

PUMOTIX Documentation

Purelogic R&D

Содержание

1. Общая информация о системе PUMOTIX	5
1.1 Условия пользования программным продуктом PUMOTIX	7
1.2 Чем PUMOTIX лучше других ЧПУ систем?	11
1.3 Начало работы с системой PUMOTIX	13
1.4 Переход на PUMOTIX из других ЧПУ систем	19
1.5 Системные требования	20
1.6 Настройка ПО	21
1.6.1 Основные настройки	22
1.6.2 Настройка двигателей	24
1.6.3 Настройка осей	26
1.6.4 Настройка сигналов	32
1.6.5 Настройка параметров G-кода	34
1.6.6 Настройки шпинделей	35
1.6.7 Настройки системы	36
2. Особенности функционирования системы	37
2.1 Выполнение подготовительного перемещения	38
2.2 Коррекция скорости вращения шпинделя при переопределении подачи	41
2.3 Настройка удалённого доступа	42
2.4 Поворот системы координат	43
2.5 Поддерживаемые режимы движения по траектории	45
2.6 Пробинг	51
2.7 Рабочие системы координат	52
2.8 Запуск нескольких экземпляров ПО	53
3. Опции и модули PUMOTIX	55
3.1 Пакеты опций	61
4. Модуль фрезеровки	63
5. Модуль плазменной резки	64
5.1 Интерфейс модуля плазменной резки	66
5.2 Описание параметров плазменной резки	71
5.3 Настройка параметров резки	75
5.4 Способы управления осью Z и подачей	79
5.5 Работа с библиотекой параметров резки	81
5.6 Описание входных и выходных сигналов модуля плазменной резки	85
5.7 Как сделать первый рез?	86
6. Модуль газокислородной резки	88
6.1 Требования безопасности	89
6.2 Интерфейс модуля газокислородной резки	90
6.3 Режимы работы с осью Z	94
6.4 Клапаны и задержки	96
6.5 Параметры газокислородной резки	98
6.6 Рабочий процесс	101
6.7 Библиотека параметров газокислородной резки	107
6.8 Описание входных и выходных сигналов модуля газокислородной резки	110
7. Описание G-кодов	111
7.1 Список G-кодов, поддерживаемых системой	112
7.1.1 G0-G10	113
7.1.1.1 G0: Ускоренное линейное перемещение	114
7.1.1.2 G1: Линейное перемещение	115
7.1.1.3 G2, G3: Круговое перемещение	116
7.1.1.4 G4: Пауза	119
7.1.1.5 G10 L2: Установка смещения начала координат	120
7.1.1.6 G10 L20: Установка смещения начала координат (вычисленное значение)	122
7.1.2 G11-G30	123
7.1.2.1 G17 - G19.1: Выбор рабочей плоскости	124
7.1.2.2 G28, G28.1: Вернуться на предопределённую позицию	125
7.1.2.3 G30, G30.1: Вернуться на предопределённую позицию	126
7.1.3 G38.x: Пробинг	127
7.1.4 G40-G79	128
7.1.4.1 G40, G41, G42: Компенсация диаметра инструмента	129
7.1.4.2 G53: Перемещение в машинных координатах	130
7.1.4.3 G54-G59.3: Выбор системы координат	131
7.1.4.4 G61, G61.1, G64: Выбор режима прохода траектории	132
7.1.4.5 G73: Цикл сверления со стружкодроблением	133
7.1.5 G80-G89: Постоянные циклы	134
7.1.5.1 G80: Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы	137
7.1.5.2 G81: Цикл сверления	138
7.1.5.3 G83: Цикл глубокого сверления	140
7.1.5.4 G85: Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче	141
7.1.5.5 G89: Цикл растачивания с паузой и отводом на рабочей подаче	142
7.1.6 G90-G99	143
7.1.6.1 G90, G91: Задание режима абсолютных/относительных координат	144
7.1.6.2 G90.1, G91.1: Задание режима абсолютных/относительных координат для центра дуги	145
7.1.6.3 G92: Смещение начала координат	146

7.1.6.4 G92.1, G92.2: Отмена смещения G92	147
7.1.6.5 G92.3: Восстановление смещения G92	148
7.1.6.6 G93, G94: Формат задания подачи	149
7.1.6.7 G98, G99: Режим возврата на уровень по Z в постоянных циклах	150
7.2 Список модальных состояний интерпретатора G-кода	151
8. Описание M-кодов	152
8.1 Стандартные M-коды модуля фрезеровки	153
8.2 Стандартные M-коды модуля плазменной резки	154
8.3 Стандартные M-коды модуля газокислородной резки	155
8.4 Дополнительные M-коды модуля плазменной резки	156
8.5 Макросы для омического датчика	158
8.6 Макрос для поиска центра отверстия	160
9. Описание функций макроязыка	161
9.1 Входы и выходы	162
9.2 Управление осями	165
9.3 Поиск базы	168
9.4 Управление шпинделем	169
9.5 Другие команды	171
9.6 Плазменная резка	173
9.7 Газовая резка	176
9.8 Смена инструмента	179
9.9 Управление по Modbus	181
10. Фоновые операции	182
10.1 Создание фоновой операции	183
10.2 Функции для разработки фоновых макросов	184
11. Modbus	192
11.1 Управление шпинделем по Modbus на примере Sunfar E500	193
11.2 Функции для управления по Modbus	196
12. Ответы на типовые вопросы пользователей	197
12.1 Как запросить лицензию?	198
12.2 Как применить лицензию?	200
12.3 Для чего нужно делать поиск базы?	202
12.4 Возможно ли в PUMOTIX подключить две оси на один пин Home?	204
12.5 Как продолжить выполнение УП с места остановки?	205
12.6 Как создать пользовательский макрос?	206
12.7 ОШИБКА «Контроллер: операция невозможна»	212
12.8 Преимущества контроллера над классическим LPT	216
12.9 Про Charge Pump	217
12.10 Системы координат станка	218
12.11 Как работать со сменой инструмента?	219
12.12 Для чего нужна «Таблица инструментов»?	222
12.13 Формируем логи PUMOTIX	226
12.14 Личный кабинет пользователя на pumotix.ru	228
12.15 Как найти параметр "Количество сигналов Step"	234
13. Плагины	236
13.1 Пульты и джойстики	237
14. История обновлений	238
14.1 Версия 3.2.4 (v. 3.2.19298.22005)	239
14.1.1 3.2.4 ru.html	240
14.2 Версия 3.0.1 (v. 3.0.19218.17238)	241
14.2.1 3.0.1 ru.html	242
14.3 Версия 3.0.0 (v. 3.0.19185.15130)	243
14.3.1 3.0.0 ru.html	244
14.4 Версия 2.4.1 (v. 2.4.19109.10037)	245

Общая информация о системе PUMOTIX

Предоставляем Вам систему управления станком с ЧПУ - **PUMOTIX**. Это программное обеспечение основывается на базе хорошо Вам известной программы PureMotion.

Почему появился PUMOTIX?

В новом продукте, получившем название **PUMOTIX**, мы решили отказаться от привычных пользователю редакций STANDARD и PRO.

Основываясь на опыте, полученном при разработке PureMotion и общении с пользователями, в **PUMOTIX** мы попытались заложить более гибкую систему лицензирования, разбив весь функционал программы на множество обособленных опций, которые можно приобретать отдельно. Мы надеемся, что такой подход будет более доступным для пользователей системы, так как можно будет купить только те функции, которые будут нужны.

Краткий список изменений, вошедших в PUMOTIX

- Переработана система лицензирования.
- Переработано ядро системы, добавлена многопоточность. Это позволило значительно сократить время открытия файлов УП на компьютерах с многоядерными процессорами.
- Минимизировано количество обращений к жёсткому диску при выполнении УП.
- Оптимизировано сетевое взаимодействие между серверной и клиентской частью программного обеспечения.
- Оптимизирован механизм поиска устройств в локальной сети.

Все G-коды, ранее использовавшиеся в PureMotion полностью совместимы с **PUMOTIX**.

Это неокончательный список. [Работы над усовершенствованием ПО](#) ведутся ежедневно.

Кратко о нововведениях и лицензировании

Теперь в меню "Конфигурация" появился пункт "[Менеджер лицензий](#)", заходя в который пользователь системы должен видеть дерево всех опций, а так же информацию об установленной лицензии, и различные вспомогательные элементы управления. В дереве опции сгруппированы по категориям:

- Базовые опции - те опции, которые всегда доступны независимо от лицензии (эти опции бесплатны и всегда активны);
- Общие опции - включают в себя различные функции, не относящиеся к какому-то конкретному модулю;
- Плазменная резка - опции для обеспечения работы плазменной резки;
- Газокислородная резка - опции для обеспечения работы газокислородной резки;
- Фрезерная обработка - опции для фрезера;
- Токарная обработка - опции пока не реализованы;
- 3D печать - опции пока не реализованы;
- Лазерная резка - опции пока не реализованы.



При переходе с PureMotion на **PUMOTIX** автоматически будут активированы те опции, которые входили в действующую лицензию PureMotion на момент перехода.

Например, если в контроллере была активирована лицензия PureMotion Стандартная, то при переходе на **PUMOTIX** у пользователя включатся все опции, которые ранее входили в версию Стандарт. То есть пользователь Стандарта при переходе на **PUMOTIX** не теряет никакой функционал, который ему был доступен в PureMotion. Остальные опции при желании и необходимости могут быть докуплены в любое время.

Если переход выполняется с лицензии PureMotion PRO, то в **PUMOTIX** контроллер получит полный набор активированных опций до даты истечения лицензии (или бессрочно, если лицензия PureMotion была бессрочной).

Если подключенный контроллер PLCM ранее не имел никакой лицензии PureMotion (например, абсолютно новый или пришел из Mach3), то ему будут доступны только базовые опции.

Если в качестве контроллера перемещений выбран Симулятор, то все имеющиеся опции будут активны.

Для большинства опций в дереве доступен пробный период, заданный **в машинных часах**. То есть, если Вы активировали пробный период и не пользовались станком две недели по каким-то причинам, он у Вас не исчезнет. Обратный отсчет оставшегося времени пробного периода идет **только когда станок включен** и работает.

Установка PUMOTIX и влияние на PureMotion

PUMOTIX устанавливается через инсталлятор точно так же, как и PureMotion. Эти две программы на компьютере не пересекаются. Пользователь имеет полное право работать как в PureMotion, так в **PUMOTIX**. Лицензия PureMotion при миграции на **PUMOTIX** не блокируется. При желании всегда можно пользоваться PureMotion как и ранее.



Не рекомендуется запускать PureMotion и **PUMOTIX** одновременно, так как они используют общие ресурсы, например, контроллер или сетевые порты.

При первой установке **PUMOTIX** будет выполнена автоматическая миграция конфигурации и лицензии из PureMotion, поэтому все настройки программы и контроллера останутся прежними.

Условия пользования программным продуктом PUMOTIX

Версия 1.0 от 26 июня 2019 г.

Настоящие условия пользования являются неотъемлемой частью сублицензионных договоров, заключаемых между Правообладателем или его Сублицензиатами и контрагентами.

1. Определения

1.1. **Программный продукт** – обозначает программное обеспечение, сопроводительные материалы, обновления, описанные в Руководстве Пользователя, права на использование которого принадлежат Правообладателю.

1.2. **Правообладатель** (обладатель исключительного права на Программный продукт) – ООО «ПЛ».

1.3. **Компьютер** – оборудование, для работы на котором предназначен Программный продукт, на которое устанавливается Программный продукт и/или на котором используется Программный продукт.

1.4. **Контроллер** — электронное изделие, предназначенное для управления станком с ЧПУ совместно с Программным продуктом.

1.5. **Пользователь (Вы)** – Покупатель (Сублицензиат), в т. ч. физическое лицо, которое устанавливает или использует Программный продукт от своего лица или правомерно владеет копией Программного продукта. Если Программный продукт был загружен или приобретен от имени юридического лица, то под термином Пользователь (Вы) далее подразумевается юридическое лицо, для которого Программный продукт был загружено или приобретен и которое поручило отдельному физическому лицу принять данное соглашение от своего лица.

1.6. **Обновление(-я)** – все улучшения, исправления, расширения и/или модификации Программного продукта.

1.7. **Руководство Пользователя** – сопроводительные печатные и иные материалы, Руководство Пользователя, Руководство Администратора, справочник, файл справки и аналогичные им печатные и электронные документы.

1.8. **Лицензиат** – ООО «ПЛ», передающее права на использование Программного продукта Пользователю.

2. Предоставление лицензии

2.1. **Пользователю** предоставляется неисключительная лицензия на использование **Программного продукта** для управления станком с ЧПУ, при условии соблюдения **Пользователем** всех технических требований, описанных в **Руководстве Пользователя**, а также всех ограничений и условий использования **Программного продукта**, указанных в настоящих **Условиях пользования**.

2.2. Программный продукт может работать только вместе с **Контроллером**. При активации данного **Программного продукта** выполняется привязка к конкретному **Контроллеру**.

2.3. Для повторной активации программы в случае выхода **Контроллера** из строя необходимо прислать поврежденный **Контроллер** в Службу технической поддержки **Лицензиата** для его осмотра и идентификации. После замены **Контроллера** происходит повторная активация **Программного продукта** через получение нового ключа для нового **Контроллера**. Если процесс идентификации **Контроллера** не возможен по причине его полного разрушения или утраты, право на использование **Программного продукта** прекращается полностью и окончательно.

2.4. Без **Контроллера** возможна установка и использование **Программного продукта** только в ознакомительных целях. При этом работа и поведение **Программного продукта** может функционально отличаться от работы **Программного продукта** при использовании **Контроллера**.

2.5. **Пользователь** может передать право на использование **Программного продукта** другому физическому лицу при условии, что он передает получателю право на использование **Программного продукта** в пределах объема прав, полученных от **Лицензиата**, а получатель в полном объеме соглашается с условиями настоящего **Лицензионного соглашения**. При передаче полного объема прав на использование **Программного продукта** другому физическому лицу **Пользователь** полностью передает получателю все права на использование **Программного продукта**, полученные от **Лицензиата**, при этом у Вас не остается ни одной копии **Программного продукта**, включая архивную. При передаче прав на использование **Программного продукта** **Пользователь** обязан проинформировать об этом **Лицензиата**. Передача прав на использование **Программного продукта** возможна только вместе с передачей **Контроллера**, на который зарегистрирован данный экземпляр **Программного продукта**.

2.6. Для использования **Программного продукта** может потребоваться регистрация на сайте <http://pumotix.ru> или другом сайте, который укажет **Правообладатель**.

2.7. **Программный продукт** может быть установлен и использован на любом количестве **Компьютеров** при условии, что все установленные копии будут использоваться для управления одним **Контроллером**, к которому была применена активация приобретенного экземпляра **Программного продукта**.

2.8. **Программный продукт** использует часы **Компьютера** для проверки актуальности установленной лицензии. В случае обнаружения нестандартных манипуляций с текущим временем, например, перевода текущего времени назад, **Программный продукт** может быть заблокирован. Для восстановления работоспособности может потребоваться обращение в Сервисную службу.

2.9. В случае нарушения Вами какого-либо из условий заключенного договора или настоящих **Условий пользования Лицензиат** или **Правообладатель** вправе прервать действие данного договора об использовании **Программного продукта** в любое время без Вашего уведомления и без возмещения стоимости **Программного продукта** или его части.

2.10. Для проверки правомерности использования **Программного продукта** **Лицензиат** оставляет за собой право применять средства проверки наличия у Вас лицензионной копии **Программного продукта**. **Программный продукт** может передавать **Лицензиату** и **Правообладателю** информацию о лицензии, необходимую для проверки правомерности его использования. Если проверка не может быть выполнена за определенный промежуток времени, указанный в **Руководстве Пользователя**, то **Программный продукт** будет работать с ограничением функционала.

3. Техническая поддержка

3.1. Техническая поддержка предоставляется при условии установки **Пользователем** последнего обновления **Программного продукта** и в соответствии с правилами оказания технической поддержки, описанными на сайте, указанном в настоящих **Условиях пользования**.

3.2. Данные **Пользователя**, указанные в «личном кабинете» на сайте **Лицензиата**, могут быть использованы специалистами Службы технической поддержки только при обработке его запроса в указанную Службу.

3.3. Техническая поддержка может предоставляться на платной основе.

4. Предоставление информации

4.1. Для повышения качества работы **Программного продукта** Вы соглашаетесь в автоматическом режиме предоставлять информацию о критических ошибках, возникающих при работе **Программного продукта**, статистику использования **Программного продукта**, данные об активации и версии используемого **Программного продукта**.

Передаваемая информация не содержит персональных данных и иной конфиденциальной информации **Пользователя**. Полученная информация защищается в соответствии с установленными законом требованиями.

5. Ограничения

5.1. **Пользователь** не вправе декомпилировать, дизассемблировать или модифицировать **Программный продукт**, целиком или частично, за исключением случаев, предусмотренных законодательством.

5.2. Запрещается передавать право на использование **Программного продукта** третьим лицам, за исключением случаев, указанных в п. 2.5 настоящего **Лицензионного соглашения**.

5.3. Запрещается передавать и предоставлять доступ к коду активации и/или файлу ключа третьим лицам в нарушение положений настоящего **Лицензионного соглашения**, за исключением случаев, указанных в п. 2.5 настоящего **Лицензионного соглашения**. Код активации и файл ключа являются конфиденциальной информацией.

5.4. Запрещается сдавать **Программный продукт** в аренду, прокат или во временное пользование.

5.5. Запрещается проводить анализ сетевого протокола обмена данными между компонентами **Программного продукта**, а также между **Программным продуктом** и **Контроллером**.

5.6. **Лицензиат** или **Правообладатель** имеет право заблокировать лицензию в случае нарушения **Пользователем** условий настоящего **Лицензионного соглашения**.

5.7. За нарушение интеллектуальных прав на **Программный продукт** нарушитель несет гражданскую, административную или уголовную ответственность в соответствии с законодательством.

6. Ограниченная гарантия и отказ от предоставления гарантий

6.1. **Лицензиат** гарантирует работу **Программного продукта** в соответствии с описанием, изложенным в **Руководстве пользователя**.

