



INECTRA

Мобильное Android-приложение Inectra GRBL

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

Инструкция пользователя

Версия документа: 1.1

10 января 2023

История изменений

Версия документа	Список изменений	Дата	Примечания
1.0	<ul style="list-style-type: none">Первая версия	Июнь 2022г.	Версия приложения 1.0.2
1.1	<ul style="list-style-type: none">Добавлено определение PIN-кода для подключения к контроллеру по Bluetooth (см. главу 3)	10 января 2023г.	Версия приложения 1.0.2.

Содержание

<u>1. Краткий обзор.....</u>	<u>3</u>
<u>2. Структура приложения.....</u>	<u>4</u>
<u>3. Подключение к контроллеру.....</u>	<u>5</u>
<u>4. Панель состояния.....</u>	<u>7</u>
<u>5. Панель управления ручным перемещением.....</u>	<u>8</u>
<u>6. Панель управления программой G-кода.....</u>	<u>9</u>
<u>7. Панель зондирования.....</u>	<u>11</u>
<u>8. Панель консоли.....</u>	<u>13</u>
<u>9. Настройки приложения.....</u>	<u>13</u>
<u>10. Конфигурация станка.....</u>	<u>14</u>
<u>11. Пользовательские кнопки.....</u>	<u>14</u>
<u>12. Полезные команды.....</u>	<u>15</u>
<u>13. Описание конфигурационных параметров.....</u>	<u>15</u>

1. Краткий обзор

Мобильное приложение Inectra GRBL предназначено для управления контроллерами ЧПУ производства компании Инектра (MSC-3U, HBC-3U и др.) по беспроводному интерфейсу Bluetooth.

Чтобы подключить приложение к контроллеру, к последнему необходимо подсоединить Bluetooth-модуль HC-06 (или любой другой поддерживаемый) согласно инструкции на соответствующий контроллер.

Bluetooth-модуль подключается к порту *UART* контроллера следующим образом: вывод *VCC* модуля соединяется с выводом *5V* разъема *UART*, выводы *GND* соединяются между собой, вывод *TXD* модуля соединяется с выводом *RX* контроллера, вывод *RXD* модуля соединяется с выводом *TX* контроллера.

Мобильное приложение может использоваться как беспроводной пульт для управления станком (в дополнение к ПК, подключенному к контроллеру по USB), так и основной графический интерфейс управления, что позволит значительно снизить стоимость всей системы.

При этом контроллеры Инектра поддерживают одновременную работу с приложением и графическим визуализатором для ПК (Inectra CNC Visualizer): в каждый момент времени контроллер настроен на приём команд управления только с одного, активного в данный момент, интерфейса управления. По команде пользователя можно переключиться на другой интерфейс, но только если контроллер находится в состоянии *Готов*.

2. Структура приложения

На рис. 1 представлена структура графического интерфейса мобильного приложения.

