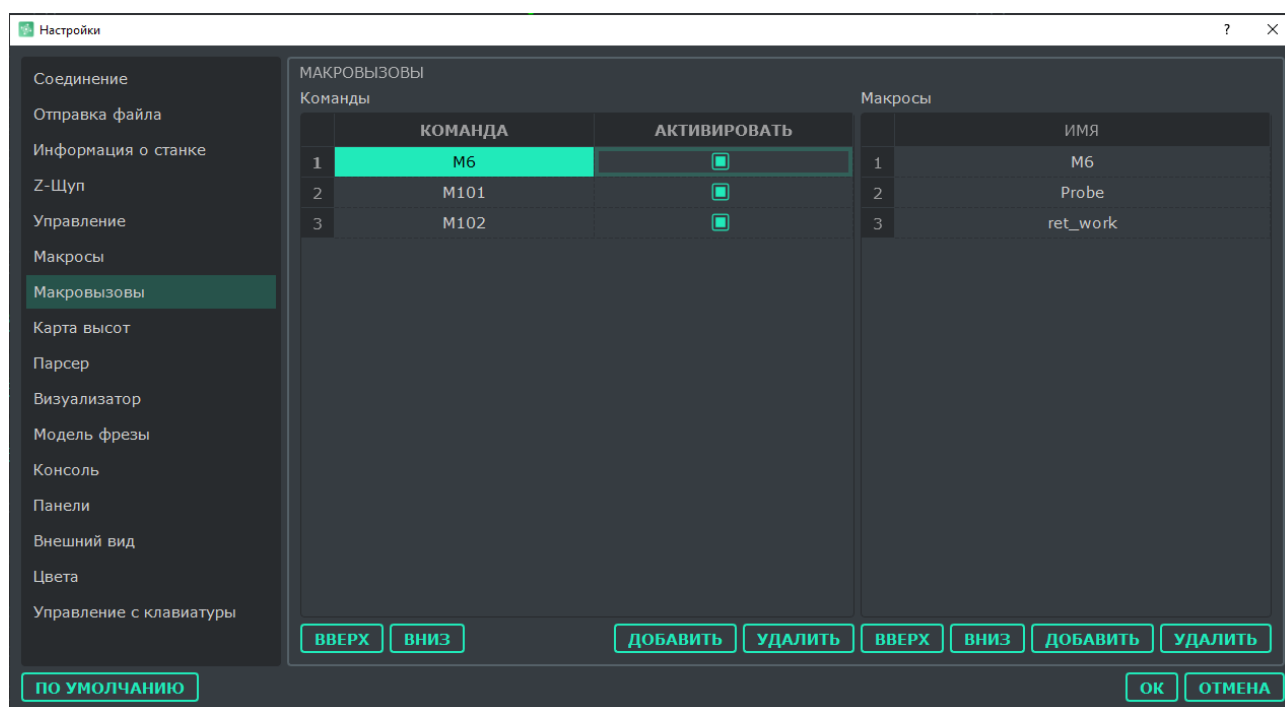


Рисунок 29: Меню настройки макровывозов

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. 29 по команде *M6* из управляющей G-код программы будет запускаться последовательность макросов, состоящая из скриптов *M6*, *Probe* и *ret_work*.

Важно. Перед созданием макровывоза необходимо написать все необходимые макросы.

15. 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 GRBL-команды для запроса статусной информации, изменения настроек и др. Список некоторых полезных команд приведен в разделе 16.

Чтобы открыть консоль установите галочку напротив пункта меню *Сервис* → *Консоль*. На рис. 30 показан её внешний вид и назначение элементов управления.



Рисунок 30: Панель Консоль

16. Системные команды

Ниже представлен список некоторых полезных команд GRBL.

- `$$` — запросить список значений всех GRBL-параметров.
- `$(id)=<value>` — присвоить GRBL-параметру с идентификатором `<id>` значение `<value>`, например, `$20=1`.
- `$(id)` — запросить значение GRBL-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*).
- *\$G* — показать состояние парсера.
- *\$#* — показать список NGC-параметров.
- *\$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*).