6.2. **Лицензиат** не несет ответственности за порчу оборудования, произошедшую вследствие неверных настроек **Программного продукта** или ошибок, допущенных оператором станка ЧПУ.

6.3. **Лицензиат** не гарантирует работоспособность **Программного продукта** при нарушении условий, описанных в **Руководстве пользователя**, а также в случае нарушения **Пользователем** условий настоящего **Лицензионного соглашения**.

6.4. **Пользователь** соглашается с тем, что **Программный продукт** предоставляется со стандартными настройками, применяемыми по умолчанию, и Вы несете ответственность за корректную настройку **Программного продукта** для работы с конкретным оборудованием **Пользователя**.

6.5. За исключением устанавливаемой в настоящем пункте ограниченной гарантии, **Программный продукт** поставляется «как есть». **Лицензиат** и его партнеры не дают никаких гарантий на его использование или производительность, за исключением гарантий, условий, представлений или положений, степень которых не может быть исключена или ограничена в соответствии с применимым законодательством. **Лицензиат** и его партнеры не дают никаких гарантий, условий, представлений или положений (выражаемых в явной или в подразумеваемой форме) на все, включая без ограничений ненарушение прав третьих лиц, коммерческое качество, интеграцию или пригодность для определенных целей. Вы соглашаетесь с тем, что вы несете ответственность за выбор **Программного продукта** для достижения нужных результатов, за установку и использование **Программного продукта**, а также за результаты, полученные с его помощью.

7. Ограничение ответственности

7.1. В максимальной степени, допускаемой применимым законодательством, **Лицензиат** и/или его партнеры не несут ответственности за какие-либо убытки и/или ущерб (в том числе убытки в связи с порчей заготовок, порчей оборудования, недополученной коммерческой прибылью, прерыванием деятельности, утратой информации или иной имущественный ущерб), возникающие в связи с использованием или невозможностью использования **Программного продукта**, даже если **Лицензиат** и его партнеры были уведомлены о возможном возникновении таких убытков и/или ущерба. В любом случае ответственность **Лицензиата** и его партнеров по любому из положений настоящего соглашения ограничивается суммой, фактически уплаченной вами за **Программный продукт**. Настоящие ограничения не могут быть исключены или ограничены в соответствии с применимым законодательством.

Чем PUMOTIX лучше других ЧПУ систем?

Система управления ЧПУ PUMOTIX — это инновационная российская разработка, не уступающая по своим возможностям профессиональным системам с мировым именем. Программное обеспечение имеет простой и понятный русский интерфейс, а широкий набор функций позволяет свести к минимуму брак и сделать процесс работы на станке быстрым и удобным.

Общие функции

- Клиент-серверная архитектура обеспечивает гибкость настройки и управления ЧПУ-системой. Вы можете управлять несколькими станками ЧПУ с одного рабочего места;
- эффективная обработка объемных управляющих программ. На современных компьютерах размер управляющей программы ограничен только размером доступной оперативной памяти. Многие ЧПУ системы "зависают" или "падают" при загрузке объемных УП;
- инновационный математический алгоритм 9-мерной адаптивной интерполяции траектории с поддержкой [трех режимов движения](#) по траектории:
 - **ExactStop** - режим точного прохождения траектории с полной остановкой в углах - очень медленно, но максимально точно;
 - **Exact Path** - точное прохождение траектории при сохранении максимально возможной скорости;
 - **Continuous Velocity (CV)** - режим сохранения максимальной скорости на поворотах за счет отклонения от траектории на заданную величину, при этом величина допуска может регулироваться непосредственно в G-коде;
- адаптивный интерфейс и поддержка сенсорных экранов обеспечивает одинаковое удобство работы с системой на всех современных ПК;
- отрисовка УП в режиме 3D-поверхности позволяет оценить внешний вид будущей детали еще на этапе подготовки к работе;
- расширенная поддержка внешних устройств управления (пультов и даже геймпадов) и их гибкая настройка доступны прямо "из коробки";
- быстрая реакция системы на команду остановки выполнения УП без потери координат;
- возможность продолжить выполнение УП после остановки, даже с середины кадра;
- несколько режимов возврата инструмента на траекторию для продолжения выполнения УП. Это позволяет более гибко настроить поведение системы;
- автоматическая коррекция подачи в зависимости от диаметра заготовки при обработке цилиндрических поверхностей;
- состояние загруженной УП автоматически сохраняется между сеансами работы с системой;
- доступна возможность выполнения пользовательских макросов при старте и остановке при выполнении УП;
- расчет времени, оставшегося до конца выполнения УП, производится с учетом переопределения подачи (FeedRate override);
- продукт активно развивается, доступна техническая поддержка "с человеческим лицом", к тому же на русском языке.

Функции плазменной резки

- «Радиус поиска материала» позволяет пропустить процесс поиска заготовки и сразу начинает розжиг, если точка прожига находится достаточно близко к месту предыдущего поиска;
- «двухфазный поиск» сначала выполняет быстрое опускание резака и лишь в конце снижает скорость для точного определения положения;
- автоматическое снижение скорости в окружностях повышает качество реза в углах и значительно уменьшает конусность окружностей;
- в случае обрыва режущей дуги или срабатывания датчика касания/отрыва резака во время работы, система обеспечивает мгновенную остановку выполнения УП, при этом сохраняется возможность продолжить резку с места остановки, что позволяет дорезать контур и минимизировать брак;

- функция "Умный прожиг" позволяет значительно продлить срок службы расходных материалов выполняя подъем резака над материалом сразу после установления дуги, что защищает сопло от брызг раскаленного металла;
- «автозахват напряжения» используется если режущее напряжение заранее неизвестно. В этом случае система по истечению задержки регулирования фиксирует текущее фактическое напряжение как заданное;
- широкий набор правил для автоматического кратковременного отключения регулирования исключает касание резаком материала;
- возможность изменения всех основных параметров резки прямо "на лету", без остановки УП;
- удобная диагностика причин отсутствия коррекции высоты;
- высокая скорость реагирования на управляющие воздействия во время резки позволяет экономить рабочее время оператора при выполнении объемных работ;
- доступна временная блокировка и разрешение коррекции высоты резака "на лету" из G-кода, без задержек в выполнении УП;
- использование «библиотеки материалов» позволяет легко выбирать и переключать все параметры резки, зависящие от материала. В случае замены материала или изменения режущего тока не потребуется заново создавать УП в САМ-системе. Достаточно лишь выбрать в библиотеке соответствующий материал;
- Режим симуляции используется для пробного исполнения УП. В этом режиме все перемещения выполняются только в плоскости XY, ось Z не двигается, плазма не включается;
- прямо "из коробки" доступна поддержка следующих режимов управления контролем высоты резака над поверхностью заготовки:
 - использование контроллеров THC производства компании Purelogic;
 - режим управления по протоколу Up/Down;
 - ручная коррекция высоты с помощью клавиатуры или пультов.



Обратите внимание

За счет применения в системе PUMOTIX таких функций как «радиус поиска материала» и «двухфазный поиск» время холостых переездов между контурами уменьшается в несколько раз, что сокращает суммарное время выполнения УП до 2 раз по сравнению с другими система управления.

Функции газовой резки

- Режим симуляции реального прохождения траектории без поджига газовой горелки;
- мгновенная реакция системы на изменение параметров реза прямо во время выполнения УП;
- гибкое управление прогревом (ручной и автоматический режим);
- автоматическая система управления клапанами с возможностью гибкой настройки задержек их срабатывания позволяет свести к минимуму возможность ошибки оператора;
- использование библиотеки параметров реза уменьшает время, требуемое для перенастройки станка для работы с различными материалами;
- прямо "из коробки" доступна поддержка следующих режимов управления контролем высоты резака над поверхностью заготовки:
 - режим использования автономных контроллеров высоты газового резака;
 - ручная коррекция высоты с помощью клавиатуры или пультов.

Начало работы с системой PUMOTIX

Шаг 1. Установите программное обеспечение PUMOTIX.

Для установки программного обеспечения скачайте архив с ПО, распакуйте его, запустите содержащийся в нем файл установки и следуйте рекомендациям мастера установки.

После установки запустите программу с помощью ярлыка на рабочем столе или в меню Пуск.

Программное обеспечение PUMOTIX построено на основе клиент-серверной архитектуры. Серверная часть предназначена для непосредственного управления ЧПУ-станком с помощью контроллера, клиентская часть обеспечивает передачу команд оператора и отображение информации, полученной от серверной части.

Взаимодействие между ними, а также между серверной частью и контроллером обеспечивается средствами локальной вычислительной сети Ethernet. При этом для использования контроллера не требуется установка каких-либо дополнительных драйверов. Клиентская и серверная часть могут располагаться как на одной физической ЭВМ, так и на разных ЭВМ в одной локальной вычислительной сети. При этом допускается связь клиентской и серверной части по беспроводным сегментам сети при обеспечении стабильности и помехозащищенности канала связи. Взаимодействие серверной части и контроллера рекомендуется обеспечить по проводному каналу связи.

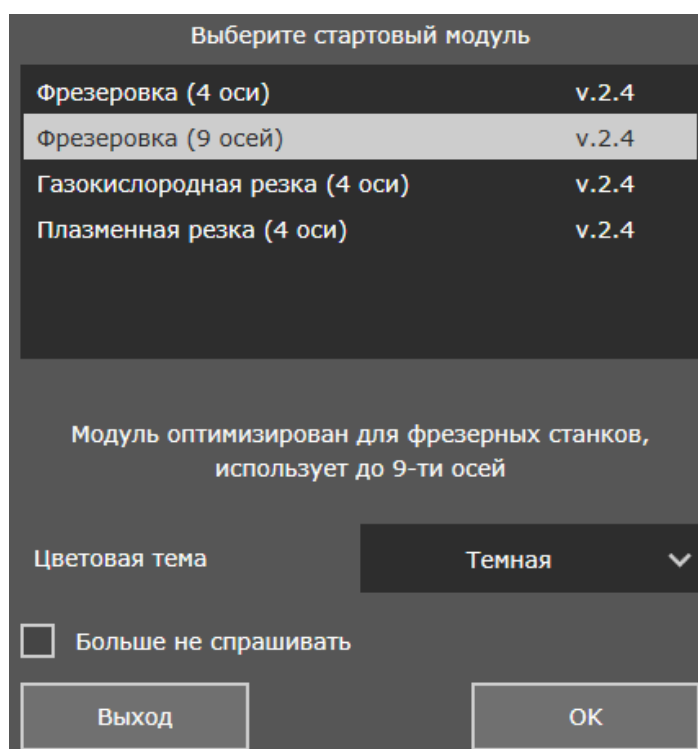


Внимание:

нарушение связи между сервером и контроллером приводит к автоматической остановке выполняемой станком программы.

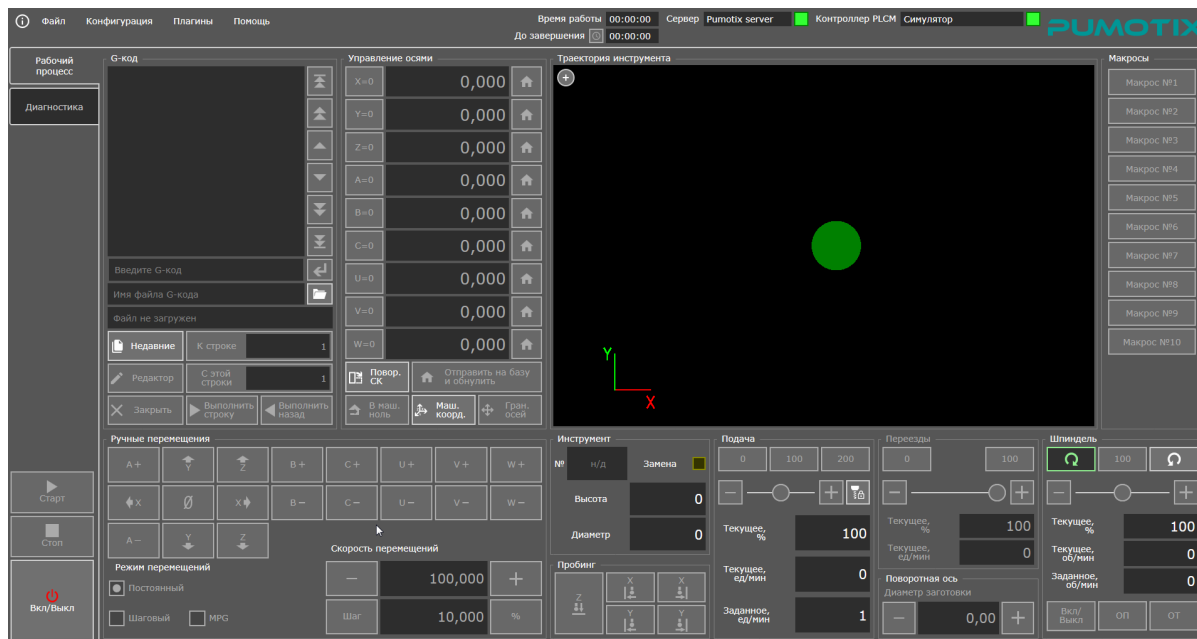
Шаг 2. Настройте программное обеспечение.

После запуска клиентской части программы появится окно выбора стартового модуля. Модуль - это подгружаемый при старте программы набор функциональных возможностей и элементов интерфейса, предназначенный для поддержки того или иного рабочего процесса (Фрезеровка, плазменная резка, газовая резка и т.д.).

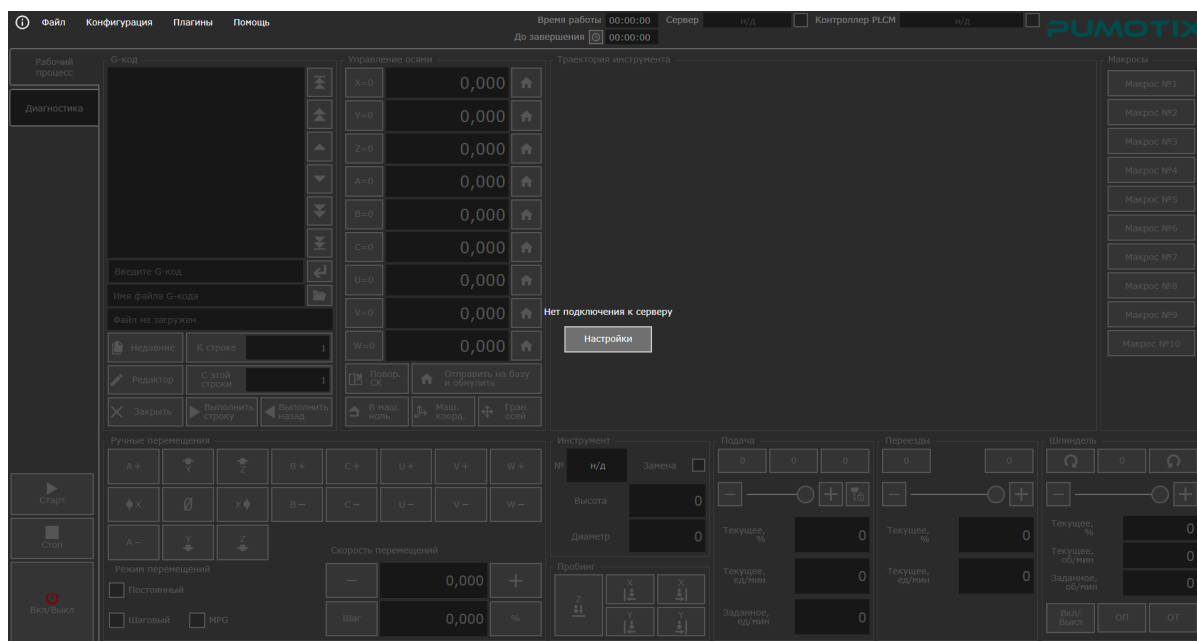


Выберите необходимый вам стартовый модуль и подтвердите выбор кнопкой «ОК».

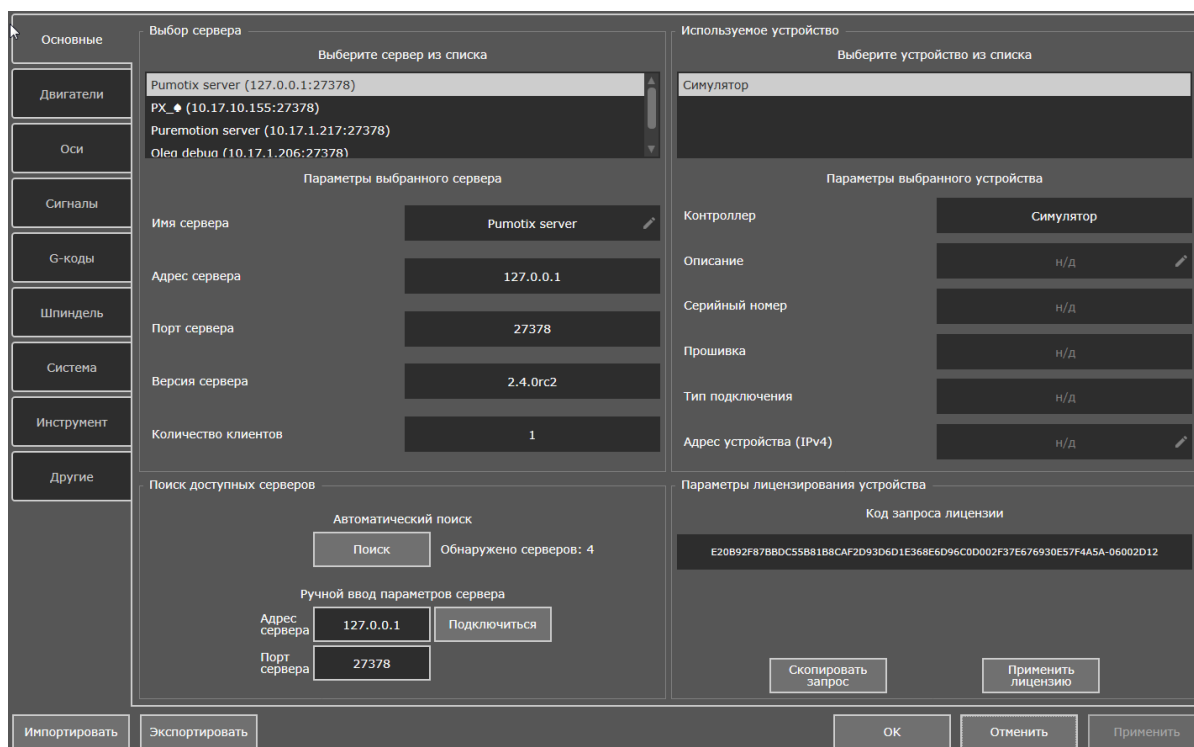
После загрузки выбранного модуля на экране появится интерфейс клиента.