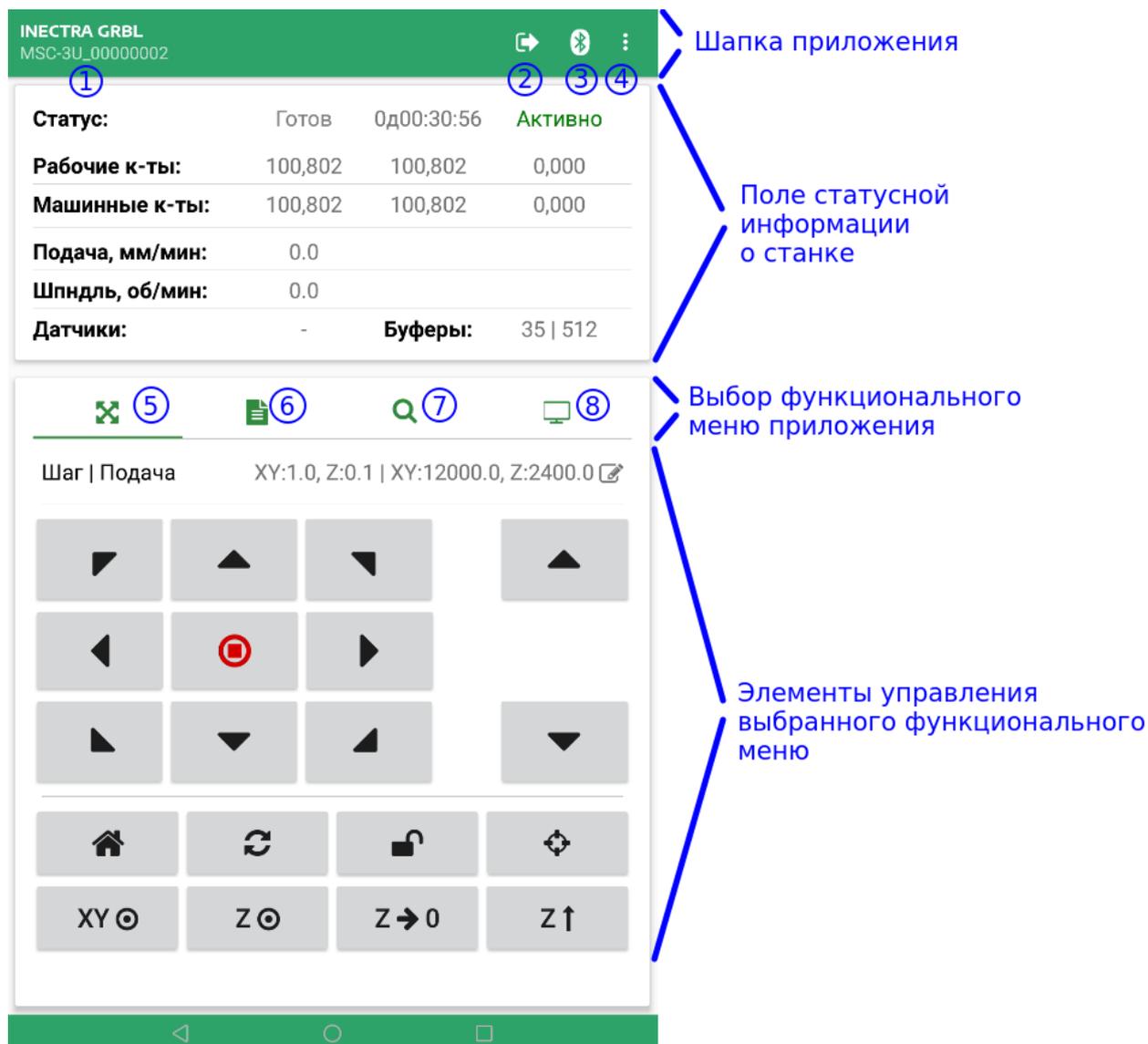


Рисунок 1: Структура приложения

Структура приложения включает в себя следующие основные элементы:

- Шапка приложения
- Поле статусной информации
- Вкладки выбора функционального меню
- Элементы управления выбранного функционального меню

Шапка приложения включает в себя элементы (обозначения согласно рис. 1):

- 1 — имя подключенного Bluetooth-устройства;
- 2 — кнопка активации/деактивации мобильного приложения;

3 — кнопка открытия списка доступных Bluetooth-устройств (если в данный момент Bluetooth-подключение отсутствует) или отключения от подключенного в данный момент Bluetooth-устройства;

4 — кнопка открытия меню настроек.

Ниже приведена расшифровка доступных функциональных меню приложения (обозначения согласно рис. 1):

5 — меню ручного перемещения;

6 — меню выполнения программы G-кода;

7 — меню запуска процедуры зондирования (Z-щуп) — определение уровня заготовки по оси Z;

8 — консоль приложения — для возможности ручной отправки команд в контроллер или для мониторинга пересылаемых между приложением и контроллером сообщений.

3. Подключение к контроллеру

Для подключения приложения к контроллеру выполните следующие действия:

- 1) Через меню настройки Вашего устройства установите сопряжение с контроллером по Bluetooth. Контроллер назначает подключенному к нему Bluetooth-модулю (HC-06) имя в соответствии со своей моделью и серийным номером следующим образом: `<model>_<serial_number_digits>`. PIN-код для подключения — последние 4 цифры серийного номера. Так, если Вы используете контроллер MSC-3U с серийным номером MA00000002, то имя устройства будет `MSC-3U_00000002`, а PIN-код — 0002. Модель и серийный номер контроллера можно найти на этикетке печатной платы.
- 2) Подключите приложение к контроллеру, для чего в шапке приложения нажмите кнопку  и выберите из списка соответствующее имя. В случае успешного подключения под названием приложения в шапке отобразится имя подключенного Bluetooth-устройства, а **во вкладке ручного перемещения разблокируются клавиши** (см. рис. 4).
- 3) При успешном подключении к контроллеру мобильное приложение по умолчанию **деактивировано**. Это означает, что контроллер не обрабатывает команды от мобильного приложения, а только лишь отправляет ему статусную информацию. Управление станком в этом состоянии невозможно. Текущий статус приложения отображается в третьем столбце поля **Статус** (рис. 2).

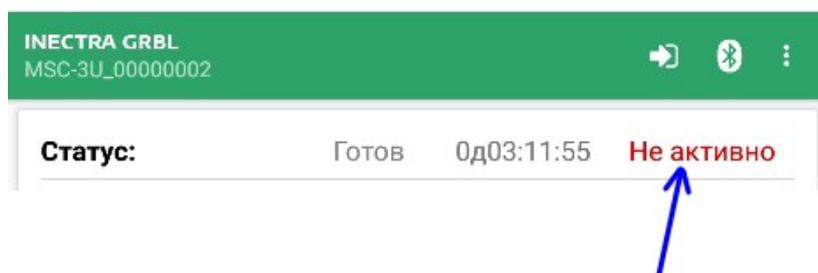


Рисунок 2: Статус мобильного приложения

- 4) Чтобы активировать мобильное приложения для полноценного управления станком, нажмите кнопку  в шапке приложения. В случае успешной активации статус приложения изменится на **Активно**, а кнопка изменит вид на  (рис. 3)

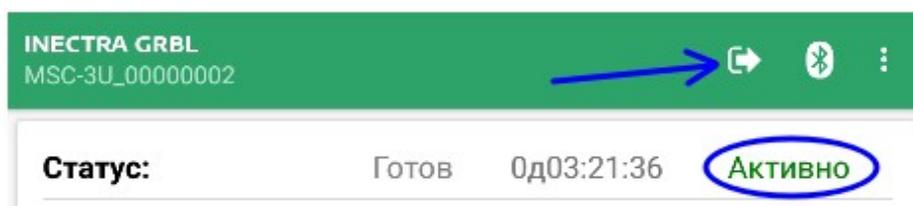


Рисунок 3: Мобильное приложение активно

Важно! Если в пункте 2 после подключения к контроллеру по Bluetooth кнопки ручного перемещения остаются заблокированными (см. рис. 4) — вероятно, контроллеру не удалось выполнить настройку Bluetooth-модуля, и требуется перезагрузка устройства по питанию.