17. Настройки приложения

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

18. Управление с клавиатуры

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

Все клавиши разделены на группы.

Перемещение

ScrLk — Включить/выключить управление с клавиатуры.

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

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

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

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

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

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

"5" — Остановить перемещение.

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

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

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

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

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

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

Shift + "стрелки на панели *Перемещение мышкой*" — Непрерывное перемещение в заданном направлении с максимальной подачей (скоростью холостого хода).

Ctrl + "стрелки на панели *Перемещение мышкой*" - Перемещение на 1мм в заданном направлении с установленной подачей.

Шпиндель/лазер

"0" — Включить/выключить шпиндель/лазер

"/" - Уменьшить скорость вращения шпинделя (мощность лазера) на 1.

"*" - Увеличить скорость вращения шпинделя (мощность лазера) на 1.

Работа

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

19. 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

20. 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. 31);
- 2) при перемещении инструмент «оставляет за собой след» (см. рис. 31);
- 3) изображение не строится или же наблюдаются искажения;
- 4) визуализация очень сильно «тормозит».

Для решения проблем 1-3 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) Если проблема остаётся после установки пакетов из предыдущего пункта, обратитесь за помощью в техподдержку support@inectra.ru.

Для решения проблемы 4 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.

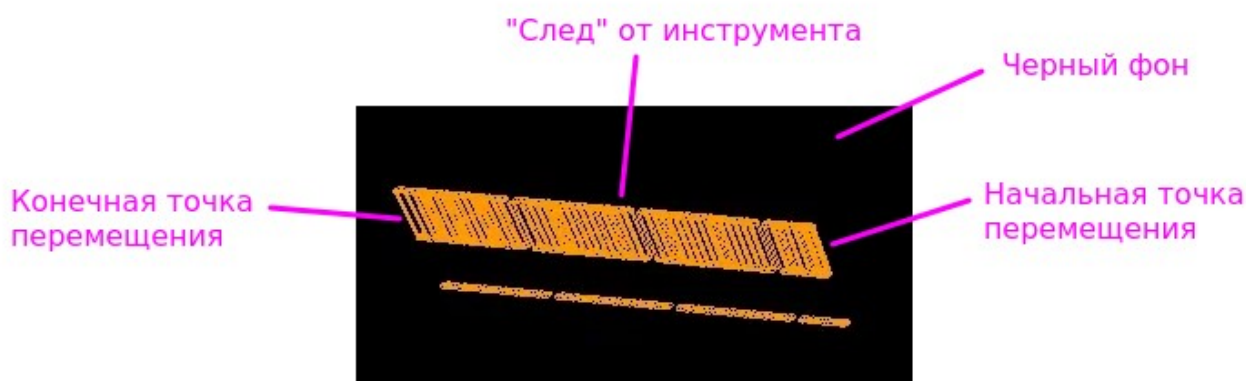


Рисунок 31: Некорректное построение визуализации

21. Конфигурация контроллера

Конфигурация контроллера записывается в энергонезависимую память (сохраняется при отключении питания) и хранится в виде списка параметров (GRBL-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 GRBL-параметров: все основные настройки станка выведены в удобное графическое меню *Станок* → *Конфигурация* (раздел 8). Если по какой-либо причине Вам потребовалось вручную изменить конфигурацию, откройте консоль и выполните настройки (см. разделы 15 и 16).

Ниже в таблице представлен список поддерживаемых параметров и их описание.

ID	Название	Единицы измерения	Описание
0	Step pulse time	Микросекунды	Устанавливает длительность импульса сигнала