Внешний вид и состав элементов управления может отличаться в зависимости от выбранного стартового модуля и примененной темы. Если клиентская часть программы при старте не смогла автоматически подключиться к серверной части по тем или иным причинам, то окно будет иметь следующий вид:



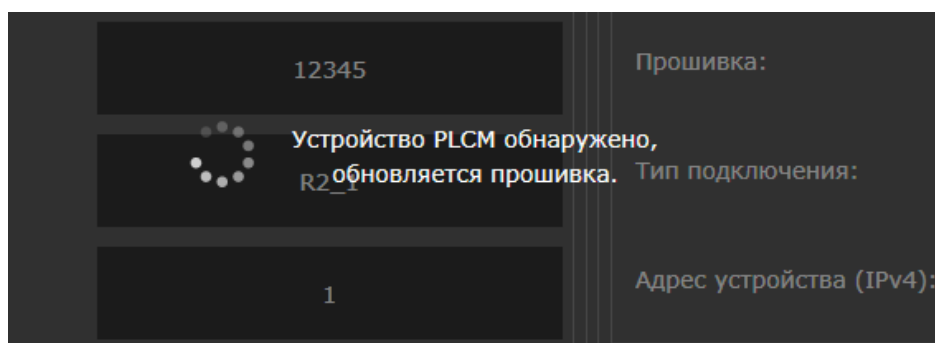
Для того, чтобы найти серверную часть ПО и подключиться к ней, нажмите кнопку «Настройки». Откроется окно настроек программы на вкладке «Основные настройки» (рисунок 8), произойдет автоматический поиск доступных в вашей локальной сети серверов и подключение к первому из обнаруженных.



Список обнаруженных серверов будет отображаться в верхней левой области экрана, выбранный сервер будет подсвечен. Если список серверов пуст, то удостоверьтесь, что серверная часть программы запущена на локальном или удаленном компьютере в вашей локальной сети и не заблокирована вашим брандмауэром. Вы можете повторить автоматический поиск серверов с помощью кнопки «Поиск» в нижней левой части окна «Настройки».

В верхней правой области окна отображается список доступных в вашей сети контроллеров PLCM. По умолчанию сразу после первого захода в окно настроек выбирается программный симулятор контроллера. Он предназначен исключительно для демонстрационных целей и позволяет оценить функционал программного обеспечения. Управление реальным станком с ЧПУ с помощью симулятора невозможно - для этого вам необходим аппаратный контроллер серии PLCM. Поиск и обновление списка доступных контроллеров производится серверной частью ПО автоматически. Если ваш контроллер отсутствует в списке, то проверьте подключение его к электропитанию и вашей локальной сети.

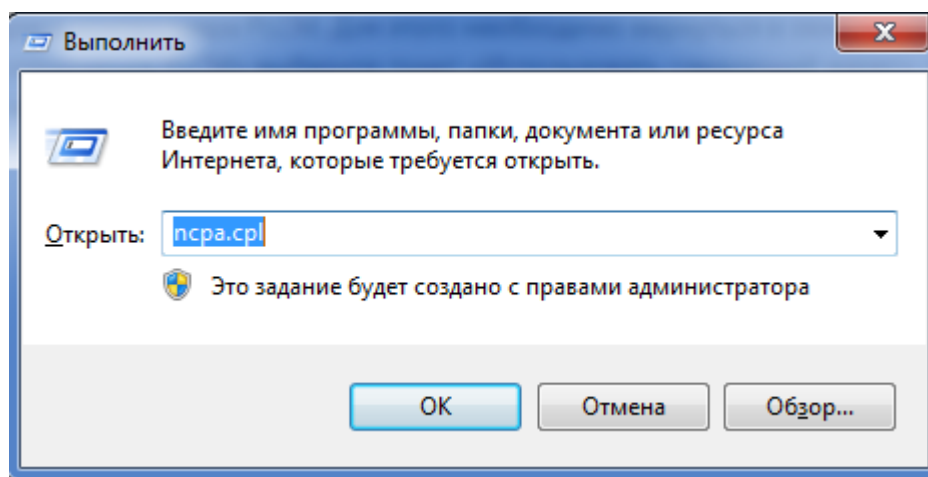
Для подключения к контроллеру выберите его в списке обнаруженных устройств. При этом автоматически начнется процесс обновления прошивки контроллера (при необходимости). Этот процесс может занять до нескольких минут, при этом на экране отображается соответствующая надпись. Не прерывайте его и не выключайте систему во время обновления прошивки.



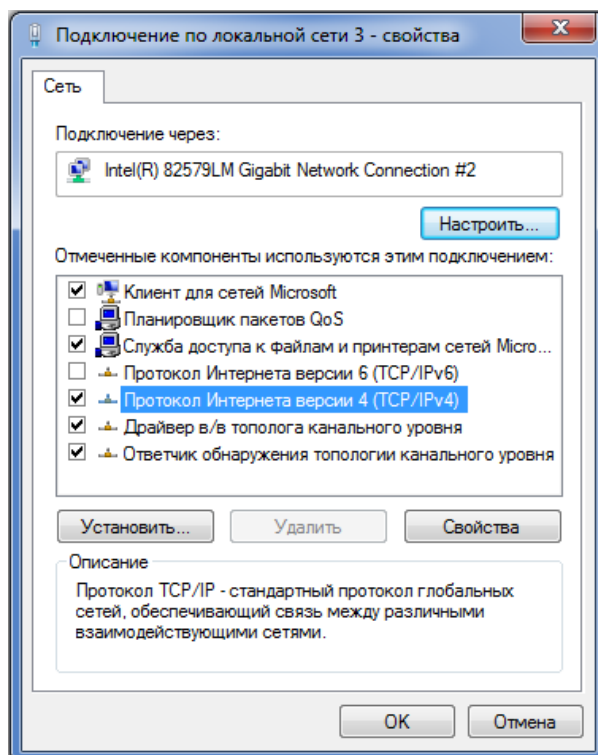
По окончании обновления прошивки сервер попыбует автоматически подключиться к контроллеру. Для этого контроллер должен иметь корректный IP-адрес. По умолчанию он настроен на автоматическое получение IP-адреса от DHCP-сервера в сети. Если это невозможно (например, если компьютер и контроллер соединены сетевым кабелем напрямую или в сети нет DHCP-сервера), контроллер автоматически получит адрес вида 169.254.XXX.XXX. Этот адрес можно использовать, но устойчивая работа гарантируется не на всех операционных системах, поэтому мы рекомендуем изменить его более корректный.

Для этого вам необходимо назначить статические IP-адреса сетевой карте компьютера, к которой подключен контроллер, и самому контроллеру. Сначала настройте статический адрес сетевой карты вашего компьютера. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

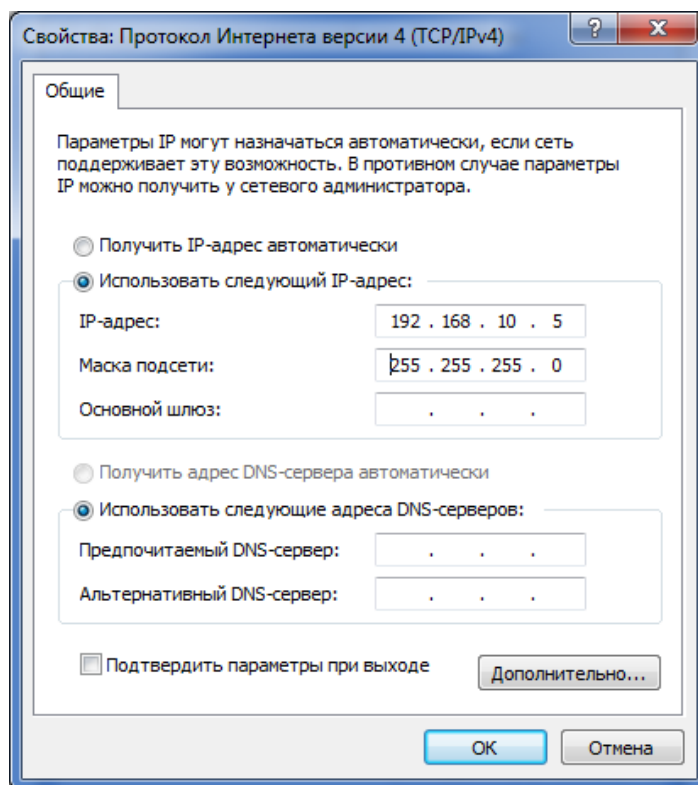
- для Windows XP: Пуск Панель управления Сетевые подключения;
- для Windows Vista и новее: нажать комбинацию клавиш Win () + R, ввести в открывшемся окне «Выполнить» команду `ncpa.cpl` и нажать клавишу Enter;



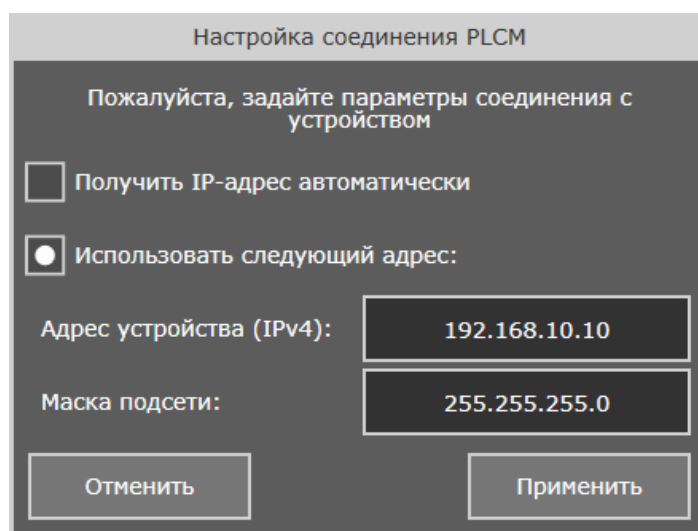
- найти в открывшемся окне сетевое подключение, использующееся для работы с вашим контроллером, щелкнуть по нему правой кнопкой мыши и выбрать опцию меню «Свойства»;
- в появившемся окне выбрать пункт «Протокол Интернет версии 4 (TCP/IPv4)» и нажать кнопку «Свойства»;



- в появившемся окне задать IP-адрес из диапазона локальных адресов (например, 192.168.10.5), маску по умолчанию (255.255.255.0), остальные поля оставить пустыми, после чего подтвердить выбор кнопкой «OK».



Теперь выполните настройку адреса контроллера PLCM. Для этого необходимо вернуться в окно программы, снова выбрать в настройках ваш контроллер, дождаться появления сообщения об отсутствии соединения с ним, после чего нажать кнопку «Изменить адрес». В появившемся окне «Настройка соединения PLCM» выберите пункт «Использовать следующий адрес», после чего задайте адрес из той же подсети, что и адрес сетевой карты вашего компьютера (например, 192.168.10.10), маску по умолчанию (255.255.255.0) и нажмите кнопку «Применить». Будет выполнена настройка сетевого адреса контроллера и повторная попытка подключения к нему. Если попытка успешна, то в окне настроек появится информация о выбранном вами контроллере.



Обратите внимание на область «Параметры лицензирования устройства» в нижней части вкладки «Основные настройки». Здесь отражены данные владельца лицензии, а также размещена кнопка перехода в окно [«Менеджер лицензий»](#).

ВНИМАНИЕ! Информация для активации PUMOTIX!

Как запросить лицензию?
Как применить лицензию?

Переход на PUMOTIX из других ЧПУ систем

Ниже рассмотрены варианты перехода контроллера PLCM на PUMOTIX в зависимости от последнего состояния контроллера. Рекомендуем перед прочтением ознакомиться также с документами:

1. [Общая информация о системе PUMOTIX](#)
2. [Начало работы с системой](#)

- **PLCM ранее никогда не использовался с PureMotion**

При первом подключении контроллера к PUMOTIX автоматически активируется бессрочная базовая лицензия, включающая в себя только набор базовых бесплатных опций. Все остальные опции будут в состоянии "Не активирована". Для каждой опции доступен свой пробный период в машинных часах для оценки ее преимуществ и необходимости в дальнейшем приобретении.

- **PLCM использовался с ограниченным по времени PureMotion STANDARD**

При подключении контроллера к PUMOTIX автоматически активируется ограниченная по времени базовая лицензия + набор тех опций, который был ранее доступен в PureMotion STANDARD. Срок действия лицензии PUMOTIX будет в точности совпадать со сроком действия лицензии PureMotion. Для неактивированных опций будет доступен пробный период.

- **PLCM использовался с бессрчным PureMotion STANDARD**

При подключении контроллера к PUMOTIX автоматически активируется бессрочная базовая лицензия + набор тех опций, который был ранее доступен в PureMotion STANDARD. Все включившиеся опции будут бессрчными. Для неактивированных опций будет доступен пробный период.

- **PLCM использовался с ограниченным по времени PureMotion PROFESSIONAL**

При подключении контроллера к PUMOTIX автоматически активируется ограниченная по времени базовая лицензия + все опции, которые ранее были доступны в PureMotion PROFESSIONAL. Общий срок действия лицензии PUMOTIX будет в точности совпадать со сроком действия лицензии PureMotion.

- **PLCM использовался с бессрчным PureMotion PROFESSIONAL**

При подключении контроллера к PUMOTIX автоматически активируется бессрочная базовая лицензия + все опции, которые ранее были доступны в PureMotion PROFESSIONAL. Все опции будут бессрчными.

Если контроллер с лицензией вышел из строя, обратитесь к нам на support@pumotix.ru. Наши сотрудники владеют достаточной информацией для восстановления Вашей лицензии!

Системные требования

Минимальные:

- ОС Microsoft Windows XP Professional **SP3**;
- Одноядерный процессор (Intel Pentium 4 / AMD Athlon XP) с тактовой частотой 2 ГГц и выше или двухъядерный с частотой 1.6 ГГц и выше;
- 1 Гб ОЗУ;
- Жесткий диск HDD с 1 Гб свободного пространства;
- Видеоадаптер с поддержкой OpenGL 2.1 и монитор с минимальным разрешением экрана 1280×800 пикселей (1024×768 для 4-осевого фрезерного модуля);
- Установленная платформа Microsoft .NET Framework 4.0;
- DirectX 9.0c и новее;
- Сетевой адаптер Ethernet;
- Сетевой коммутатор или маршрутизатор для подключения дополнительных Ethernet-устройств, таких как контроллер высоты плазменного резака THC или пульт PLCM-R1.

Рекомендуемые:

- ОС Microsoft Windows 7, 8, 8.1, 10 (x64);
- Процессор Intel Core i3 / AMD FX с тактовой частотой 2 ГГц и выше;
- 4 Гб ОЗУ;
- Твердотельный накопитель SSD с 5 Гб свободного пространства;
- Видеоадаптер с поддержкой OpenGL 4.5 и монитор с разрешением 1920×1080 пикселей;
- Установленная платформа Microsoft .NET Framework 4.0;
- DirectX 9.0c и новее;
- Сетевой адаптер Ethernet;
- Сетевой коммутатор или маршрутизатор для подключения дополнительных Ethernet-устройств, таких как контроллер высоты плазменного резака THC или пульт PLCM-R1.

Выше приведены рекомендуемые аппаратные и программные требования для компьютера. Теоретически программное обеспечение PUMOTIX может работать на ПК с более слабыми характеристиками, но мы не рекомендуем делать это, чтобы избежать неудобств при использовании программы.

Если используется монитор с разрешением, меньшим чем 1280×800 пикселей, то некоторые элементы графического интерфейса пользователя могут быть недоступны или не читабельны. Пожалуйста, соблюдайте минимальные требования по разрешению экрана монитора.

Если на станке предполагается использовать управляющие программы с большим числом строк (сотни тысяч или миллионов кадров), то требования к аппаратной части могут быть выше. Вы всегда можете испытать наше программное обеспечение в демо-режиме с использованием Симулятора на файлах УП различного объема, чтобы увидеть оценить производительность системы и определить, соответствует ли Ваш компьютер данному программному обеспечению.

Настройка ПО

- [Основные настройки](#)
- [Настройка двигателей](#)
- [Настройка осей](#)
- [Настройка сигналов](#)
- [Настройка параметров G-кода](#)
- [Настройки шпинделей](#)
- [Настройки системы](#)

Основные настройки

На вкладке «Основные» можно выбрать сервер для подключения. Клиент-серверная архитектура позволяет подключаться как к серверу, запущенному на локальной машине, так и к серверам на других компьютерах (доступен автоматический поиск серверов и ручное указание параметров сервера).

Вкладка «Основные»

Установка параметров двигателей и осей является одной из самых важных частей настройки ЧПУ системы. Двигателем в контексте программы управления PUMOTIX является физическая единица, т. е. исполнительный механизм станка (шаговый привод, сервопривод и др). Ось — логическая единица системы, имеющая связь с конкретным набором двигателей. К любой оси может быть привязан один или несколько двигателей.

К понятию «Двигатель» относятся такие понятия как выходы Step/Dir/Enable, датчики баз (нуля), датчики границ осей, а так же ось, к которой данный двигатель привязан. Добавление нового двигателя и установка параметров осуществляется на вкладке [«Двигатели»](#).

После выбора сервера необходимо выбрать устройство в списке справа. После этого PUMOTIX автоматически проверит и при необходимости обновит версию встроенного ПО контроллера. В этом случае на экране появляется надпись «Устройство обнаружено. Обновляется прошивка». Данная процедура может занять до двух минут.