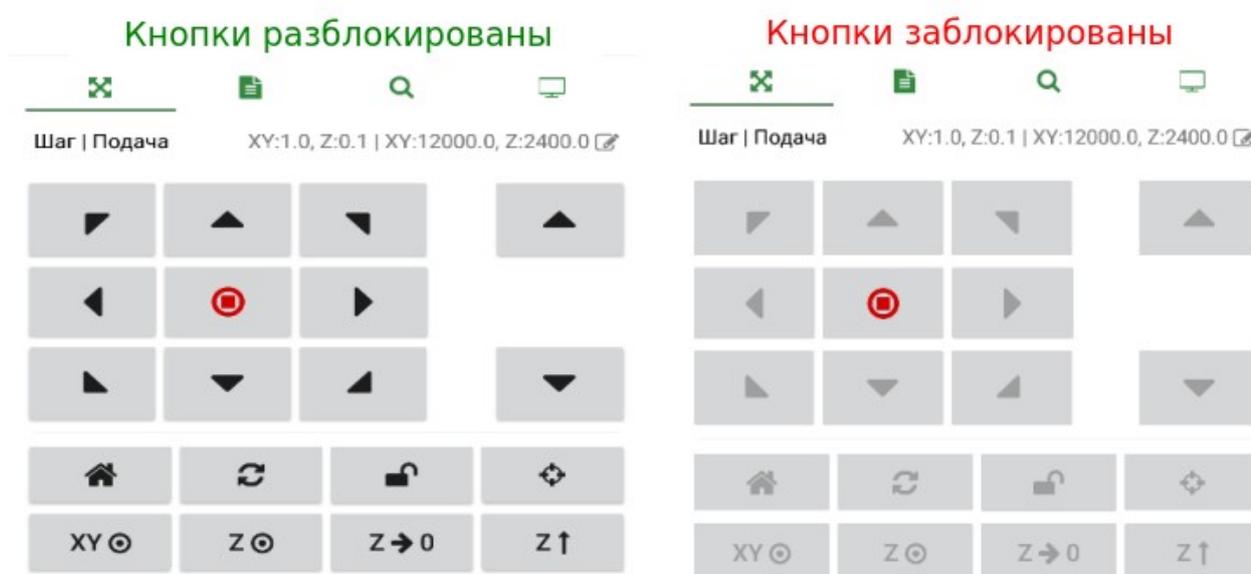


Рисунок 4: Разблокированные и заблокированные кнопки

4. Панель состояния

В статусной панели приложения отображается текущее состояние станка (статус, координаты, скорость подачи, скорость вращения шпинделя и др). Ниже представлена расшифровка всех полей панели согласно рис. 5.

Статус:	① Готов	② 04:31:29	③ АКТИВНО
Рабочие к-ты:	④ 00,802	⑤ 00,802	⑥ 0,000
Машинные к-ты:	⑦ 00,802	⑧ 00,802	⑨ 0,000
Подача, мм/мин:	0.0	⑩	
Шпндль, об/мин:	0.0	⑪	⑬
Датчики:	⑫ -	Буферы:	35 512

Рисунок 5: Панель состояния станка

1 — 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
- *Движение* — выполняется команда ручного перемещения
- *Пауза* — выполняемая программа G-кода поставлена на паузу.

2 — Время работы станка с момента последней загрузки контроллера (uptime)

3 — Состояние мобильного приложения: **Активно** — полноценная работа со станком, контроллер принимает команды от приложения, **Не активно** — приложение работает только в режиме отображения состояния станка, управление станком отключено.

4 — Рабочая координата X.

5 — Рабочая координата Y.

6 — Рабочая координата Z.

7 — Машинная координата X.

8 — Машинная координата Y.

9 — Машинная координата Z.

10 — Текущая скорость подачи — показывает, с какой скоростью движется инструмент в мм/мин.

11 — В режиме фрезера показывает текущую скорость вращения шпинделя (об/мин), в режиме лазера — мощность лазера в процентах.

12 — Список активных (сработавших) датчиков. Если в данный момент несколько датчиков активны, будет выводиться список без разделителей, например, *ХРН*. Коды датчиков имеют следующие значения:

- X — концевой датчик оси X
- Y — концевой датчик оси Y
- Z — концевой датчик оси Z
- P — датчик пробы (Z-щуп)
- S — кнопка Cycle Start
- H — кнопка Hold
- R — кнопка Reset

13 — объем свободного места в буферах ввода (измеряется в командах). Первое число — свободное место в буфере планировщика, второе — свободное место в буфере интерфейса ввода.

5. Панель управления ручным перемещением

Панель управления ручным перемещением открывается нажатием кнопки .

На рис. 6 показан внешний вид панели.



Рисунок 6: Панель ручного перемещения

Чтобы настроить шаг и скорость ручной подачи, откройте меню нажатием по полю **1**. Верхняя граница скорости подачи по осям определяется автоматически и

выставляется исходя из минимального значения GRBL-параметров \$110, \$111 для осей XY и значения GRBL-параметра \$112 для оси Z.

В области **2** расположены собственно кнопки перемещения по осям.