	Время длительности шагового импульса		<p>Step. Минимальное значение — 2 мкс. Значение по умолчанию — 10 мкс — необходимо уменьшить, если требуемая частота сигнала Step превышает 80 кГц.</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. Если импульсы будут слишком длинные, вы можете столкнуться с проблемами при высоких скоростях подачи и большой частоте импульсов, возникающими из-за того, что идущие подряд импульсы начнут накладываться друг на друга.</p>
1	Step idle delay Задержка отключения двигателей	Миллисекунды	<p>Каждый раз, когда шаговые двигатели заканчивают движение и останавливаются, Grbl делает задержку на указанный интервал времени перед отключением питания двигателей.</p> <p>Время задержки отключения — это интервал перед отключением двигателей, в течении которого Grbl будет держать двигатели в состоянии удержания текущего положения. В зависимости от системы, вы можете установить значение этого параметра в ноль и отключить задержку. В других случаях может потребоваться использовать значение 25-50 миллисекунд, чтобы оси успели полностью остановиться перед отключением двигателей. Отключение призвано помочь для тех типов двигателей, которые не следует держать включенными в течении долгого периода времени без какой-либо работы. И еще, имейте в виду, что в процессе отключения некоторые драйверы шаговых двигателей не запоминают на каком микрошаге они остановились, что может привести к пропуску шагов. В этом случае лучше держать двигатели всегда включенными установкой соответствующего значения в параметр 37.</p>
2	Step pulse invert Инверсия сигнала шагового импульса	Битовая маска ¹	<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</p>

¹ Расшифровку значений битовой маски см. ниже после таблицы с описанием GRBL-параметров.

			<p>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 ¹	<p>Этот параметр инвертирует сигнал направления для каждой из осей. По-умолчанию, Grbl 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 ¹	<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	<p>Invert limit pins</p> <p>Инверсия сигналов концевых датчиков</p>	Битовая маска ¹	<p>По умолчанию, высокий уровень сигнала на соответствующей ножке микроконтроллера соответствует срабатыванию 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, 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.</p>
6	Invert probe pin	Логический	<p>По аналогии с сигналами концевых датчиков (см. описание параметра 5), параметр 6 необходимо установить в 1 при подключении нормально</p>

	Инверсия сигнала датчика высоты инструмента		разомкнутого датчика высоты инструмента (Z-щупа), отправив \$6=1.
10	Status report options Настройка статусных репортов	Битовая маска ¹	<p>Параметр определяет, какие данные отправлять в отчеты реального времени, которые используются графическим визуализатором для отображения текущего состояния системы. Для корректной работы визуализатора рекомендуется установить значение параметра \$10=511.</p> <p>Расшифровка битовой маски:</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
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 значения дают более высокую скорость прохождения углов, повышая риск потерять шаги и сбить позиционирование. Меньшие значения делают модуль управления более аккуратным и приводят к более аккуратной и медленной обработке углов. Так что, если вдруг столкнетесь</p>

			с проблемой слишком быстрой обработкой углов, уменьшите значение параметра, чтобы заставить станок притормаживать перед прохождением углов.
12	Arc tolerance Отклонение от дуги	Миллиметры	<p>Grbl 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 значения дают лучшую точность, но могут снизить производительность из-за перегрузки Grbl 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	Grbl 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 ¹	По умолчанию, высокий уровень сигнала на соответствующей ножке микроконтроллера соответствует нажатию кнопки (поступлению управляющего сигнала). Контроллеры Инектра спроектированы таким образом, что при разомкнутой цепи сигнал на соответствующей ножке микроконтроллера резистором подтягивается к высокому уровню. При замыкании выводов RESET, HOLD, START, Safety Door на общий провод, 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>Расшифровка битовой маски:</p> <p>бит0 - RESET</p> <p>бит1 - HOLD</p> <p>бит2 - START</p> <p>бит3 - Safety Door</p> <p>Значение по умолчанию \$14=15.</p>
15	<p>Invert coolant pins</p> <p>Инверсия сигналов управления охлаждением</p>	Битовая маска ¹	<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 signals</p> <p>Инверсия сигналов управления шпинделем</p>	Битовая маска ¹	<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 ¹	<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 отключена</p>	Битовая маска ¹	<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>