Для каждого из устройств можно настроить IP-адрес и маску подсети, нажав на кнопку в строке «Адрес устройства».

Получение адреса от DHCP-сервера следует использовать, если в Вашей локальной сети есть DHCP-сервер (устройство, которое может динамически назначать IP-адреса, им может являться обычный домашний сетевой шлюз для выхода в Интернет).

Если в Вашей сети отсутствует DHCP-сервер, назначающий IP-адреса, необходимо выбрать пункт «Использовать следующий адрес» и задать IP-адрес вручную.

Кнопка «Экспортировать» в нижней части окна позволяет сохранить настройки устройства (назначения входов и выходов для моторов, параметры осей). Затем можно подключить другое устройство и загрузить в него настройки с помощью кнопки «Импортировать».

На вкладке «Настройка моторов» можно создать до 6 моторов, каждый из которых может быть подключён к любой из 9 осей. Для каждого мотора настраиваются выходы Step, Dir, Enable, входы Home, Limit Low, Limit High. В целом настройка параметров моторов аналогична настройке других ЧПУ систем для работы с контроллерами серии PLCM.

Сброс конфигурации контроллера PLCM может быть выполнен нажатием кнопки «Сброс конфигурации» на вкладке основные настройки. После сброса настроек в контроллер PLCM загружается конфигурация по умолчанию, включающая настройки двигателей, настройки осей, настройки входных и выходных сигналов. Также может потребоваться повторная настройка IP-адреса устройства.

**Замечание**

В процессе обновления прошивки контроллера PLCM, логическое состояние входов и выходов не определено. Настоятельно рекомендуется обесточить силовую часть оборудования (драйверы, частотные преобразователи шпинделей) и другую периферию, для исключения возможности самопроизвольного включения аппаратуры в процессе обновления!

Настройка двигателей

К понятию «Двигатель» относятся такие понятия как выходы Step/Dir/Enable, датчики баз (нуля), датчики границ осей, а так же ось, к которой данный двигатель привязан. Добавление нового двигателя и установка параметров осуществляется на вкладке «Двигатели».

PUMOTIX позволяет настраивать следующие параметры двигателя:

- название двигателя;
- управляемая ось;
- выход Step;
- выход Dir;
- выход Enable;
- вход Home;
- вход Limit Low;
- вход Limit High.

Двигатель	Управляющая ось	Выход Step	Инв.	Выход Dir	Инв.	Выход Enable	Инв.	Вход Home	Инв.	Вход Limit Low	Инв.	Вход Limit High	Инв.
Двигатель	Ось X	Pin1	☒	Pin5	☒	Pin0	☐	Pin10	☒	Pin10	☒	Нет	☐
Двигатель	Ось Y	Pin2	☒	Pin6	☒	Нет	☐	Pin11	☒	Pin11	☒	Нет	☐
Двигатель	Ось Z	Pin3	☒	Pin7	☒	Нет	☐	Pin12	☒	Pin12	☒	Нет	☐
Двигатель	Ось A	Pin4	☐	Pin8	☐	Нет	☐	Pin13	☐	Pin13	☐	Нет	☐

Вкладка «Двигатели»

Двигатель

Оператор станка может установить любое интуитивно понятное имя для настраиваемого двигателя. По-умолчанию данный параметр имеет значение: Двигатель, ID=N, где N – порядковый номер двигателя, начиная с нуля. Двигателю может быть установлено любое имя, например Двигатель оси X или Двигатель оси Y (левый) и т.д.

Управляемая ось

Двигатели могут быть привязаны к осям. Все назначенные на ось двигатели будут осуществлять перемещения с одинаковыми параметрами числа сигналов Step, скорости и ускорения, заданные на вкладке «Настройка осей». Более подробно о поиске баз описано в разделе [Настройка осей](#).

Выход Step

Номер выходного пина (или порта и пина для многопортовых контроллеров), на который будет генерироваться управляющий сигнал Step для драйвера данного мотора. Сигнал STEP — тактирующий сигнал, сигнал шага. Уровень сигнала Step может быть инвертирован установкой соответствующей галочки в поле Инв.

Выход Dir

Номер выходного пина (или порта и пина для многопортовых контроллеров), на который будет генерироваться управляющий сигнал Dir для драйвера данного мотора. Сигнал Dir — потенциальный сигнал, сигнал направления. Уровень сигнала Dir может быть инвертирован установкой соответствующей галочки в поле Инв.

Выход Enable

Номер выходного пина (или порта и пина для многопортовых контроллеров), на который будет подаваться управляющий сигнал Enable - потенциальный сигнал, сигнал включения/выключения драйвера. Уровень сигнала Enable может быть инвертирован установкой соответствующей галочки в поле Инв.

Вход Home

Номер входного пина (или порта и пина для многопортовых контроллеров), на который будет подаваться сигнал от датчика базы (нуля) оси для данного мотора. При использовании двух и более моторов на одной оси портала, убедитесь, что каждому мотору этой оси назначен свой датчик базы. В противном случае возможен перекося или заклинивание портала. Уровень сигнала Home может быть инвертирован установкой соответствующей галочки в поле Инв. При отсутствии датчиков баз данный параметр не настраивается. Более подробно о поиске баз описано в разделе [Настройка осей](#) и в [статье](#) .

Вход Limit Low

Номер входного пина (или порта и пина для многопортовых контроллеров), на который будет подаваться сигнал датчика крайнего нижнего положения оси (нижнего граничного датчика) для данного мотора. При использовании двух и более моторов на одной оси портала, убедитесь, что каждому мотору этой оси назначен свой датчик нижнего положения. В противном случае возможен механический удар портала в станину станка при перемещении оси в крайнее нижнее положение. Уровень сигнала Limit Low может быть инвертирован установкой соответствующей галочки в поле Инв. При отсутствии нижних граничных датчиков данный параметр не настраивается.

Вход Limit High

Номер входного пина (или порта и пина для многопортовых контроллеров), на который будет подаваться сигнал датчика крайнего верхнего положения оси (верхнего граничного датчика) для данного мотора. При использовании двух и более моторов на одной оси портала, убедитесь, что каждому мотору этой оси назначен свой датчик верхнего положения. В противном случае возможен механический удар портала в станину станка при перемещении оси в крайнее верхнее положение. Уровень сигнала Limit High может быть инвертирован установкой соответствующей галочки в поле Инв. При отсутствии верхних граничных датчиков данный параметр не настраивается.

Например, для стандартной XYZ-кофигурации трех координатного ЧПУ станка без спаренных двигателей, параметры вкладки «Двигатели» могут иметь следующий вид:

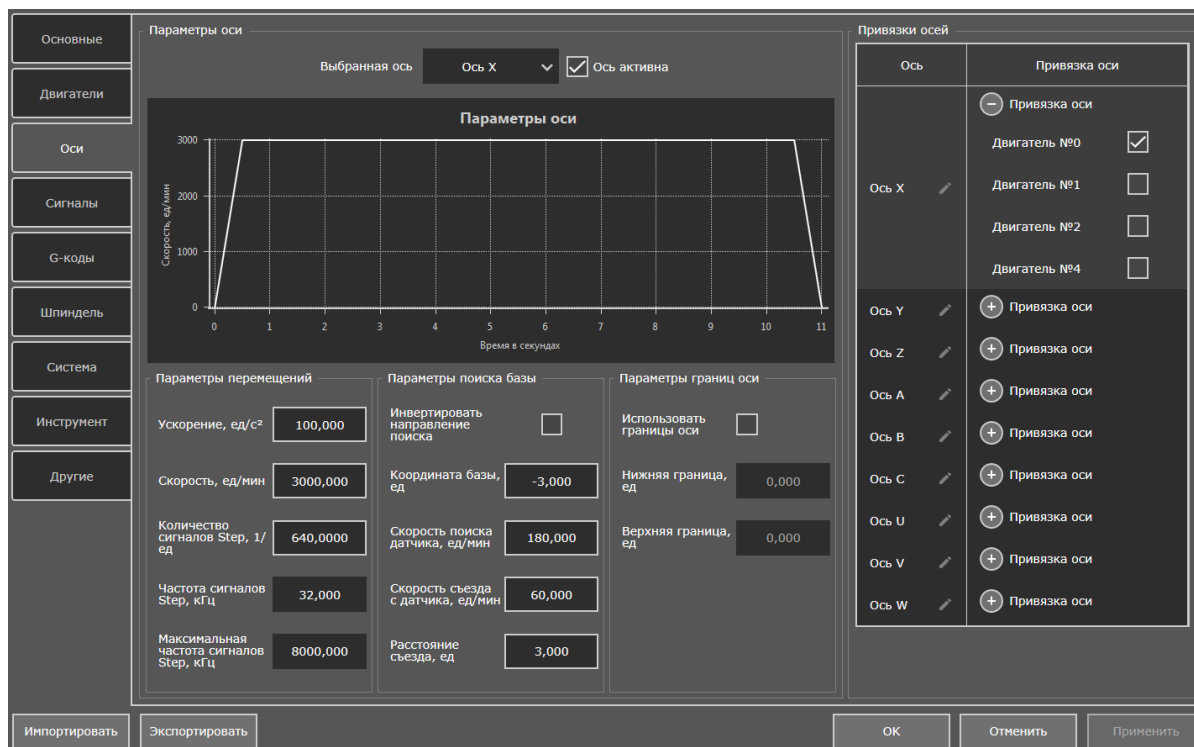
Двигатель	Управляющая ось	Выход Step	Инв.	Выход Dir	Инв.	Выход Enable	Инв.	Вход Home	Инв.	Вход Limit Low	Инв.	Вход Limit High	Инв.
Двигатель	Ось X	Pin1	☒	Pin5	☒	Pin0	☐	Pin10	☒	Pin10	☒	Нет	☐
Двигатель	Ось Y	Pin2	☒	Pin6	☒	Нет	☐	Pin11	☒	Pin11	☒	Нет	☐
Двигатель	Ось Z	Pin3	☒	Pin7	☒	Нет	☐	Pin12	☒	Pin12	☒	Нет	☐
Двигатель	Ось A	Pin4	☐	Pin8	☐	Нет	☐	Pin13	☐	Pin13	☐	Нет	☐

Пример настройки двигателей

В данном примере роль граничных датчиков выполняют датчики поиска баз станка (дополнительно см. раздел [Настройка осей](#)).

Настройка осей

Оси задают основные параметры перемещений, параметры поиска баз и границ станка. Установка параметров осей осуществляется на вкладке «Оси».



Вкладка «Оси»

В PUMOTIX настройки осей имеют три основных категории параметров:

- [параметры перемещений](#);
- [параметры поиска базы](#);
- [параметры границ оси](#).

Параметры перемещений

Ускорение, ед/с²

Векторная физическая величина, численно равная изменению скорости за единицу времени. Данный параметр задает максимальное ускорение по оси в ед/с².

Скорость, ед/мин

Векторная физическая величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, за которое это перемещение произошло. Данный параметр задает предельно допустимую скорость перемещения по оси, выраженную в ед/мин.

Количество сигналов Step, 1/ед

Данный параметр задает количество импульсов Step, которые необходимо сформировать для перемещения инструмента на 1 единицу расстояния (1мм, 1 дюйм и т. д.). Параметр зависит не только от механики, но и от выставленного на драйвере режима деления шага (для систем, построенных с применением шаговых приводов), коэффициента электронной редукции и разрешения энкодера (для систем, построенных с применением сервоприводов).

Частота сигналов Step, кГц

Недоступный для редактирования параметр оси. Зависит от установленных параметров Скорости и Количества сигналов Step и отображает текущую частоту генерации сигналов Step. Обратите внимание, что данный параметр не должен превышать Максимальную частоту сигналов Step.

Максимальная частота сигналов Step, кГц

Недоступный для редактирования параметр оси. Отображает максимально возможную частоту генерации сигналов Step для выбранного контроллера. Для контроллеров перемещения серии PLCM максимальная частота генерации Step составляет 100кГц на ось.

Параметры поиска базы

Базой станка (или абсолютным нулем) называют некоторое фиксированное положение станка. Обычно эта точка физически определяется при помощи специальных датчиков, установленных на станке. Относительно этой точки ЧПУ система позиционирует свой абсолютный (машинный) ноль, или начало машинной системы координат. В дальнейшем именно в этой системе координат задаются смещения для плавающих (рабочих) нулей. Поскольку абсолютный ноль однозначно привязан к механике станка, относительно него производятся перемещения, связанные с конструктивными особенностями станка, например, выход в зону для автоматической смены инструмента, настройка Границ осей (ограничений габаритов) станка и др. ([подробнее о поиске базы...](#))

Опция Инвертировать направление поиска

Опция задает направление движения оси к датчику при поиске базы. Если при запуске процедуры базирования ось едет в противоположную сторону от датчика необходимо изменить состояние данной опции на противоположное.

Координата базы, ед

Координатой базы, которая задается в данном параметре, является координата датчика нуля (датчика базы) оси в машинной системе координат. Значение по-умолчанию: 0 ед (начало машинной системы координат совпадает с базой).

При установке ненулевого значения текущего параметра, система смещает машинный ноль на заданное значение относительно датчика базы.

База (точка срабатывания датчиков) не обязательно должна совпадать с машинным нулем. Более того, рекомендуется немного разнести базу и начало координат, чтобы при выполнении команды «вернуться в машинный ноль» исключить вероятность срабатывания датчиков базы.

Например, для оси X установлен параметр Координата базы = -50 ед. При выполнении процедуры поиска баз, система, съехав с датчика по оси X установит значение машинной координаты, равное -50. Таким образом текущее положение, которое является базой для оси X, будет теперь иметь координату -50. Далее, при выполнении операции «В машинный ноль», ось X переместится в координату Хмаш = 0, т. е. возврата непосредственно к датчику не произойдет. Этот параметр, например, может быть использован для смещения исходного положения машинной СК, если датчики баз находятся не по краям зоны перемещения портала.

Скорость поиска датчика, ед/мин

Скорость, с которой система будет перемещать текущую ось в сторону датчика базы. Для смены направления поиска датчика по оси необходимо установить значение скорости поиска с противоположным знаком.

Скорость съезда с датчика, ед/мин

Скорость, с которой система будет перемещать текущую ось, съезжая с датчика базы. Если нет необходимости съезда с датчика, данный параметр устанавливается в ноль. Направление съезда определяется системой автоматически в зависимости от направления поиска датчика, меняя его на противоположное. Поэтому явно указывать знак (+ или -) для данного параметра нет необходимости.

Расстояние съезда, ед

Расстояние, на которое ось должна переместиться сразу после съезда с датчика базы. Всегда выполняется в сторону съезда. Значение по-умолчанию: 0 ед (остановка сразу после снятия сигнала с датчика). Данный параметр особенно полезен, когда необходимо исключить ложные срабатывания датчиков. Примером ложного срабатывания датчика при нулевом съезде может быть случай, когда используется один датчик как для поиска баз, так и в качестве датчика граничного положения оси. В этом случае сразу после завершения операции поиска базы датчик переключится в режим датчика граничного положения, а в непосредственной близости от датчика возможны его кратковременные срабатывания (дребезг). Установив ненулевое значение данного параметра, можно уверенно использовать один концевой датчик как для поиска базы, так и в качестве датчика верхней (нижней) границы оси одновременно.



Если при запуске процедуры поиска базы ось перемещается в противоположном направлении, необходимо установить опцию "Инвертировать направление поиска" в блоке "Параметры поиска базы"



Если при запуске процедуры поиска базы ось движется на скорости съезда вместо скорости поиска и при этом физически ось не находится на датчике, необходимо инвертировать сигнал Home в настройках двигателя для данной оси.



Если ось уже стоит на датчике Home (то есть датчик находится в активном состоянии), то система пропускает фазу поиска датчика и сразу начинает съезд с датчика.



Скорость съезда рекомендуется устанавливать как можно меньше для повышения точности определения позиции базы при повторных поисках.

Параметры границ оси

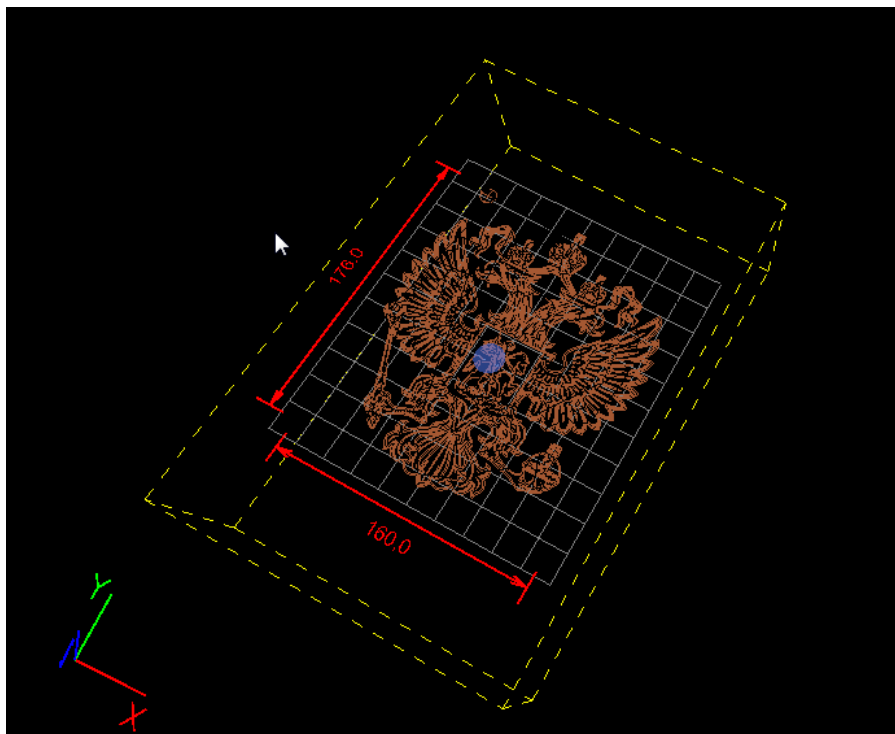
См. раздел «Границы осей»

Нижняя граница, ед

Минимальное значение машинной координаты, до которой системе разрешено произвести движение по данной оси. Значение нижней границы всегда должно быть меньше значения верхней границы.