Ниже приведено описание дополнительных кнопок управления:

-  - кнопка запуска процедуры поиска домашнего положения. При долгом нажатии осуществляется возврат в машинный ноль по всем осям.
-  - кнопка программной перезагрузки контроллера.
-  - кнопка разблокировки контроллера в режиме аварии.
-  - кнопка перемещения в рабочий ноль по осям XY.
-  - кнопка обнуления рабочих координат осей XY.
-  - кнопка обнуления рабочей координаты оси Z.
-  - кнопка перемещения в рабочий ноль оси Z.
-  - кнопка перемещения в безопасное положение по оси Z (машинный ноль оси Z).

6. Панель управления программой G-кода

Панель запуска программы G-кода открывается нажатием кнопки . На рис. 7 показаны элементы управления панели.

- 1** — Кнопка открытия файла с программой G-кода для выполнения.
- 2** — Индикация общего числа строк и числа отправленных строк из файла.
- 3** — Время выполнения программы с момента запуска.
- 4** — Коррекция следующих параметров в процентах¹:
 - П — скорость подачи
 - X — скорость холостого хода

¹ В версиях приложения 1.0.x коррекция не настраивается

- Ш — скорость вращения шпинделя

Приведём пример расшифровки коррекции по рисунку 7: 135 — фактическая скорость подачи (линейная скорость перемещения инструмента) оставляет 135% от заданной в программе командой *F*, 25 — фактическая скорость холостого хода составляет 25% от сконфигурированного в настройках контроллера значения (GRBL-параметры \$110-112), 79 — фактическая скорость вращения шпинделя составляет 79% от заданной в программе командой *S*.

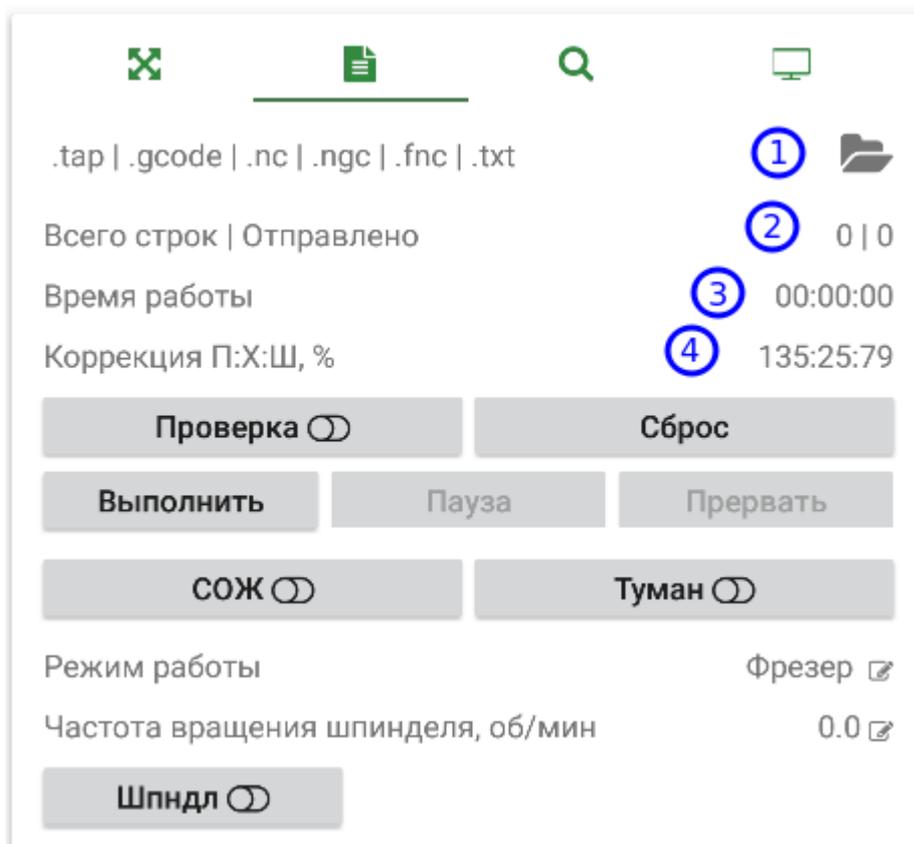


Рисунок 7: Панель управления программой G-кода

Ниже приведены обозначения программных кнопок управления.

Проверка - включение/выключение режима проверки. При активации режима, переключатель на кнопке меняет цвет на зелёный: **Проверка** . Чтобы проверить программу G-кода на наличие ошибок, можно запустить её в режиме проверки: открыть файл с программой, нажать кнопку *Проверка*, запустить программу, нажав кнопку *Выполнить*. При этом фактически команды из файла выполняться не будут, а произойдёт лишь его анализ. Выключение режима проверки производится повторным нажатием на кнопку.

Сброс - сброс счетчика отправленных на выполнение строк из файла и затраченного на работу времени.

Выполнить - запуск на выполнение выбранного файла с программой G-кода.

Пауза - постановка исполняемой программы на паузу. Кнопка активна только во время выполнения программы. Во время паузы кнопка меняет свою функцию на *Возобновить* для продолжения работы программы с момента остановки.

Прервать - прерывание исполняемой программы без возможности её продолжения с момента остановки. Кнопка активна только во время трансляции файла и паузы (а также во время анализа файла в режиме проверки).

СОЖ  - смазочно-охлаждающая жидкость — кнопка включения основного охлаждения станка (шпинделя).

Туман  - кнопка включения дополнительного охлаждения (масляный туман).

Режим работы — станок может работать в двух режимах: фрезер и лазер. Контроллеры Inectra MSC-3U 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 режиме фрезера для настройки доступна частота вращения шпинделя в об/мин (см. рис. 7). В режиме лазера регулируется его мощность в процентах, а кнопка **Шпндл** меняется на кнопку **Лазер** (см. рис. 8).