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 Grbl получает G-код движения, он проверяет не произойдет ли выход за пределы допустимой области. И в случае, если происходит нарушение границ, Grbl немедленно выполняет команду приостанова подачи, останавливает шпиндель и охлаждение, а затем выставляет сигнал аварии для индикации проблемы. Текущее положение при этом не сбрасывается, поскольку останов происходит не в результате аварийного принудительного останова, как в случае с жесткими границами.</p> <p>ЗАМЕЧАНИЕ: программные лимиты требуют включения поддержки процедуры поиска домашнего положения и аккуратной настройки максимальных границ для перемещения (параметры 130, 131, 132), поскольку Grbl 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 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. Grbl не имеет никакой обратной связи от станка о текущем положении, так что он не может гарантировать,</p>

			<p>что имеет представление о том где реально находится. Так что, если произошло нарушение жестких границ, Grbl 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 ¹	<p>Процедура поиска домашнего положения используется для аккуратного и точного поиска заранее известной точки станка каждый раз после включения Grbl между сеансами работы - так называемый машинный ноль, используемый как точка отсчета координат станка.</p> <p>По-умолчанию, процедура поиска начальной позиции Grbl 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 Grbl блокирует выполнение команд перемещения G-кода до завершения процедуры.</p>
23	<p>Homing direction invert</p> <p>Инвертирование направления поиска домашнего положения</p>	Битовая маска ¹	<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 - ось 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</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</p>

	определении домашнего положения		параметром 24. Установите ее в некоторое значение, обеспечивающее повторяемое и точное определение местоположения начальной точки.
25	Homing search seek rate Скорость подачи при поиске домашнего положения	мм/мин	Данный параметр определяет начальную (повышенную) скорость, с которой контроллер пытается грубо найти концевые выключатели домашнего положения. Откорректируйте это значение, позволяющее переместиться к начальной точке за достаточно малое время без столкновения с концевыми выключателями из-за слишком быстрого к ним перемещения.
26	Homing switch debounce delay Подавление дребезга при поиске домашнего положения	Миллисекунды	При срабатывании концевых датчиков, некоторые из них в течении нескольких миллисекунд могут издавать электрический/механический шум (так называемый дребезг контакта), приводящий к быстрому переключению сигнала между высоким и низким уровнями, прежде чем его значение зафиксируется. Для решения данной проблемы вводится программная задержка на время дребезга. Контроллер будет делать короткую задержку, но только при поиске начальной точки на этапе ее точного определения. Установите значение задержки достаточное, чтобы выключатели обеспечивали устойчивое срабатывание. Для большинства случаев подойдет значение в пределах 5-25 миллисекунд.
27	Homing switch pull-off distance Отъезд от начальной 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	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.

	шпинделя		Таким образом, если, скажем, $\$30=24000$, то команда M3 S12000 приведет к генерации ШИМ сигнала на выходе DPWM в виде периодических прямоугольных импульсов скважностью 0.5, что будет соответствовать аналоговому уровню 5В на выходе APWM.
31	Minimum spindle speed Минимальная скорость вращения шпинделя	об/мин	<p>Задаёт скорость вращения шпинделя, соответствующую минимальной скважности ШИМ-сигнала (0.004). Скважности 0.004 соответствуют очень короткие периодические импульсы (длительность зависит от частоты, определяемой параметром 33) на выходе DPWM, и постоянное напряжение 0.04В на аналоговом выходе APWM.</p> <p>Значение $\\$31=0$ соответствует отключению шпинделя, и выходы ШИМ всегда равны 0В.</p>
32	Mode of operation Режим работы	Целое	<p>0 - Режим фрезерного станка 1 - Режим лазера</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>
33	Spindle PWM frequency Частота ШИМ-сигнала управления скоростью вращения шпинделя	Гц	Частота ШИМ-сигнала управления скоростью вращения шпинделя/мощностью лазера. Чем выше частота ШИМ, тем более гладкий (меньше шума) будет аналоговый сигнал на выходе APWM.
34	Spindle PWM off value	%	Рекомендуемое значение: $\$34=0$

35	Spindle PWM min value Минимальный уровень ШИМ- сигнала	%	Рекомендуемое значение: \$35=0
36	Spindle PWM max value Максимальный уровень ШИМ- сигнала	%	Рекомендуемое значение: \$36=100
37	Steppers deenergize Отключение двигателей	Битовая маска ¹	<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 парковки	Логический	При \$41=1 разрешено выполнить процедуру парковки по оси, задаваемой параметром 42 . Предварительно требуется выполнить процедуру поиска домашнего положения.
42	Parking axis	Целое	Определяет, по какой оси выполнять парковку:

	Настройка оси для выполнения парковки		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 ¹	Определяет, по какой оси (или несколькими сразу) выполнять поиск домашнего положения за первый проход. Расшифровка маски: бит0 - ось X, бит1 - ось Y, бит2 - ось Z.
45	Axis homing, second pass Вторая ось при поиске домашнего положения	Битовая маска ¹	Определяет, по какой оси (или несколькими сразу) выполнять поиск домашнего положения за второй проход. Расшифровка маски аналогично параметру 44.
46	Axis homing, third pass Третья ось при поиске домашнего положения	Битовая маска ¹	Определяет, по какой оси (или несколькими сразу) выполнять поиск домашнего положения за третий проход. Расшифровка маски аналогично параметру 44.
56	Parking pull-out distance	Миллиметры	Инкрементальное расстояние извлечения инструмента из заготовки перед парковкой
57	Parking pull-out rate	мм/мин	Скорость извлечения инструмента из заготовки
58	Parking target	Миллиметры	Машинная координата позиции парковки по заданной оси (из параметра \$42)
59	Parking fast rate	мм/мин	Скорость постановки инструмента на парковку 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 ¹	Параметр определяет, какие действия необходимо предпринять при постановке программы на паузу и снятии с паузы. Расшифровка маски: бит0 - отключить лазер при постановке на паузу, бит1 - восстановить состояния шпинделя и охлаждения по снятию с паузы.
64	Force init alarm Принудительный старт в аварийном режиме	Логический	При \$64=1 контроллер запускается в режиме аварии после холодного сброса.
65	Probing feed override Коррекция скорости подачи при поиске датчика высоты инструмента	Логический	Отправьте \$65=1, чтобы разрешить коррекцию скорости подачи для поиска датчика высоты инструмента.
100	X-axis travel resolution Разрешение перемещения по оси X	шаг/мм	Grbl нужно знать на какое расстояние каждый шаг двигателя в реальности перемещает инструмент. Для калибровки соотношения шаг/мм необходимо знать следующее: 1. Перемещение в мм, соответствующее одному обороту двигателя. Это зависит от размера шестерней ременной передачи или шага винта.

			<p>2. Количество полных шагов на один оборот двигателя (обычно 200).</p> <p>3. 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.</p> <p>После этого значение шаг/мм может быть вычислено по формуле:</p> <p>шагов_на_мм = (шагов_на_оборот * микрошагов)/мм_на_оборот</p> <p>Совет: используйте процедуру калибровки (функция Станок → Калибровка в графическом визуализаторе Inectra CNC Visualizer) для точного определения разрешения оси.</p>
101	Y-axis travel resolution Разрешение перемещения по оси Y	шаг/мм	См. описание параметра 100
102	Z-axis travel resolution Разрешение перемещения по оси Z	шаг/мм	См. описание параметра 100
110	X-axis maximum rate Максимальная скорость подачи по оси X	мм/мин	Параметр задает максимальную скорость, с которой можно перемещаться по оси X. Используется как скорость подачи для выполнения команды холостого перемещения G0.
111	Y-axis maximum rate Максимальная скорость подачи по оси Y	мм/мин	См. описание параметра 110
112	Z-axis maximum rate Максимальная скорость подачи по оси Z	мм/мин	См. описание параметра 110