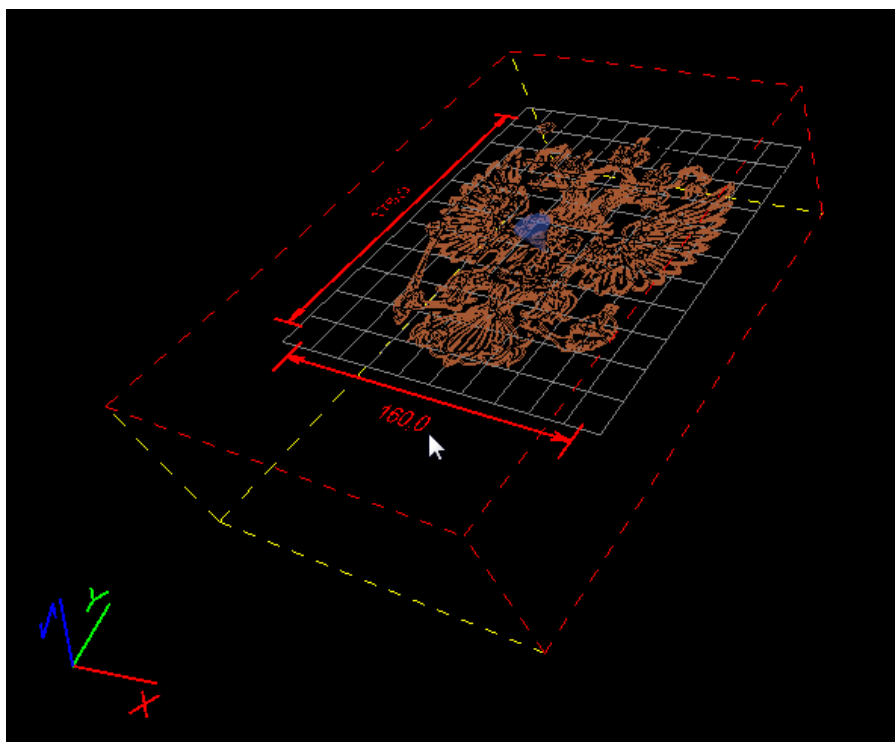
Верхняя граница, ед

Максимальное значение машинной координаты, до которой системе разрешено произвести движение по данной оси. Значение верхней границы всегда должно быть больше значения нижней границы. После настроек верхней и нижней границы и поиска абсолютных нулей (базы) станка появляется возможность включить функцию Границы осей. Границы осей позволяют программно ограничить перемещения портала станка в заданных координатах (между верхней и нижней границей). Функция включается автоматически по завершении поиска баз и границ осей. Границы осей подсвечиваются на экране пунктирными линиями.



Отображение границ осей

Если размеры модели выходят за пределы установленных границ осей, то соответствующие плоскости подсвечиваются красной пунктирной линией. На рисунке видно, что загруженная модель выходит за пределы двух плоскостей.



Выход модели за пределы границ плоскостей X и Z

Благодаря визуализации границ осей можно определить, помещается или нет желаемая модель в рабочую зону станка. Для осей, у которых параметр *Верхняя граница* равен параметру *Нижняя граница*, функция ограничения габаритов отключается.

**Внимание**

Границы осей работают лишь тогда, когда был выполнен поиск баз, так как координаты границ жестко связаны с абсолютными нулями станка!

Границы осей игнорируются при выполнении УП. При ручных перемещениях портала невозможно выехать за установленные границы. В таком случае ручные перемещения на максимальной скорости являются полностью безопасными, так как отсутствует возможность наезда на концевой датчик оси или механического удара в граничные области осей станка. При отключенной функции «Границы осей» перемещение будет осуществляться до наезда на датчик крайнего положения. Срабатывание датчика вызовет аварийную остановку системы, что влечет за собой снятие управляющего сигнала Enable с драйверов и пропуск шагов.

Привязки осей

Привязка осей позволяет установить соответствие между логическим понятием «ось» и исполнительными элементами системы — двигателями. Один двигатель может быть привязан одновременно только к одной оси. При этом одна ось может управлять несколькими двигателями. Привязка осуществляется выбором настраиваемой оси и установкой отметок напротив выбираемых двигателей.

Ось	Привязка оси
Ось X	⊖ Привязка оси
	Двигатель, ID=0 ☒
	Двигатель, ID=1 ☐
	Двигатель, ID=2 ☐
Ось Y	⊕ Привязка оси
Ось Z	⊕ Привязка оси

Привязки осей

Если система подразумевает объединение нескольких двигателей на одной оси, привязка осуществляется аналогичным образом с указанием объединяемых двигателей. При связывании двигателя с осью, все предыдущие связи с другими осями для данного двигателя отменяются. Аналогично можно выполнить связывание осей и двигателей на вкладке [«Двигатели»](#), задав управляемую ось для каждого из моторов.

PUMOTIX поддерживает работу с 9 Осями. Все 9 Осей можно разделить на три группы:

1. *Линейные основные - X, Y, Z*
Осуществляют линейное движение в трех взаимно перпендикулярных направлениях.
2. *Поворотные - A, B, C*
Осуществляют угловое движение (вращение). Как правило, Ось A вращается вокруг линии, параллельной X, B вращается вокруг линии, параллельной Y и C вращается вокруг линии, параллельной Z.
3. *Линейные дополнительные - U, V, W*
Осуществляют линейное движение в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Как правило, X и U параллельны, Y и V параллельны, а Z и W параллельны.
Любая ЧПУ система имеет хотя бы одну ось. Разные типы станков имеют разные комбинации осей. Например, 4-осевой фрезерный станок может иметь XYZA или XYZB оси. Токарный станок обычно имеет XZ-конфигурацию. Станок резки пенопласта, как правило, имеет XYUV оси. Возможны системы с двумя и более моторами на одной оси — порталные станки. В качестве

примера может выступать порталый фрезерный трехкоординатный станок с XYZ-конфигурацией осей, причем к оси Y привязаны два мотора, установленные по краям портала.

PUMOTIX в связке с контроллером PLСМ-Е1b поддерживает одновременное управление четырьмя двигателями, а с контроллером PLСМ-Е3/Е3р шестью двигателями. Число двигателей ограничено шестью из-за аппаратных возможностей текущего поколения контроллеров PLСМ.

Настройка сигналов

На вкладке «Сигналы» задаются входы и выходы общего назначения. Таблицы соответствия между сигналами и портами можно найти в руководстве по эксплуатации Вашего контроллера.

Параметры входных сигналов				Параметры выходных сигналов			
Код	Привязка	Инв.	Описание	Код	Привязка	Инв.	Описание
Estop	Pin9	☒	Добавить...	Mist	Нет	☐	Добавить...
Estop2	Нет	☐	Добавить...	Flood	Нет	☐	Добавить...
Probing	Pin14	☒	Добавить...	THCTorch	Нет	☐	Добавить...
THNCup	Нет	☐	Добавить...	OxyFiringGas	Нет	☐	Добавить...
THNCDown	Нет	☐	Добавить...	OxyFiringSpark	Нет	☐	Добавить...
THCAok	Нет	☐	Добавить...	OxyPreheatOxy	Нет	☐	Добавить...
Stop	Нет	☐	Добавить...	OxyPreheatGas	Нет	☐	Добавить...
Door	Нет	☐	Добавить...	OxyCuttingOxy	Нет	☐	Добавить...
OxyFlameSensor	Нет	☐	Добавить...	OxyRegUpOutput	Нет	☐	Добавить...
OxyExternalZLimitHig	Нет	☐	Добавить...	OxyRegDownOutput	Нет	☐	Добавить...
UserInput_0	Нет	☐	Добавить...	OxyActiveOutput	Нет	☐	Добавить...
UserInput_1	Нет	☐	Добавить...	EstopState	Нет	☐	Добавить...
UserInput_2	Нет	☐	Добавить...	IdleState	Нет	☐	Добавить...
UserInput_3	Нет	☐	Добавить...	RunningState	Нет	☐	Добавить...

Вкладка «Сигналы»

Ниже приводятся входные и выходные сигналы, используемые в модуле фрезеровки.

1. Описание входных сигналов.

- Estop – сигнал аварийной остановки (Emergency Stop);
- Estop2 – второй сигнал аварийной остановки, полностью аналогичен первому. Позволяет упростить проводку станка, если сигналы аварии от датчиков имеют разные уровни срабатывания;
- Probing – сигнал с датчика пробинга (датчика поверхности материала);
- Stop – сигнал «Стоп» или «Коллизия», остановка станка без потери координат;
- Door – вход, сигнализирующий об открытой двери защитной кабины (Выполняет остановку выполнения УП при срабатывании. Отличается от входа Stop тем, что при активном сигнале Door разрешено выполнение G-команд вручную через окно MDI и управление шпинделем.);
- UserInput_0 – UserInput_14 – пользовательские входные сигналы для использования в макросах PUMOTIX.

2. Описание выходных сигналов.

- Mist – сигнал подачи охлаждающей жидкости распылением;
- Flood – сигнал подачи охлаждающей жидкости поливом;
- EstopState – сигнализирует о том, что система находится в выключенном состоянии или в состоянии аварийной остановки;
- IdleState – сигнализирует о том, что система находится в состоянии простоя;
- RunningState – сигнализирует о том, что система занята и выполняет перемещение по траектории;
- MillingModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Фрезеровка»;
- PlasmaModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Плазменная резка»;
- OxyModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Газокислородная резка»;
- UserOutput_1 – UserOutput_14 – пользовательские выходные сигналы для использования в макросах PUMOTIX.

Дополнительная информация:

Описание входных и выходных сигналов модуля плазменной резки

Описание входных и выходных сигналов модуля газовой резки

Настройка параметров G-кода

Вкладка настроек «G-коды» позволяет определить строку инициализации системы, то есть задать модальные параметры состояния интерпретатора G-кода по умолчанию. Модальные параметры (коды) после их установки действуют бесконечно долго в рамках сеанса работы с системой и могут быть отменены только другим кодом из той же модальной группы. Эти параметры используются при работе с управляющей программой и могут в дальнейшем переопределяться непосредственно в её коде или с помощью команд G-кода, вводимых в строку ручного управления системой. Строка инициализации применяется один раз при включении системы или при изменении конфигурации пользователем.

Вкладка «G-коды»

С особенностями G-кодов можно ознакомиться в разделе [Описание G-кодов](#).

Настройки шпинделей

На вкладке «Шпиндель» можно задать параметры дискретного или аналогового управления шпинделем. Задержка после включения означает время ожидания после выполнения команды включения шпинделя (**M3**) и до продолжения выполнения УП. Аналогично, задержка после выключения означает время ожидания после выполнения команды выключения шпинделя (**M5**) и до продолжения выполнения УП. В полях «Выход CW» и «Выход CCW» назначаются выходы, с помощью которых запускается вращение шпинделя соответственно по часовой и против часовой стрелки. Для того, чтобы программно управлять скоростью вращения шпинделя, можно настроить в параметрах аналогового управления выход ШИМ, а также минимальную и максимальную скорость вращения.

Основные

Двигатели

Оси

Сигналы

G-коды

Шпиндель

Система

Инструмент

Другие

Режим управления шпинделем

Дискретное управление шпинделем

Дискретное управление шпинделем

Аналоговое управление шпинделем (ШИМ)

Общие параметры управления шпинделем

Выход подачи ОЖ (Mist) Нет ☐ Инвертировать

Выход подачи ОЖ (Flood) Нет ☐ Инвертировать

Задержка после включения, с 1

Задержка после выключения, с 1

Параметры дискретного управления шпинделем

Выход CW Pin13 ☐ Инвертировать

Выход CCW Нет ☐ Инвертировать

Выход ШИМ Нет ☐ Инвертировать

Выход Dig Нет ☐ Инвертировать

Выход CW Нет ☐ Инвертировать

Выход CCW Нет ☐ Инвертировать

Минимальная частота вращения, об/мин 200

Максимальная частота вращения, об/мин 24000

Импортировать Экспортировать OK Отменить Применить

Вкладка «Шпиндель»

Настройки системы

Вкладка «Система» позволяет выбрать язык приложения, включить запрет запуска нескольких экземпляров приложения, настроить параметры трёхмерной визуализации, назначить горячие клавиши.

Основные	Параметры системы Запрет нескольких экземпляров клиента ☐ Всегда загружать этот модуль ☐ Отключить поиск обновлений при старте ☐ Включить статистику ☒		Сочетания клавиш <table border="1"> <thead> <tr> <th>+</th> <th>Функция</th> <th>Клавиши</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>+</td><td>Управление координатами и осями</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Ручные перемещения (Jogging)</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Управление визуализацией</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Навигация по G-коду</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Управление шпинделем</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Управление станком</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Файловые операции</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Выполнение макросов</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Управление подачей (FeedRate)</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Управление переездами (RapidRate)</td><td></td></tr> <tr><td>+</td><td>Поиск материала</td><td></td></tr> </tbody> </table>	+	Функция	Клавиши	+	Управление координатами и осями		+	Ручные перемещения (Jogging)		+	Управление визуализацией		+	Навигация по G-коду		+	Управление шпинделем		+	Управление станком		+	Файловые операции		+	Выполнение макросов		+	Управление подачей (FeedRate)		+	Управление переездами (RapidRate)		+	Поиск материала	
+	Функция	Клавиши																																					
+	Управление координатами и осями																																						
+	Ручные перемещения (Jogging)																																						
+	Управление визуализацией																																						
+	Навигация по G-коду																																						
+	Управление шпинделем																																						
+	Управление станком																																						
+	Файловые операции																																						
+	Выполнение макросов																																						
+	Управление подачей (FeedRate)																																						
+	Управление переездами (RapidRate)																																						
+	Поиск материала																																						
Двигатели	Язык приложения: Русский ▾ Отображаемые единицы перемещений: Миллиметры ▾																																						
Оси	Параметры внешнего вида Показывать компоненты версии PRO ☒ Расположение заголовков вкладок: Авто ▾ Качество 3D-визуализации: Низкое ▾																																						
Сигналы	Отключить 3D-визуализацию ☐ Использовать режим трёхмерной поверхности ☐																																						
G-коды	Сетка в окне траектории ☒ Проекция инструмента в окне траектории ☒ Следовать за инструментом в окне траектории ☒ Показывать метку начала траектории ☒ Выбор траекторий мышью ☒																																						
Шпиндель																																							
Система																																							
Инструмент																																							
Другие																																							
Импортировать Экспортировать OK Отменить Применить																																							

Вкладка «Система»

Особенности функционирования системы

- Выполнение подготовительного перемещения
- Коррекция скорости вращения шпинделя при переопределении подачи
- Настройка удалённого доступа
- Поворот системы координат
- Поддерживаемые режимы движения по траектории
- Пробинг
- Рабочие системы координат
- Запуск нескольких экземпляров ПО

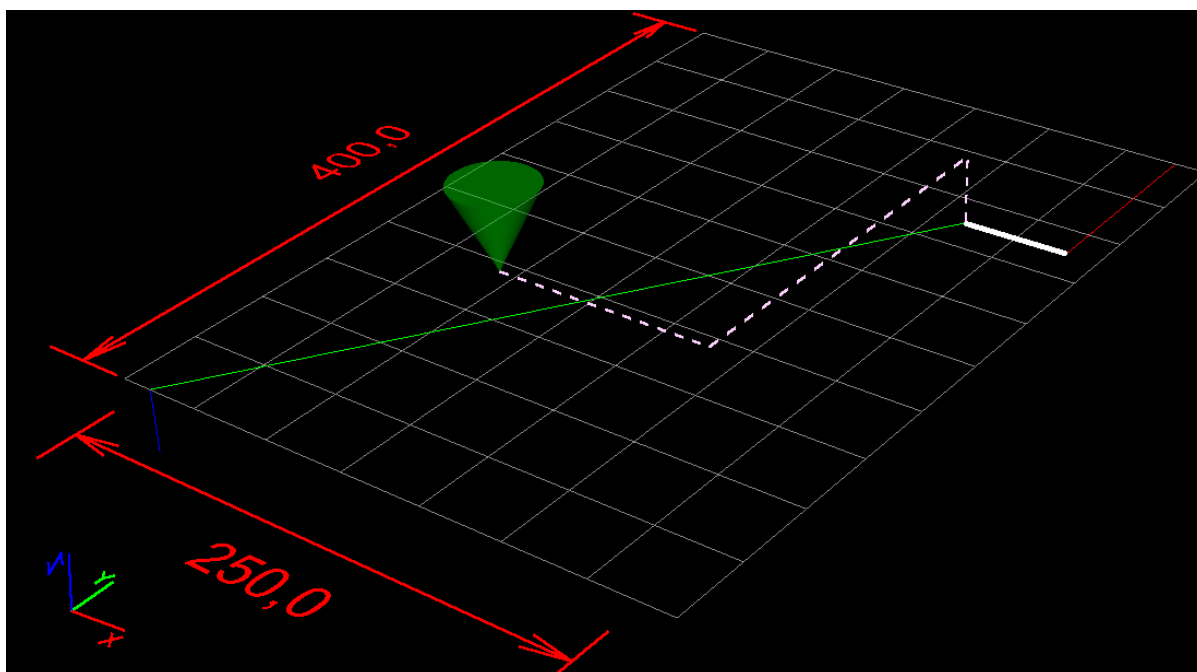
Выполнение подготовительного перемещения

В процессе работы периодически возникает необходимость остановить выполнение G-кода, произвести технологические операции, переместив при этом инструмент, и вернуться на исходную траекторию. Также часто приходится запускать G-код не сначала, а с конкретной строки, например, для обработки одной из нескольких заготовок, содержащихся в G-коде. Программное обеспечение PUMOTIX решает обе эти задачи, позволяя продолжить выполнение G-кода с произвольной строки без потери координат.