Рисунок 8: Настройки в режиме лазера

7. Панель зондирования

Панель зондирования открывается нажатием кнопки . Внешний вид панели показан на рис. 9.

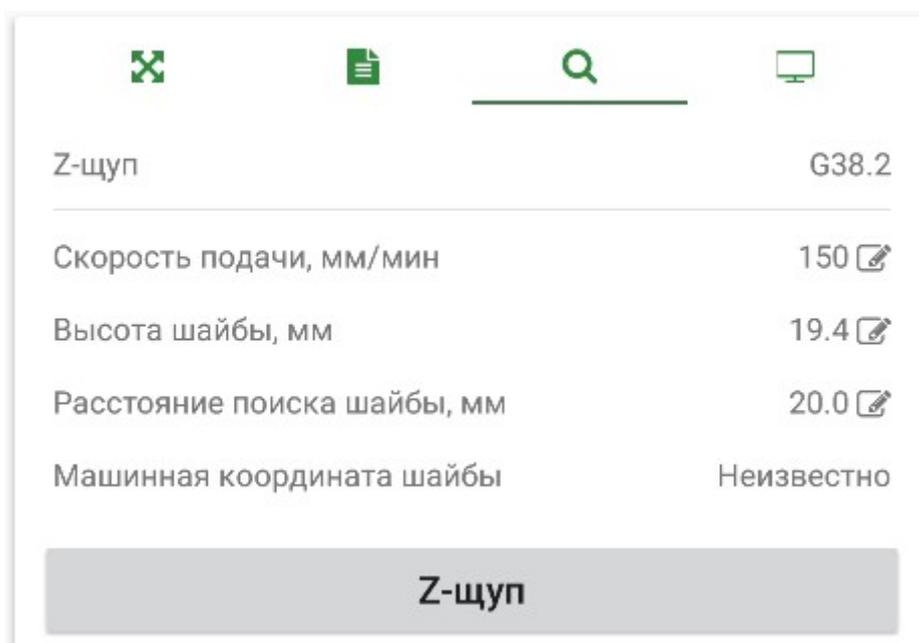


Рисунок 9: Панель зондирования

Функция зондирования позволяет определить точную координату поверхности заготовки.

Процедура зондирования выполняется с помощью металлической шайбы, высота которой достоверно известна. Шайба подключается к выводу *Probe* контроллера и устанавливается на поверхность заготовки. После запуска процедуры (по кнопке **Z-щуп**), фреза станка (которая должна быть накоротко соединена с земельным выводом контроллера — см. инструкцию на соответствующее устройство) начинает движение в направлении шайбы. Как только фреза касается шайбы, контроллер детектирует сигнал *Probe* и делает откат назад на 0.5мм для перехода на второй цикл более точного позиционирования. Второй цикл выполняется с фиксированной подачей 10мм/мин.

В случае успешного завершения второго цикла выставляется уровень рабочего нуля оси Z по поверхности заготовки (к координате поверхности шайбы добавляется её высота).

Для регулировки доступны следующие настройки.

Скорость подачи, мм/мин — скорость подачи первого цикла зондирования (цикла поиска шайбы). Не рекомендуется устанавливать подачу более 300мм/мин.

Высота шайбы, мм — высота шайбы — используется для вычисления координаты поверхности заготовки после завершения процедуры зондирования.

Расстояние поиска шайбы, мм — иначе говоря, максимальное расстояние от поверхности шайбы до фрезы перед запуском процедуры — если на протяжении этого расстояния шайба не будет найдена, контроллер выдаст сигнал аварии, процедура закончится с ошибкой.

Машинная координата шайбы — статусное поле, хранящее значение машинной координаты оси Z, соответствующее уровню шайбы, после успешного завершения процедуры зондирования.

8. Панель консоли

Панель консоли открывается нажатием кнопки . Внешний вид панели показан на рис. 10.

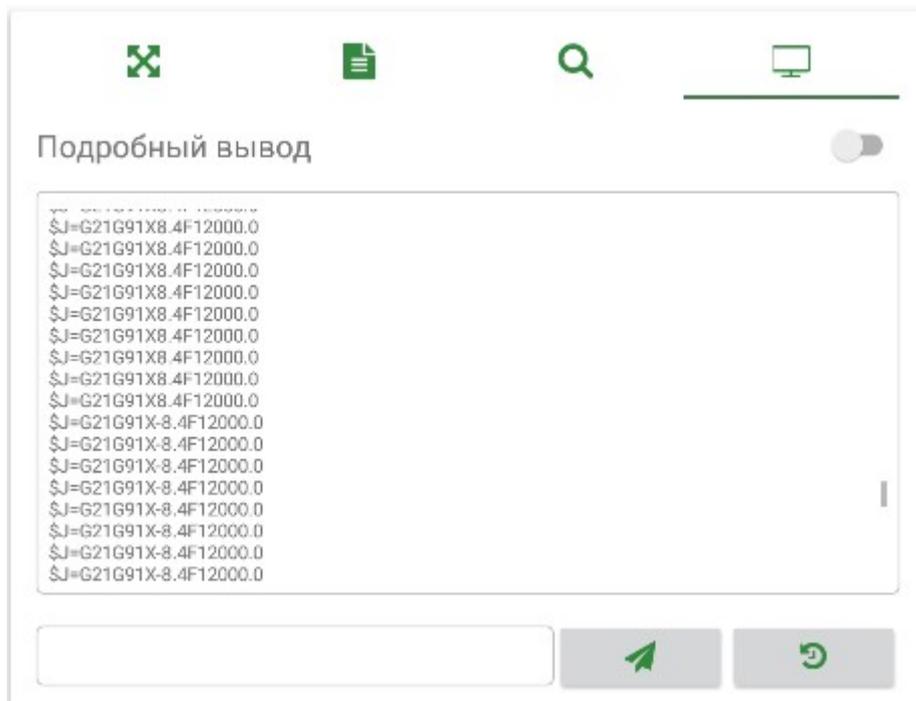


Рисунок 10: Панель консоли

Переключатель **Подробный вывод** включает детальный вывод сообщений от контроллера.