120	X-axis acceleration Ускорение по оси X	мм/с ²	Параметр задаёт величину ускорения (замедления) движения по оси X. Попросту говоря, меньшее значение делает станок более плавным в движении, в то время как большее приводит к более резким движениям и достижению требуемой скорости подачи гораздо быстрее.
121	Y-axis acceleration Ускорение по оси Y	мм/с ²	См. описание параметра 120
122	Z-axis acceleration Ускорение по оси Z	мм/с ²	См. описание параметра 120
130	X-axis maximum travel Размер рабочего поля по оси X	мм	Этот параметр задает максимальную дистанцию перемещения в мм от одного конца оси X до другого. Он имеет смысл только при включении программных лимитов и поиске начальной точки, поскольку используются модулем проверки программных лимитов для определения выхода за пределы допустимой области в процессе перемещения.
131	Y-axis maximum travel Размер рабочего поля по оси Y	мм	См. описание параметра 130
132	Z-axis maximum travel Размер рабочего поля по оси Z	мм	См. описание параметра 130
341	Tool change mode Режим смены инструмента	Целое	Параметр определяет режим смены инструмента. Возможны значения: 0 — Нормальный режим (функция отключена) — перемещение на позицию и смена инструмента осуществляются вручную. 1 — Ручная смена — инструмент автоматически перемещается в домашнее положение, а для зондирования (определение уровня инструмента) используются либо команды ручного перемещения (jogging), либо команда \$TPW 2 — Ручная смена с использованием команды G59.3 — инструмент автоматически перемещается в домашнее положение, затем на позицию G59.3 для смены. Для зондирования используются либо команды ручного перемещения (jogging), либо команда \$TPW 3 — Полуавтоматическая смена инструмента —

			<p>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	<p>Tool change probing distance</p> <p>Расстояние зондирования при смене инструмента</p>	мм	Максимальное расстояние зондирования при полуавтоматической смене инструмента или по команде \$TPW.
343	<p>Tool change locate feed rate</p> <p>Скорость подачи при точном определении смещения длины инструмента</p>	мм/мин	Скорость подачи для точного определения смещения длины инструмента (скорость приближения к датчику пробы)
344	<p>Tool change search seek rate</p> <p>Скорость подачи при поиске датчика пробы</p>	мм/мин	Скорость поиска датчика пробы перед медленной фазой точного определения смещения длины инструмента.
450	<p>Spindle spin up delay</p> <p>Задержка на разгон шпинделя</p>	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	<p>Autosquaring enable</p> <p>Включить автовыравнивание оси</p>	Битовая маска ¹	<p>Определяет, по какой оси (или нескольким сразу) выполнять процедуру автоматического выравнивания по двум концевым датчикам. Функция работает только во время процедуры поиска домашнего положения.</p> <p>Расшифровка маски:</p> <p>бит0 — ось X, бит1 — ось Y, бит2 — ось Z, бит3 — ось A.</p>
452	Main input channel	Целое	Параметр задает основной канал управления, через который разрешено отправлять весь спектр команд (запрос статуса, конфигурации, программа G-кода и т.д.)

	Основной канал управления		0 — главный канал USB, дополнительный UART 1 — главный канал UART, дополнительный USB 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 Если параметр имеет значение 0, то при старте контроллера автоматически запускается процедура настройки Bluetooth-модуля с помощью AT-команд. Если значение равно 1, никаких дополнительных настроек UART-интерфейса не выполняется.
454	Ignore limits at work Игнорировать концевой датчик оси вращения во время работы	Логический	Параметр оказывает влияние на работу только оси вращения: 1 — концевой датчик оси вращения игнорируется во время работы контроллера. Датчик используется только во время процедуры поиска домашнего положения. 0 — концевой датчик работает всегда.
455	Spindle-laser swap Поменять местами выходы ШИМ в режимах фрезер и лазер	Логический	По умолчанию в режиме фрезера (\$32=0) для управления шпинделем используются сигналы APWM и SPEN, а в режиме лазера (\$32=1) для управления светодиодным лазером используется сигнал DPWM (см. инструкцию на контроллер). Однако, при управлении CO2-станком эти режимы необходимо «поменять местами», т.к. в CO2-станках мощность лазера регулируется аналоговым сигналом (0-10В или 0-5В), а также дополнительным ключом включения/выключения лазера. Таким образом, при подключении контроллера к фрезерному станку необходимо настроить \$455=0, а при подключении к CO2-станку - \$455=1. 0 — APWM и SPEN в режиме фрезера (\$32=0), DPWM в режиме лазера (\$32=1). 1 — APWM и SPEN в режиме лазера, DPWM в режиме фрезера.

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