Подготовительное перемещение осуществляется из текущей позиции к началу выбранной строки, т.е. фактически к концу предыдущей строки. Например, в G-коде

```
N99 G0 Z30
N100 G1 X200 Y300
N101 G1 X250 Y300
N102 G1 X250 Y400
```

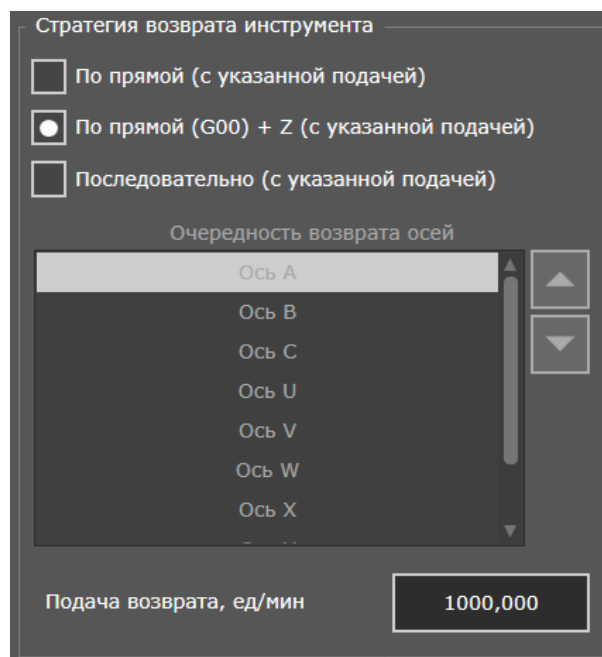
выберем строку №101 и нажмём «Старт». Будет выполнено подготовительное перемещение в точку (X200; Y300; Z30) и продолжено выполнение G-кода со строки №101.



Пример выполнении подготовительного перемещения

PUMOTIX дает возможность выбора стратегии возврата инструмента:

- по прямой (с указанной подачей);
- по прямой (G0) + Z (с указанной подачей);
- последовательно (с указанной подачей).



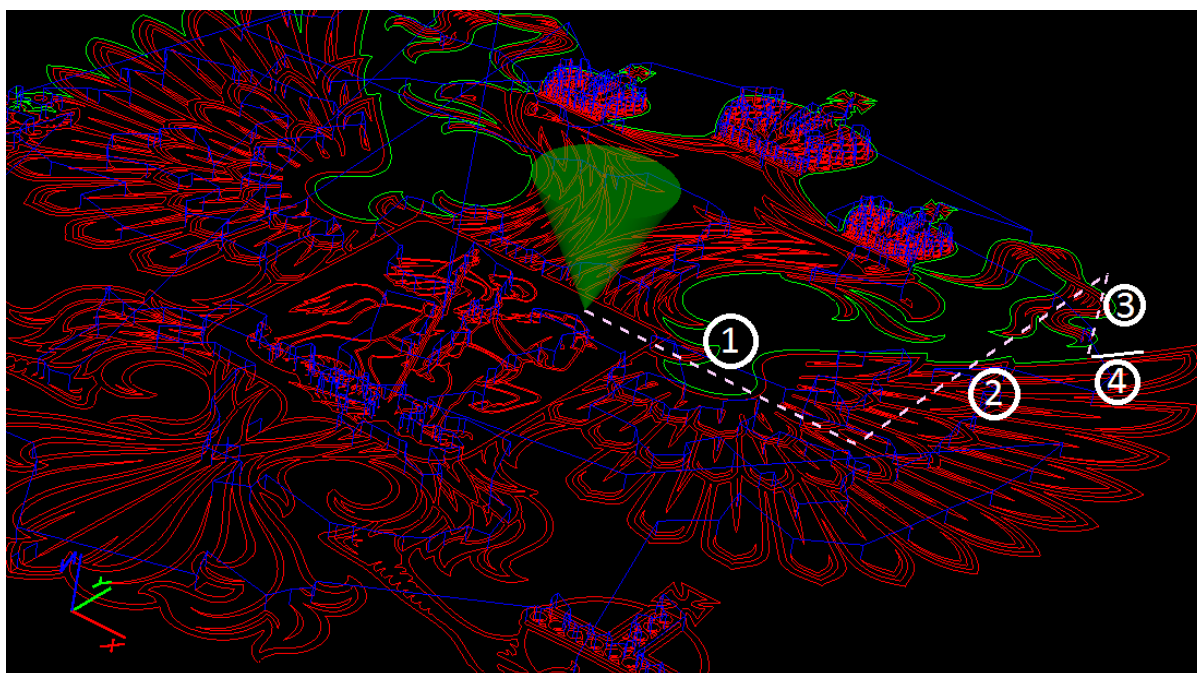
Выбор стратегии возврата инструмента

Подготовительное перемещение **"по прямой"** с указанной подачей выполняется сразу по всем осям с заранее заданной подачей возврата. Т.е. инструмент будет двигаться к началу выбранной строки, выбирая кратчайший путь по каждой из осей движения.

Перемещение **"по прямой + Z"** происходит последовательно по осям X, Y, A, B, C, U, V, W на холостой (ускоренной) подаче, а затем по оси Z - на заданной (уменьшенной) подаче.

"Последовательное" перемещение осуществляется в очередности, устанавливаемой пользователем. По умолчанию сначала будет выполнено перемещение по осям A, B, C, U, V, W, затем по X, Y и в последнюю очередь по Z. Подача будет осуществляться на установленной скорости возврата.

На рисунке ниже показано, как при запуске выполнения G-кода с указанной строки (траектория 4) сначала происходит перемещение по X (отрезок 1), затем по Y (отрезок 2), после чего шпиндель опускается по Z (отрезок 3) к началу выбранной строки.



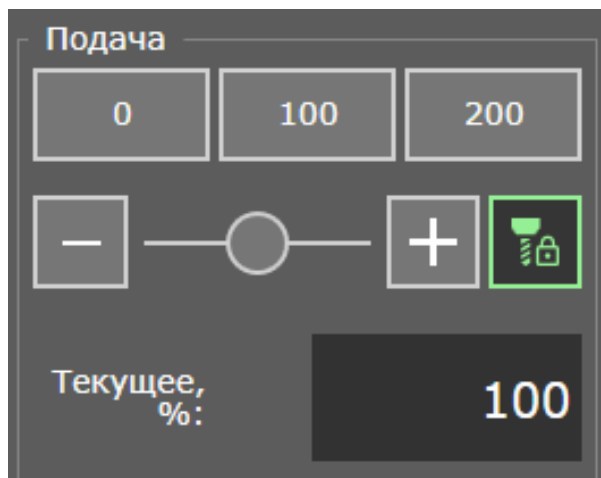
Последовательность движения инструмента по осям при выполнении подготовительного перемещения

Выбор стратегии возврата инструмента осуществляется в «Настройках» на вкладке «Инструмент» «Стратегия возврата инструмента». Там же имеется возможность настроить скорость подачи, с которой осуществляется подготовительное перемещение (по умолчанию 1000 мм/мин).

В любом случае оператор после остановки выполнения G-кода должен вручную поднять инструмент по оси Z, произвести необходимые манипуляции, затем установить инструмент на безопасной высоте над точкой, куда будет выполнено подготовительное перемещение (приблизительно, чтобы при переезде по X и Y не было препятствий). После этого можно нажать кнопку «Старт».

Коррекция скорости вращения шпинделя при переопределении подачи

Кнопка «Синхронизация рабочей подачи с оборотами шпинделя» позволяет включить автоматическую коррекцию оборотов шпинделя при переопределении подачи (Feedrate override).

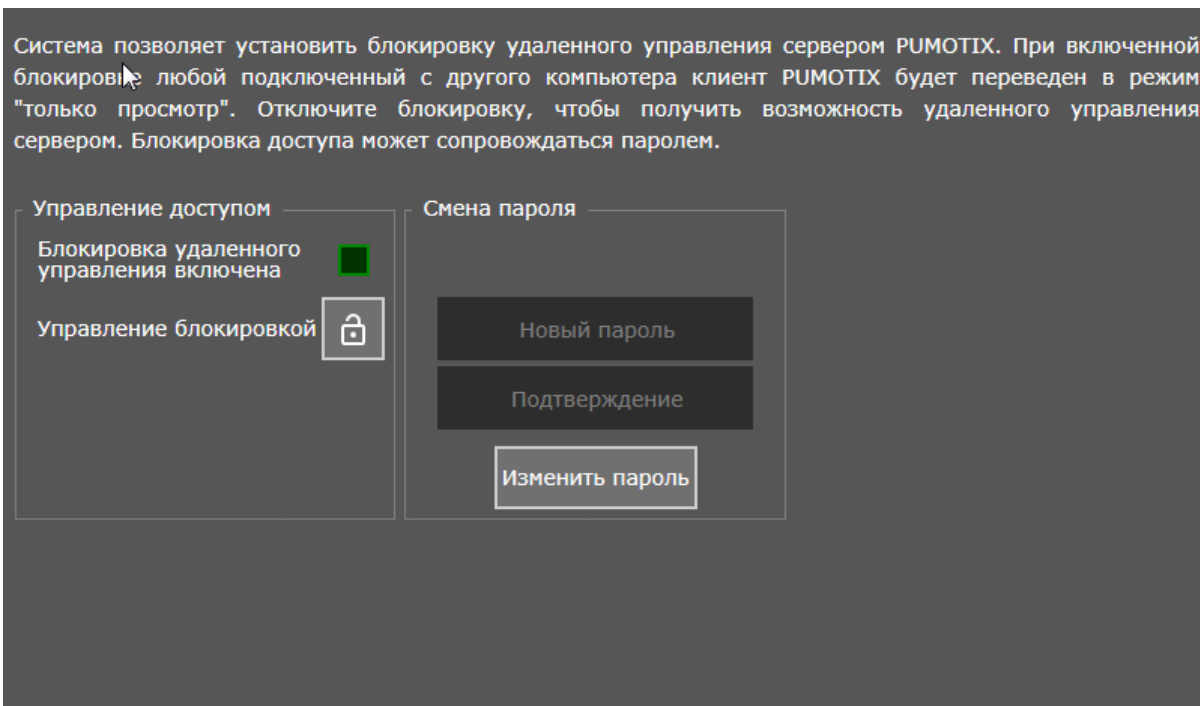


Кнопка синхронизации подачи с оборотами шпинделя

Таким образом, когда при обработке заготовки возникает необходимость изменить процент подачи от заданной в G-коде, обороты шпинделя будут автоматически скорректированы, позволяя сохранить режим обработки изделия (подачу на зуб).

Настройка удалённого доступа

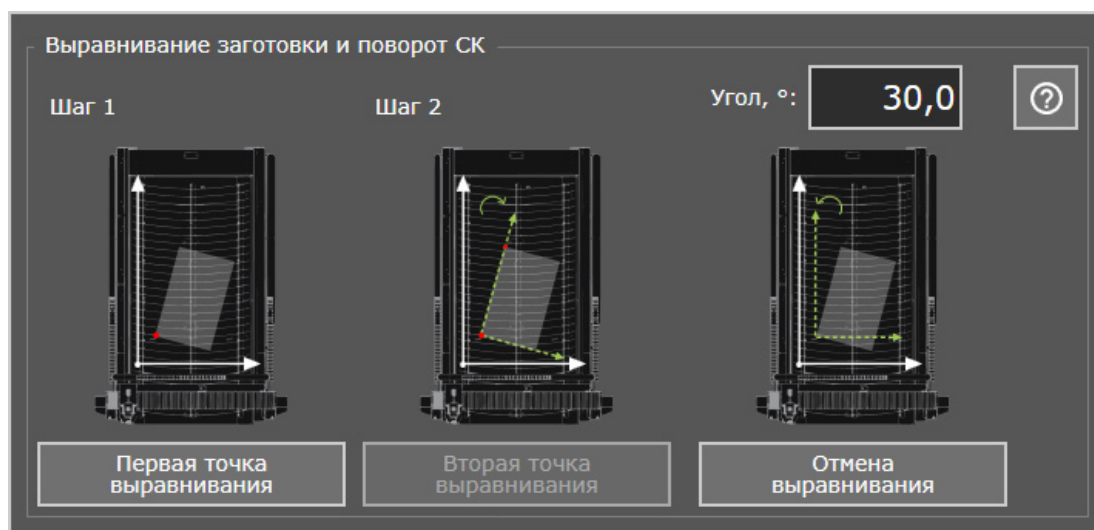
Клиент-серверная архитектура PUMOTIX позволяет выполнить подключение клиентской части к серверу посредством локальной вычислительной сети. По умолчанию при удалённом подключении графический интерфейс переводится в режим «Только просмотр». Чтобы получить возможность удалённого управления сервером, необходимо снять блокировку в меню «Конфигурация» «Настройка доступа». Блокировка удалённого доступа может сопровождаться паролем.



Вид окна «Настройка доступа»

Поворот системы координат

В интерфейсе модуля фрезеровки (а также модулей плазменной и газовой резки) доступна возможность поворота системы координат с заданием угла поворота вручную (в градусах) либо по двум точкам на заготовке.



Поворот системы координат

Механизм выравнивания заготовки позволяет повернуть систему координат станка в плоскости XY относительно заготовки, если заготовка лежит на столе неровно. Для поворота системы координат с заданием угла поворота вручную воспользуйтесь полем для ввода значения.

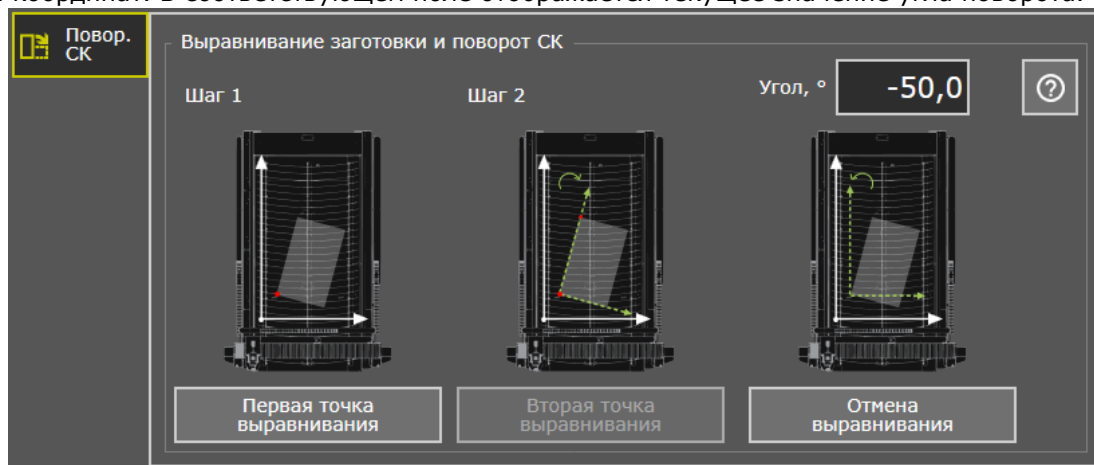
Для поворота системы координат через точки оператору нужно выбрать сторону заготовки, по которой будет осуществляться выравнивание. Заметим, что программа при повороте системы координат этим способом самостоятельно пытается определить направление смещения, поэтому если угол поворота получится меньше 45° , программа осуществит поворот внутрь по оси X (отрицательный угол поворота), а если больше 45° - по оси Y (положительный угол поворота).

Сама процедура состоит из двух шагов.

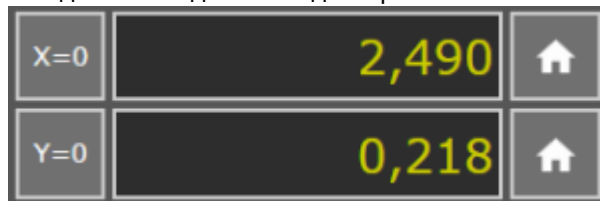
Шаг 1. Подвести инструмент к одному углу заготовки и нажать кнопку «Первая точка выравнивания».

Шаг 2. Переместить инструмент к следующему углу на той же стороне заготовки и нажать кнопку «Вторая точка выравнивания».

Система автоматически рассчитает положение заготовки и сделает корректировку угла поворота системы координат. В соответствующем поле отображается текущее значение угла поворота.



Координаты осей X и Y будут выделены подсветкой для привлечения внимания оператора.



Начинать выравнивание рекомендуется с того угла, откуда будет начинаться выполнение УП. Оптимальная схема выравнивания листа определяется по ходу эксплуатации станка.

Для отмены выравнивания системы координат используется кнопка «Отмена выравнивания». Кнопка действует как на вручную введенное значение угла, так и на поворот через точки выравнивания.

Помимо заложенных в программу способов выравнивания, существует возможность поворота системы координат через команду G-кода **G10 L2**.

Поддерживаемые режимы движения по траектории

Система PUMOTIX поддерживает несколько различных режимов движения по заданной траектории. Каждый из режимов является компромиссом между скоростью выполнения УП и точностью следования заданной траектории. Данные режимы обработки переключаются рассмотренными ниже G-кодами.

G61, G61.1: Точные траектории

G61.1: Точное перемещение с остановкой после каждой строки УП (кадра). Этот режим является наиболее точным, но перемещение при этом происходит крайне неэффективно.

G61: Точное следование траектории на максимально возможной скорости. Отличается от предыдущего режима тем, что для каждой общей точки двух соседних строк УП заранее вычисляется максимально допустимая скорость, чтобы заданное ускорение не было превышено ни для какой оси.

Например, если в УП встретится следующий блок кода:

G91 G61 F1500

G1 X5

G1 X5

то перемещение на 10 мм выполнится как одно целое, так как очевидно, что два отрезка можно выполнить как один. График скорости при выполнении данного G-кода приведен на рисунке ниже.