Консоль позволяет вручную производить отправку команд в контроллер, набирая их в поле ввода.



- кнопка отправки команды в контроллер.



- кнопка просмотра истории команд.

Список некоторых полезных GRBL-команд приведён в разделе 12.

9. Настройки приложения

Чтобы открыть меню настроек приложения, нажмите кнопку  в шапке приложения и перейдите в раздел «Настройки» → «Настройки приложения».

Будут доступные следующие опции для редактирования:

- *Автоматическое сопряжение* — если опция включена, приложение при каждом запуске будет автоматически делать попытку соединиться с последним сопряженным Bluetooth-устройством.

- *Запомнить местоположение файла* — если опция включена, при поиске файла G-код программы открывается каталог, который был выбран в последний раз.
- *Не выключать экран* — включенная опция запрещает переход мобильного устройства в спящий режим при выполнении программы G-кода.
- *Подтверждение программной перезагрузки* — запрашивать подтверждение при нажатии на кнопку программной перезагрузки  .
- *Проверять положение станка* — включенная опция запрещает трансляцию файл G-кода, если станок не находится в нулевой (домашней) позиции.
- *Игнорировать ошибки неподдерживаемых команд* — опция отключает индикацию ошибок от неподдерживаемых команд контроллера.
- *Интервал обновления статуса* — период отправки приложением в контроллер команды на запрос статусного репорта. Рекомендуется оставить значение по умолчанию 100мс во избежание задержек (или даже потерь) в обновлении статусной информации .

10. Конфигурация станка

Чтобы открыть меню настроек параметров станка, нажмите кнопку  в шапке приложения и перейдите в раздел «Настройки» → «Конфигурация станка».

Для конфигурирования будут доступны следующие подменю:

- *Смещение лазера*
 - *Смещение по оси X, мм* — расстояние между осями шпинделя и лазера по оси X. Если лазер расположен относительно шпинделя в положительном направлении оси X (обычно справа), смещение является положительным числом. В противном случае смещение имеет отрицательный знак.
 - *Смещение по оси Y, мм* — расстояние между осями шпинделя и лазера по оси Y. Если лазер расположен относительно шпинделя в положительном направлении оси Y (обычно позади), смещение является положительным числом. В противном случае смещение имеет отрицательный знак.

11. Пользовательские кнопки

Приложение позволяет дополнительно настроить до четырёх пользовательских кнопок, на каждую из которых можно задать команду для короткого и длинного нажатия.

Чтобы открыть меню настройки пользовательских кнопок, нажмите кнопку  в шапке приложения и перейдите в раздел «Настройки» → «Пользовательские кнопки». Включите опцию *Показывать кнопки* и далее для каждой кнопки выполните настройку в соответствии с пунктами меню.

Кнопки появятся на панели ручного перемещения снизу.

12. Полезные команды

Ниже представлен список некоторых полезных команд.

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

13. Описание конфигурационных параметров

Конфигурация контроллера записана 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 конечных датчиков и сигналов управления, параметры сигналов Step-Dir управления шаговыми двигателями и др.

Настройка GRBL-параметров осуществляется через панель консоли (см. раздел 8). Формат команд для чтения и записи GRBL-параметров описан в разделе 12.

Ниже в таблице представлен список поддерживаемых параметров и их описание.

ID	Название	Единицы измерения	Описание
0	Step pulse time Время длительности шагового импульса	Микросекунды	Устанавливает длительность импульса сигнала Step. Минимальное значение — 2 мкс. Значение по умолчанию — 10 мкс — необходимо уменьшить, если требуемая частота сигнала Step превышает 80 кГц. 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.
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 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</p>

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

			инвертировать оси Y и Z, отправьте \$2=6.
3	Step direction invert Инверсия сигнала направления шагового двигателя	Битовая маска ¹	Этот параметр инвертирует сигнал направления для каждой из осей. По-умолчанию, Grbl предполагает, что ось движется в положительном направлении, когда уровень сигнала направления низкий, и в отрицательном - когда высокий. Эта маска работает точно так, как и инверсия шаговых импульсов. Для настройки нужно просто отправить значение, указывающее какие оси инвертировать. Бит 0 соответствует оси X, бит 1 - оси Y, бит 2 - оси Z. Например, чтобы инвертировать направление только по оси Y, нужно отправить команду \$3=2.
4	Invert step enable pin Инверсия сигнала включения шаговых двигателей	Битовая маска ¹	По умолчанию, низкий уровень соответствует выключению, а высокий - включению шаговых двигателей. В контроллерах Инектра включению двигателей соответствует низкий уровень, поэтому сигнал необходимо инвертировать, отправив \$4=7 (или \$4=1, т.к. все шаговые двигатели управляются одним сигналом включения). Бит 0 соответствует оси X, бит 1 - оси Y, бит 2 - оси Z. Если все шаговые двигатели управляются одним и тем же сигналом включения, используется только бит оси X.
5	Invert limit pins Инверсия сигналов концевых датчиков	Битовая маска ¹	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.
6	Invert probe pin Инверсия сигнала датчика высоты инструмента	Логический	По аналогии с сигналами концевых датчиков (см. описание параметра 5), параметр 6 необходимо установить в 1 при подключении нормально разомкнутого датчика высоты инструмента (Z-щупа), отправив \$6=1.
10	Status report options Настройка статусных	Битовая маска ¹	Параметр определяет, какие данные отправлять в отчеты реального времени, которые используются графическим визуализатором для отображения текущего состояния системы. Для

	репортов		<p>корректной работы визуализатора рекомендуется установить значение параметра \$10=511.</p> <p>Расшифровка битовой маски:</p> <p>Бит0 - машинные координаты,</p> <p>бит1 - состояние буфера,</p> <p>бит2 - номера строк,</p> <p>бит3 - скорость подачи и скорость вращения шпинделя,</p> <p>бит4 - состояние контрольных сигналов,</p> <p>бит5 - рабочие координаты,</p> <p>бит6 - переопределения,</p> <p>бит7 - координаты датчика высоты инструмента,</p> <p>бит8 - синхронизация буфера при изменении рабочих координат,</p> <p>бит9 - подстатусы аварий,</p> <p>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 значение дают более высокую скорость прохождения углов, повышая риск потерять шаги и сбить позиционирование. Меньшие значение делают модуль управления более аккуратным и приводят к более аккуратной и медленной обработке углов. Так что, если вдруг столкнетесь с проблемой слишком быстрой обработки углов, уменьшите значение параметра, чтобы заставить станок притормаживать перед прохождением углов.</p>
12	Arc tolerance Отклонение от дуги	Миллиметры	<p>Grb1 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.</p>

			<p>Значение по умолчанию - 0.002мм. Если вы обнаружили, что ваши окружности слишком угловатые или прохождение по дуге выполняется слишком уж медленно, откорректируйте значение этого параметра. Меньшие значение дают лучшую точность, но могут снизить производительность из-за перегрузки 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	<p>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> <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	Invert coolant	Битовая маска ¹	По умолчанию включение охлаждения

	pins Инверсия сигналов управления охлаждением		осуществляется установкой высокого уровня на соответствующей ножке микроконтроллера. Контроллеры Инектра спроектированы в соответствии с этим утверждением, поэтому инверсия сигналов охлаждения не требуется: \$15=0. Расшифровка маски: бит0 - основное охлаждение (Flood) бит1 - дополнительное охлаждение (Mist)
16	Invert spindle signals Инверсия сигналов управления шпинделем	Битовая маска ¹	Расшифровка битовой маски: бит0 - Spindle Enable бит1 - Spindle Direction бит2 - PWM (ШИМ) По умолчанию активному уровню сигнала соответствует высокий уровень на ножке микроконтроллера. Контроллеры Инектра спроектированы в соответствии с этим утверждением, поэтому инверсия сигналов управления шпинделем не требуется: \$16=0
17	Pullup disable control pins Подтяжка сигналов управления к питанию отключена	Битовая маска ¹	Настройка данного параметра для контроллеров Инектра не требуется, так как входные цепи сигналов управления содержат подтягивающие к питанию (pull-up) резисторы. Значение параметра должно быть равно \$17=0 Для расшифровки битовой маски см. параметр 14.
18	Pullup disable limit pins Подтяжка сигналов концевых датчиков к питанию отключена	Битовая маска ¹	Настройка данного параметра для контроллеров Инектра не требуется, так как входные цепи сигналов концевых датчиков содержат подтягивающие к питанию (pull-up) резисторы. Значение параметра должно быть равно \$18=0 Для расшифровки битовой маски см. параметр 5.
19	Pullup disable probe pin Подтяжка сигнала Z-щупа к питанию отключена	Логический	Настройка данного параметра для контроллеров Инектра не требуется, так как входная цепь сигнала датчика высоты инструмента содержит подтягивающий к питанию (pull-up) резистор. Значение параметра должно быть равно \$19=0

20	<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, 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	Homing cycle	Битовая маска ¹	Процедура поиска домашнего положения

	Поиск домашнего положения		<p>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	Homing direction invert Инвертирование направления поиска домашнего положения	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	Homing locate feed rate Скорость подачи при точном определении домашнего положения	мм/мин	<p>Процедура поиска начальной точки сначала ищет концевые выключатели с повышенной скоростью, а после того как их обнаружит, двигается в начальную точку с пониженной скоростью для точного определения ее положения - эта пониженная скорость и задается параметром 24. Установите ее в некоторое значение, обеспечивающее повторяемое и точное определение местоположения начальной точки.</p>
25	Homing search seek rate Скорость подачи при	мм/мин	<p>Данный параметр определяет начальную (повышенную) скорость, с которой контроллер пытается грубо найти концевые выключатели домашнего положения. Откорректируйте это значение, позволяющее переместиться к</p>