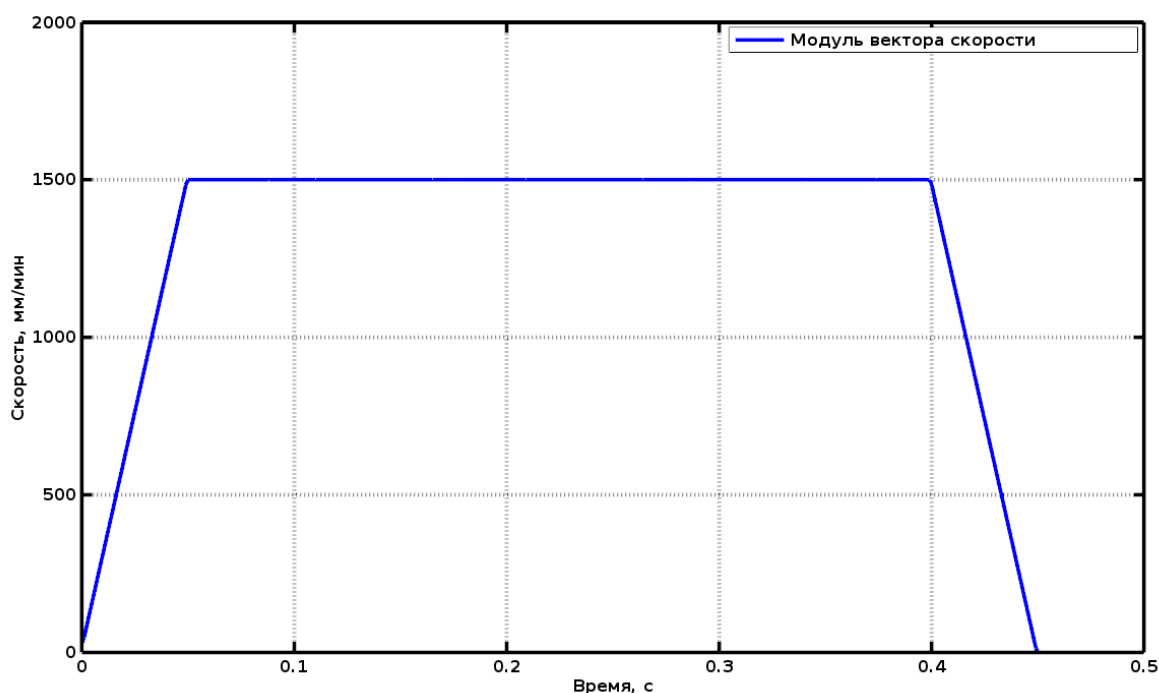


График модуля линейной скорости инструмента в режиме **G61**

Если же в примере заменить **G61** на **G61.1**, то два перемещения будут выполнены отдельно с остановкой в промежуточной точке.

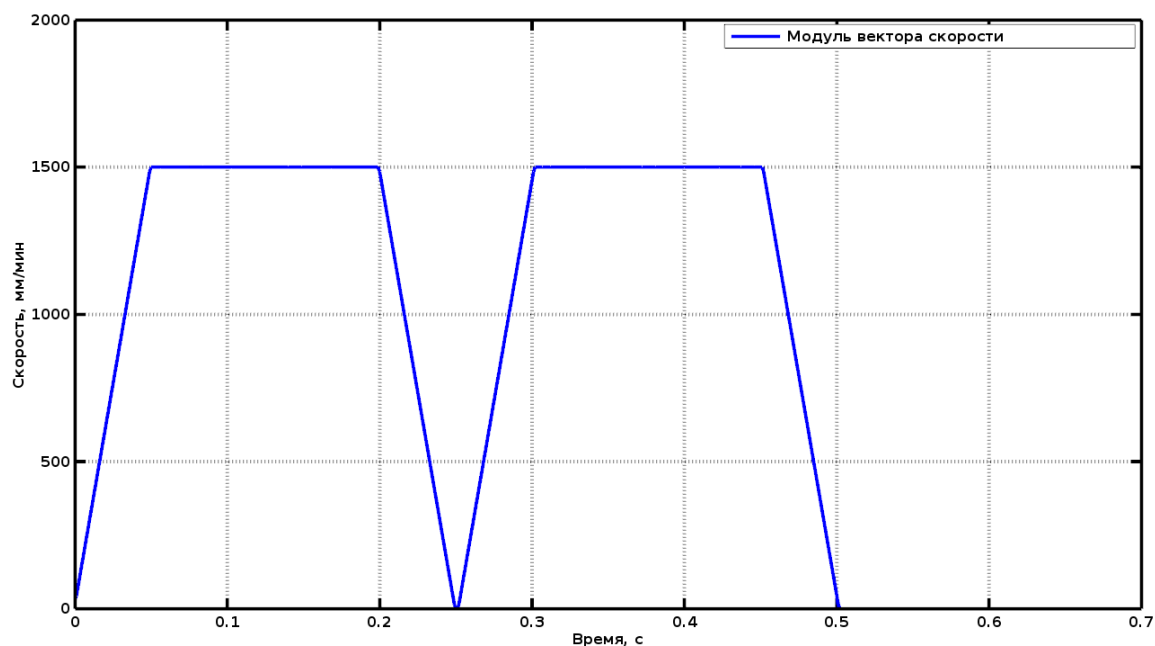


График модуля линейной скорости инструмента в режиме **G61.1**

Рассмотрим более сложный случай:

G90 G61 F1500

G0 X0 Y0

G1 X10

G1 X20 Y0.1

Здесь в точке (10.0) траектория немного поворачивает, присутствует небольшой угол. Для того, чтобы однозначно ответить нужно ли сбрасывать скорость в точке поворота или нет, необходимо знать точные параметры системы, а именно допустимые скорости и ускорения для осей X и Y, а также текущую подачу F. Во время выполнения УП все эти параметры известны системе, а максимальная скорость прохода каждого угла рассчитывается автоматически. Ниже приведен график скорости при выполнении данного кода с максимальными ускорениями по осям 500 мм/с².

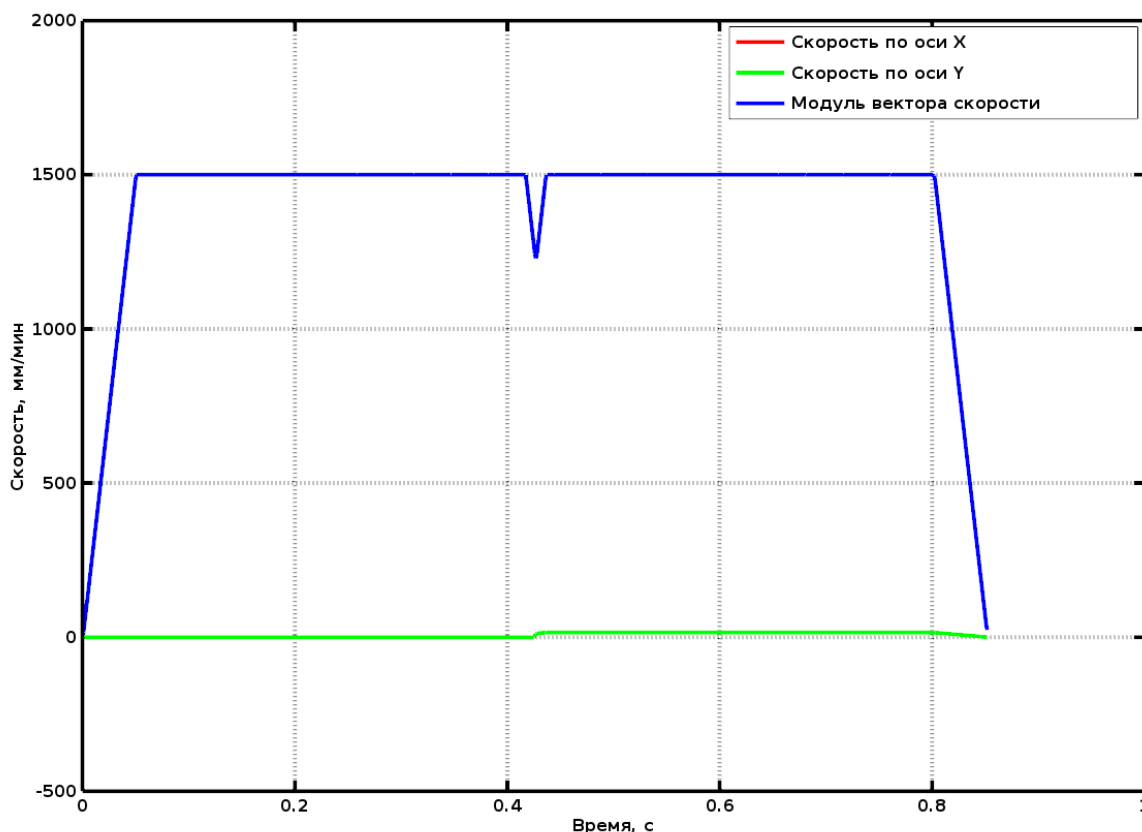


График линейной скорости инструмента в режиме **G61** с поворотом на траектории

G64: Скругление углов с заданной погрешностью.

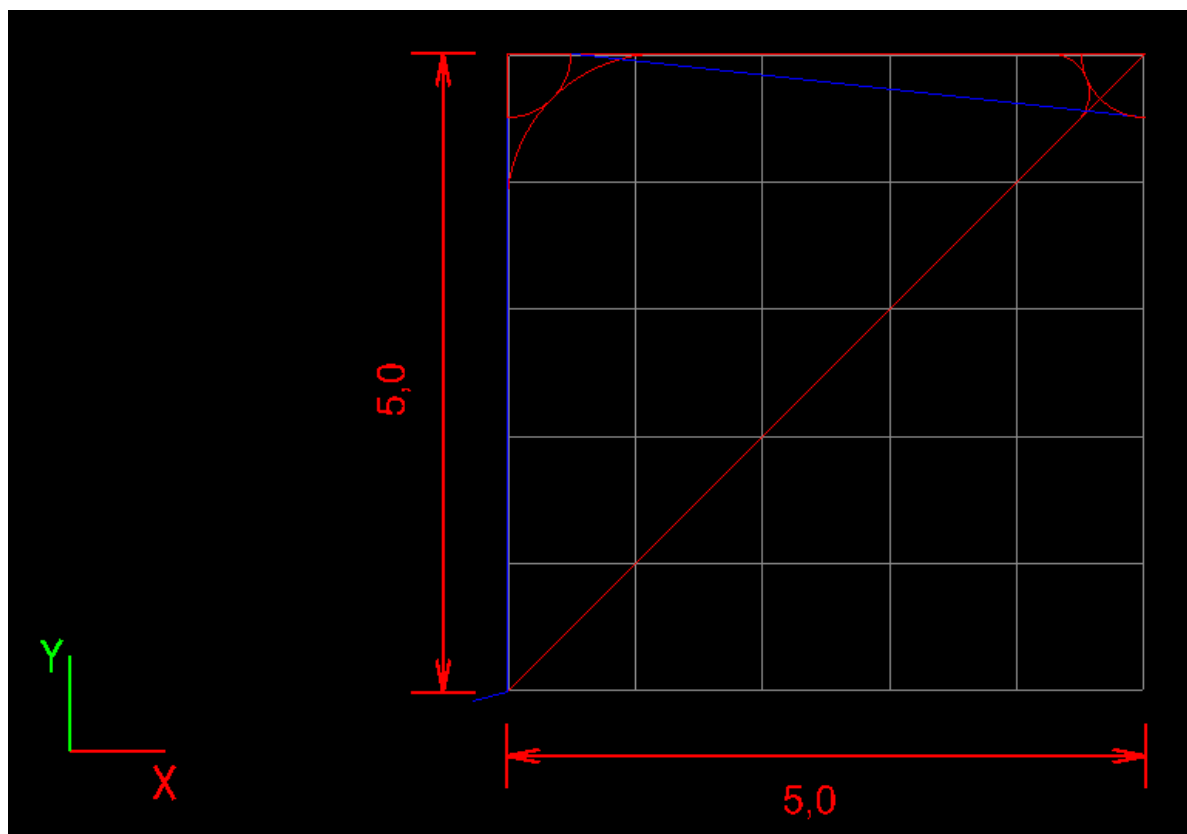
При включении данного режима нужно обязательно указать допуск, отличный от нуля, например, 0.1 мм: **G64 P0.1**. Задание нулевого значения эквивалентно режиму точной траектории (**G61**). **G64** — это самый быстрый режим выполнения УП.

При включении данного режима система скругляет траекторию таким образом, чтобы допустимое отклонение реальной траектории инструмента от траектории, заданной в G-коде, не превышало значения P. Это позволяет избежать острых углов и, как следствие, увеличивает допустимую скорость прохождения точек соединения соседних строк кода.

Рассмотрим пример:

```
G90 G61 F1000
G0 X0 Y0
G1 Y5
G1 X5
G1 X0 Y0
G64 P0.5
G1 Y5
G1 X5
G1 X0 Y0
G0 X0 Y4.5
G3 X0.5 Y5 I0 J0.5
G0 X5 Y4.5
G2 X4.5 Y5 I0 J0.5
```

В данном коде выполняются два одинаковых перемещения по треугольнику (0,0)(0,5)(5,5)(0,0).

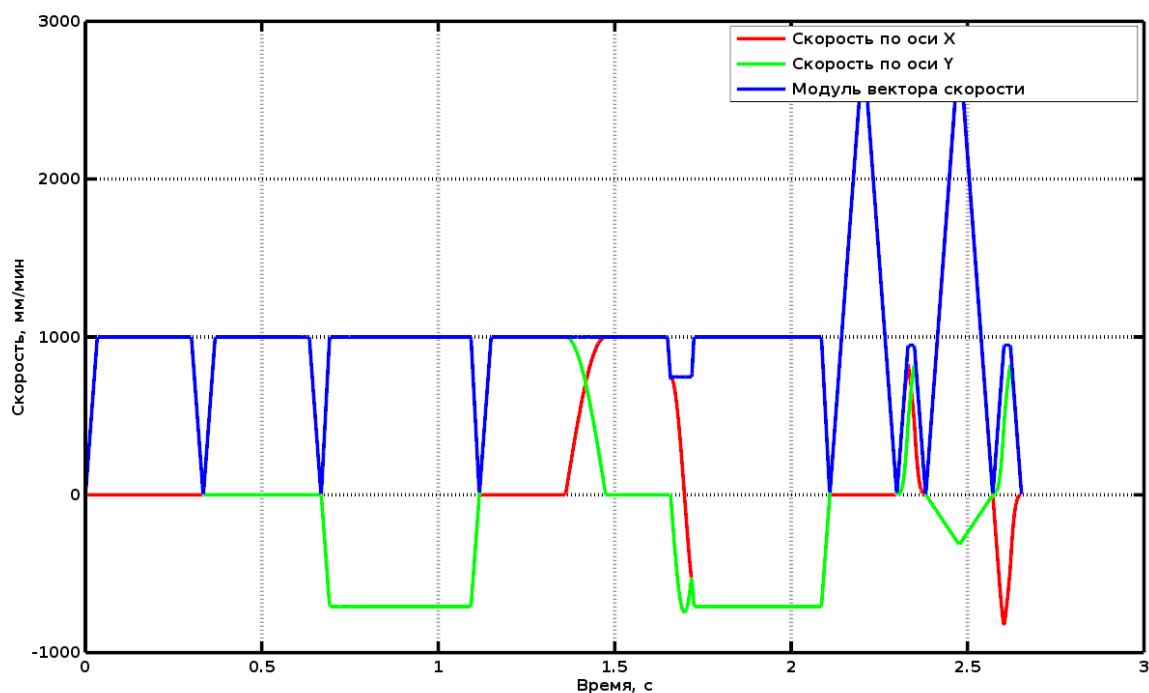


Пример траектории инструмента в режимах **G61** и **G64 P0.5**

Но в первом случае перемещение выполняется в режиме **G61**, и мы видим в окне траектории треугольник с острыми углами, как и ожидалось. Далее включается режим **G61 P0.5**, что означает включение сглаживания с допуском 0.5 мм. Соответственно, второй треугольник имеет сглаженные углы.

В конце УП рисуются две дуги с центрами в вершинах треугольника и радиусом 0.5 мм. На снимке экрана прекрасно видно, что углы треугольника были сглажены с отклонением от точной УП не более чем на 0.5 мм.

На следующем рисунке приведен график скорости при выполнении УП из примера выше.

Сравнительный график скорости в режимах **G61** и **G64**

Первые три синих трапеции на графике это скорость перемещения по трем сторонам треугольника в режиме **G61**. Наглядно видно, что в конце всех трех отрезков скорость падает до нуля, так как углы слишком острые и их невозможно пройти без торможения, не нарушив заданные ускорения.

Начиная с отметки 1,1с УП повторяется, но в режиме сглаживания. На графике прекрасно видно, что от начала до отметки 1,4с двигалась только ось Y (вертикальная сторона треугольника), затем происходит плавное торможение оси Y и одновременный разгон X, при этом результирующая скорость движения остается постоянной — 1000 мм/мин. Однако острый угол треугольника пройти без снижения скорости не удалось, несмотря на его скругление. Дело в том, что радиус окружности слишком мал и если его пройти на скорости 1000 мм/мин, центростремительное ускорение будет выше допустимого (500 мм/с² в данном эксперименте). Поэтому система снизила скорость до предельно допустимой.

Заметим, что сглаживаются только те перемещения, которые происходят в основной координатной системе XYZ. Если в кадре УП присутствует перемещение по вспомогательным осям ABC или UVW, то эта траектория не будет сглаживаться, то есть для нее временно неявно включается режим **G61**.

Кроме того, скруглению подлежат только углы, образованные двумя отрезками **G1**. Дуги не сглаживаются, так как они уже являются гладкими кривыми и, как правило, если они присутствуют в коде, то они уже являются сглаживающими элементами. **G0** не сглаживается, так как это скорее перемещение для служебного пользования, а не часть обработки материала.

Несмотря на то, что приведенные примеры рассматривают движение в плоскости, скругление углов производится одновременно по всем трем осям XYZ.

Описанные режимы можно чередовать внутри G-кода. Более того, иногда это может быть необходимо. Например, если нужно указать, что определенную команду сглаживать нельзя. Это может быть, допустим, операция опускания фрезы в материал по оси Z:

G64 P0.5

....