	поиске домашнего положения		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	<p>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.</p> <p>Установите значение задержки достаточное, чтобы выключатели обеспечивали устойчивое срабатывание. Для большинства случаев подойдет значение в пределах 5-25 миллисекунд.</p>
27	Homing switch pull-off distance Отъезд от начальной точки	Миллиметры	<p>После того, как концевой выключатель домашнего положения найден, контроллер отъезжает от него на небольшое расстояние. Делается это для того, чтобы в домашнем положении датчики не находились в «засвеченном» состоянии, а также чтобы избежать непреднамеренного срабатывания датчиков в процессе работы станка.</p> <p>Обычно значение 2-3 мм вполне достаточно.</p>
28	G73 retract distance Расстояние втягивания G73	Миллиметры	Расстояние втягивания инструмента в цикле высокоскоростного сверления командой G.73
29	Pulse delay Задержка шагового импульса	Микросекунды	Обычно изменение этого параметра не требуется, оставьте его значение в 0.
30	Maximum spindle speed Максимальная скорость вращения шпинделя	об/мин	<p>Задает скорость вращения шпинделя, соответствующую максимальной скважности ШИМ-сигнала (1). Скважности 1 соответствует постоянный уровень 5В на выходе DPWM и уровень 10В на аналоговом выходе APWM.</p> <p>Таким образом, если, скажем, $f_{30}=24000$, то команда M3 S12000 приведет к генерации ШИМ сигнала на выходе DPWM в виде периодических прямоугольных импульсов скважностью 0.5, что будет соответствовать аналоговому уровню 5В на выходе APWM.</p>
31	Minimum spindle speed	об/мин	Задает скорость вращения шпинделя, соответствующую минимальной скважности ШИМ-сигнала (0.004). Скважности 0.004

	Минимальная скорость вращения шпинделя		соответствуют очень короткие периодические импульсы (длительность зависит от частоты, определяемой параметром 33) на выходе DPWM, и постоянное напряжение 0.04В на аналоговом выходе APWM. Значение \$31=0 соответствует отключению шпинделя, и выходы ШИМ всегда равны 0В.
32	Mode of operation Режим работы	Целое	0 - Режим фрезерного станка 1 - Режим лазера Отличие режима лазера от режима фрезера состоит в том, что при работе в режиме лазера, когда обороты шпинделя (мощность лазера) меняются командой S, станок будет продолжать движение от точки к точке в соответствии с заданной последовательностью команд G1, G2, или G3. Значение скважности ШИМ, отвечающего за управление оборотами шпинделя, будет меняться в процессе движения сразу же, без выполнения остановки. Второе отличие состоит в том, что при выполнении ускоренного перемещения по команде G0, происходит отключение сигнала ШИМ, чтобы лазер не прожег рабочую поверхность во время холостого хода. Если параметр отключен (значение 0), станок будет вести себя как обычно, прерывая движение каждый раз, когда встречает команду изменения оборотов шпинделя S. Это стандартное поведение для фрезерных станков, формирующее некоторую паузу, чтобы шпиндель успел изменить скорость своего вращения. На холостом ходу (по команде G0) отключать ШИМ (шпиндель) не требуется.
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: 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 Настройка оси для выполнения парковки	Целое	<p>Определяет, по какой оси выполнять парковку:</p> <p>0 - ось X, 1 - ось Y, 2 - ось Z.</p>
43	Homing passes Количество	Целое	Определяет, какое количество циклов требуется выполнить при выполнении процедуры поиска домашнего положения. Диапазон значений от 1

	циклов поиска домашнего положения		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	
57	Parking pull-out rate	мм/мин	
58	Parking target	Миллиметры	
59	Parking fast rate	мм/мин	
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: <ol style="list-style-type: none">1. Перемещение в мм, соответствующее одному обороту двигателя. Это зависит от размера шестерней ременной передачи или шага винта.2. Количество полных шагов на один оборот двигателя (обычно 200).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

			<p><i>нужную точность перемещения по осям и удобные эксплуатационные характеристики.</i></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><i>Совет: используйте процедуру калибровки (функция Станок → Калибровка в графическом визуализаторе Inectra CNC Visualizer) для точного определения разрешения оси.</i></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	мм/с ²	См. описание параметра 120

	Ускорение по оси Y		
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	<p>Параметр определяет режим смены инструмента. Возможны значения:</p> <p>0 - Нормальный режим - перемещение на позицию и смена инструмента осуществляются вручную.</p> <p>1 - Ручное зондирование - откат оси инструмента в домашнее положение для смены инструмента, использование команд перемещения или \$PTW (Probe Tool Workpiece) для определения касания.</p> <p>2 - Ручное зондирование, G59.3 - откат оси инструмента в домашнее положение, затем отступ по команде G59.3 для смены инструмента. Для зондирования используются команды перемещения или \$PTW.</p> <p>3 - Автоматическое зондирование, G59.3 - откат оси инструмента в домашнее положение для смены инструмента, затем отступ по команде G59.3 для автоматического зондирования.</p> <p>Все режимы кроме нормального возвращают инструмент в исходное положение после смены.</p>
342	Tool change probing distance	мм	Максимальное расстояние для автоматического поиска позиции смены инструмента или по команде \$TPW.

	Расстояние поиска позиции смены инструмента		
343	Tool change locate feed rate Скорость подачи при точном определении позиции смены инструмента	мм/мин	Скорость подачи для точного позиционирования датчика смены инструмента, чтобы точно определить отступ.
344	Tool change search seek rate Скорость подачи при поиске позиции смены инструмента	мм/мин	Скорость поиска датчика смены инструмента перед медленной фазой точного позиционирования.
450	Spindle spin up delay Задержка на разгон шпинделя	Секунды	При всяком изменении скорости вращения шпинделя (командой S) или включении шпинделя командами M3/M4 контроллер выдерживает заданный интервал времени, чтобы дать возможность фрезе раскрутиться и не повредить её перед началом движения.

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