G0 X0 Y0 Z5

G61

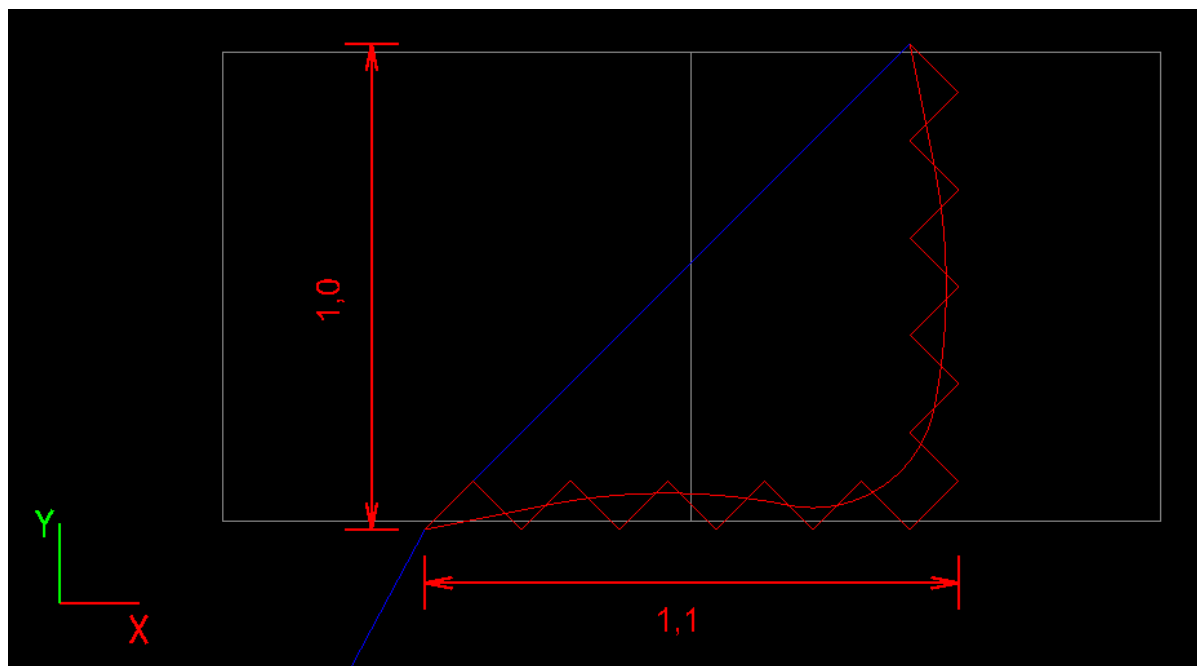
G1 Z-1 F100

G64 P0.5

G1 X100 Y100 F1000

Если удалить строку **G61** из примера выше, то в конце опускания оси Z система начнет скруглять траекторию в сторону следующего перемещения по осям X, Y, что может привести к поломке фрезы.

В режиме **G64** возможна ситуация, когда некоторые траектории будут короче, чем допуск сглаживания.



Сравнение траекторий инструмента в режимах **G61** и **G64 P0.5**

В примере снова дважды выполняется один и тот же фрагмент УП в режиме **G61** и **G64 P0.5**.

Видно, что при попытке сгладить эту траекторию некоторые отрезки были объединены в более крупные участки, однако общая погрешность по-прежнему не превышает 0.5 мм.

Пробинг

Кнопки пробинга в интерфейсе модуля фрезеровки позволяют выполнить поиск поверхности заготовки по оси Z, а также по осям X и Y в отрицательном и положительном направлении.



Кнопки пробинга

При пробинге по оси Z будет произведён поиск поверхности материала, обнуление координаты Z и подъём на безопасную высоту. Предварительно должен быть настроен сигнал датчика Probing в разделе «Настройки» «Настройки сигналов» «Параметры входных сигналов». Также в разделе «Настройки» «Инструмент» задаётся скорость пробинга и безопасная высота.

При использовании кнопок пробинга вызывается макрос **M115**, позволяющий переопределить поведение системы при пробинге.

Список идентификаторов направлений пробинга:

- X_Minus;
- X_Plus;
- Y_Minus;
- Y_Plus;
- Z_Minus.

Рабочие системы координат

Система PUMOTIX поддерживает использование нескольких рабочих (операторских) систем координат. Выполнение управляющей программы происходит в выбранной рабочей системе координат. Если управляющая программа завершена командой **M30**, PUMOTIX переходит в систему координат по умолчанию — **G54**.

Выбор рабочей системы координат осуществляется с помощью G-кодов **G54-G59**, как прописанных в управляющей программе, так и введенных в строку ручного управления системой. Кроме того, пользователь может определить используемую по умолчанию рабочую систему координат в строке инициализации системы («Конфигурация» «Настройки» «G-коды»).

Выбор системы координат по умолчанию

Оператор при подготовке станка может руководствоваться следующей примерной последовательностью действий:

1. Перед выполнением работ, руководствуясь размерами используемых заготовок и возможностями станка, определить и отметить на рабочем поле станка точку (0W1), которая будет использоваться в качестве рабочего ноля для первой рабочей системы координат (по умолчанию — система координат, выбираемая кодом **G54**).
2. Произвести операцию автоматического поиска базы (при наличии датчиков базы) или установить машинный ноль вручную (при отсутствии датчиков).
3. Переместить инструмент с помощью клавиш ручного перемещения в точку, определенную в п.1 и задать рабочий ноль, обнулив операторские координаты по всем осям с помощью соответствующих команд интерфейса. При необходимости использования нескольких рабочих систем координат можно повторить процедуру для определения остальных рабочих нолей (0W2), переключаясь между системами координат с помощью команд **G54-G59**, вводимых в строку ручного управления системой.

Местоположение рабочего ноля будет сохраняться между сеансами работы до переопределения новой нулевой точки для выбранной системы координат.

Фактически координата по любой из осей в выбранной рабочей системе определяется как сумма машинной координаты по этой оси и соответствующего смещения:

$XW1 = XM + \Delta XW1$ (XW1 – текущая координата по оси в рабочей системе координат, XM – машинная координата по этой же оси, $\Delta XW1$ — смещение по этой же оси для выбранной рабочей системы координат)

Параметры смещения для всех рабочих систем координат автоматически сохраняются между сеансами работы, что позволяет избавить оператора от утомительной операции выставления рабочего ноля на рабочем столе с помощью клавиш ручного перемещения инструмента после каждого включения станка. Рекомендуется, тем не менее, выполнять операцию поиска базы после каждого включения станка или его экстренной остановки во время выполнения G-кода с помощью кнопки включения/выключения оборудования.

Запуск нескольких экземпляров ПО

Допустимо запускать ПО PUMOTIX в виде нескольких независимых экземпляров Клиента и Сервера в рамках одной операционной системы. Например, для управления несколькими станками с ЧПУ с одного компьютера. Для автоматического запуска двух или более экземпляров Клиента и Сервера PUMOTIX нужно воспользоваться специальным скриптом.

Для запуска нескольких экземпляров PUMOTIX скачайте и запустите файл **pumotix_multiple_run**. По умолчанию скрипт настроен на одновременный запуск двух независимых экземпляров Клиента и Сервера. Для запуска большего числа экземпляров программы откройте скрипт текстовым редактором и укажите необходимое количество экземпляров в переменную **instance_count**. После этого сохраните отредактированный файл и выполните его повторно. Для каждого экземпляра Клиента и Сервера должен быть свой уникальный набор конфигурационных файлов.

После первого запуска скрипта будут созданы уникальные рабочие каталоги для Серверов и Клиентов. Уникальными они должны быть для того, чтобы каждый экземпляр программы мог хранить и использовать свой собственный набор настроек. Для этого необходимо незначительно доработать конфигурационные файлы сервера PUMOTIX, указав в каждом уникальный порт для подключения клиентов. Подробная инструкция приведена ниже.

 Рабочий каталог PUMOTIX по-умолчанию: **%userprofile%\local settings\application data\purelogic\pumotix**

Для каждого экземпляра Сервера обязательно должен быть задан уникальный порт для подключения Клиентов (см. элемент `<client_port>` в узле `<srv>` в конфигурационном файле сервера **config.xml**) Пример работы с конфигом будет ниже.

При создании дополнительных каталогов автоматически меняется только последняя директория пути (Client_1, Client_2, Server_1, Server_2 и т.д.), чтобы обеспечить уникальные пути для файлов конфигурации. При необходимости путь к рабочему каталогу в скрипте можно указать в переменной **def_working_directory_path**.

Перейдем к редактированию конфигурационных файлов серверов PUMOTIX.

Для основного экземпляра PUMOTIX (назовем его нулевым) не требуется редактировать файлы конфигурации.

Редактируем файл **config.xml** для первого дополнительного экземпляра Сервера (путь к файлу конфигурации: **%userprofile%\local settings\application data\purelogic\pumotix\server_1\config.xml**).

Находим узел **srv** и элементы **client_port** и **srv_name**. Порт можно взять любой свободный из диапазона **1025-65535**. В рамках этого примера был взят порт 27400. Для удобства навигации по нескольким серверам отредактируем имя сервера в элементе `<srv_name>`. Переименовать сервер также можно через графический интерфейс PUMOTIX в настройках программы.

```
<srv>
...
<client_port>27400</client_port>
...
<srv_name>PUMOTIX server 1</srv_name>
...
</srv>
```

Если используется более двух экземпляров PUMOTIX, то провести аналогичные манипуляции с конфигурационными файлами 3 и последующих экземпляров, указав каждому уникальный порт, например, на 1 больше от предыдущего (27400, 27401, 27402 и т.д.)

Если все сделано правильно, то при запуске скрипта **pumotix_multiple_run** будет запускаться требуемое количество Клиентов и Серверов. Каждый клиент и Сервер благодаря уникальным рабочим каталогам будет иметь независимые настройки.



Если при старте скрипта наблюдается запуск и выключение Сервера через 2-3 секунды - это значит, что где-то был повторно использован порт для подключения клиентов.

Еще раз проверьте, что во всех файлах конфигурации указаны разные порты в секции

```
<client_port></client_port>
```



pumotix_multiple_run.bat

Опции и модули PUMOTIX

Трехосевой фрезерный станок		
1	Подключение до трех двигателей	Доступно управление тремя двигателями.
2	ШИМ для управления оборотами шпинделя	Аналоговый режим управления оборотами шпинделя.
3	Три режима прохода по траектории	Включает в себя: режим сглаживания, режим точной траектории, режим точный стоп. Подробнее...
4	Программное ограничение габаритов рабочего поля	Позволяет программно ограничить рабочее поле станка без использования (или при совместном использовании) датчиков граничных положений осей.
5	Сохранение состояния системы после штатной перезагрузки	После штатной перезагрузки система сохраняет такие параметры, как загруженный файл УП, номер последней выполненной строки, координаты и смещения, а также другие настройки, что позволяет сразу же продолжить выполнение последней незавершенной обработки.
6	Настройка работы "Пробинга"	Позволяет задать такие параметры, как скорость поиска заготовки и поправка на толщину датчика определения вылета инструмента.
7	Индикация состояния входных и выходных сигналов	Функция для отслеживания состояний и управления сигналами через вкладку "Диагностика". Упрощает процесс настройки и отладки системы.
Мастер первичной настройки станка		
8	Импорт имеющихся настроек из других ЧПУ систем	Быстрый импорт настроек станка, в том числе из других ЧПУ систем.
9	Калибровка осей (функция в разработке)	Позволяет подобрать параметры перемещений для осей, если их невозможно математически рассчитать.
10	Калькулятор параметров осей (функция в разработке)	Позволяет точно рассчитать параметры осей, зная все необходимые характеристики оборудования.
Поддержка пультов и джойстиков		
11	ХНС LNB04L, WNB04L, WNB04B-4(6)	Поддерживаются проводные и беспроводные пульты с возможностью тонкой настройки назначений кнопок.
12	Джойстики Xbox 360, Xbox One и другие устройства XInput	Поддерживаются геймпады, использующие стандарт ввода XInput. На указанных устройствах поддерживается аналоговый режим ручных перемещений.
13	Ethernet-пульт PLCM-R1	Поддержка проводного пульта PLCM-R1 с возможностью тонкой настройки назначений кнопок.
Визуализация траектории		
14	Визуализация УП в виде 3D-поверхности	Позволяет отобразить некоторые модели в виде 3D-поверхности.
15	Классическая визуализация УП	Графическое изображение траектории инструмента и прогресса выполнения УП.
16	Отображение габаритов изделия в графическом и численном представлении	Изображение размеров модели в окне предварительного просмотра траектории.
17	Выбор точки старта по визуализации	Опция позволяет быстро и удобно выбирать точку старта УП в окне предварительного просмотра траектории с помощью указателя мыши и двойного клика по выбранному участку траектории.
18	Настройка качества отображения	Возможность гибкой настройки качества отображения модели в зависимости от производительности системы (подробнее...).
19	Настройка цветов	Настройка цветовых компонентов предварительного просмотра траектории инструмента.

Работа с файлами УП		
20	Кэширование часто используемых УП	Механизм кэширования управляющих программ позволяет значительно сэкономить время загрузки крупных файлов G-кода за счет сохранения некоторой служебной информации на диске.
21	Размер файла УП ограничен только ресурсами ПК	Отсутствуют какие-либо программные ограничения на размер загружаемого файла. Единственное ограничение - аппаратные ресурсы системы.
22	Быстрая загрузка файла перетаскиванием мышью	Возможность загрузки файла или отдельных его строк перетаскиванием мыши (Drag'n'Drop) в зону G-кода.
Пользовательский интерфейс		
23	Несколько вариантов интерфейсов (модулей)	Доступно несколько предустановленных графических интерфейсов пользователя (модулей) под разные типы станков и разное количество осей станка.
24	Несколько цветовых схем	Для каждого модуля доступно несколько вариантов цветового оформления.
25	Привязка пользовательских макросов к кнопкам	Опция позволяет привязать любой макрос к кнопке в интерфейсе программы с возможностью задания произвольного имени. В дальнейшем на эту кнопку можно назначить сочетание клавиш клавиатуры или использовать на пульте.
26	Адаптация под сенсорный ввод	Поддержка управления системой с сенсорной панели.

Общие функции				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ER-0013078	Один дополнительный двигатель	Опция позволяет добавить еще 1 двигатель к имеющимся в системе.		+		+						+
2	ER-0013073	Неограниченное количество двигателей	Опция позволяет использовать столько двигателей, сколько может поддерживать используемый контроллер.		+	+			+	+	+	+	
3	ER-0013074	Регулировка скорости холостых переездов	Холостые переезды всегда выполняются на максимальной скорости, но это не всегда удобно, особенно при отладке управляющей программы. Данная опция позволяет переопределить скорость холостых переездов (<i>GO</i>) в процессе работы станка, не прибегая к правке параметров осей.				+	+		+	+	+	
4	ER-0013095	Поворот системы координат по заготовке	Механизм выравнивания по заготовке позволяет повернуть систему координат станка в плоскости XY, если заготовка закреплена на столе не строго параллельно осям станка. Операция выравнивания осуществляется по двум точкам на одной стороне заготовки или через ввод значения угла поворота системы координат. Наиболее применима при термическом раскрое листового материала. Без этой опции недоступно использование вращения системы координат в команде <i>G10</i> .				+			+	+	+	
5	ER-0013098	Разрешение использования осей U, V и W	Опция разрешает использовать в системе дополнительные линейные оси U, V и W.										
6	ER-0013100	Быстрый запуск УП произвольной строки	Благодаря данной опции время, затраченное на подготовку планировщика к запуску с произвольной строки, будет значительно меньше. Чем больше объем файла УП, тем больше эффект от использования этой опции.				+			+	+	+	

7	ER-0013075	Выполнение УП в обратную сторону	Опция позволяет запустить с любой строки выполнение управляющей программы в обратном направлении. Эта функция в случае возникновения нештатной ситуации поможет легко вернуться немного назад, двигаясь строго по пройденной траектории, чтобы потом продолжить обработку.				+	+		+	+		
8	ER-0013099	Продолжение выполнения УП с середины траектории (кадра)	Опция позволяет возобновить выполнение управляющей программы непосредственно с того места, где она была остановлена командой СТОП или срабатыванием специальных входов, таких как "датчик открытия двери защитной кабины" или "датчик касания металла плазмотроном". В этом случае станок производит штатную (не аварийную) остановку и координаты точки остановки запоминаются. После этого можно как угодно двигать станок, в т.ч., подогнать его в удобное место и убрать стружку с фрезы или вовсе заменить ее. Теперь достаточно просто нажать "Старт" и станок сам вернется в точку остановки и продолжит выполнение УП. При этом возврат к точке начала выполнения будет производиться согласно выбранному режиму возврата на траекторию .				+	+		+	+	+	
9	ER-0013094	Расчет времени выполнения УП	Данная опция позволяет произвести расчет времени, оставшегося до конца выполнения УП. Она учитывает динамику станка и алгоритмы интерполяции, которые будут использованы при работе, что позволяет добиться высокой точности расчетов. Кроме того, оставшееся время мгновенно пересчитывается, если пользователь корректирует подачу или скорость холостых переездов во время работы.				+	+		+	+	+	
10		Расчет времени выполнения макросов М3, М5 (функция в разработке)	Опция позволяет производить расчет общего времени выполнения УП с учетом времени выполнения макросов М3 , М5 . Данный режим интересен главным образом для станков термической резки, УП для которых может содержать большие количество команд М3/М5 , а выполнение каждой из них может быть довольно длительным. При этом возможно как ручное задание длительности работы команд М3 и М5 , так и автоматическое определение. В этом случае система сама измеряет и усредняет время выполнения данных команд и учитывает их при расчете времени выполнения УП.								+	+	
11	ER-0013077	Команды управления выходами М10 /М11	Данная опция позволяет использовать специальные команды М10 и М11 для мгновенного включения /выключения дискретного выхода без замедления движения по УП. Выполнение любого макроса по-умолчанию требует полной остановки движения станка: как только PUMOTIX встречает любую М-команду, то сначала выполняются до конца все движения, заданные до М-команды, потом на остановленном станке обрабатывает М-команда, после чего движение возобновляется. М10 и М11 - единственные команды, которые позволяют управлять выходами "на лету". Если между двумя кадрами перемещения PUMOTIX встречает М10 или М11 , то движение между предыдущим и последующим кадрами будет осуществляться как-будто между ними нет М-команды, но при проходе станка точно между этими кадрами соответствующий выход будет включен (М10) или выключен (М11).										
12	ER-0013076	Фоновые операции	Опция позволяет создавать макросы, которые будут выполняться в фоновом режиме, то есть параллельно с работой основной программы (например, для прерывистого управления СОЖ, мониторинга термодатчиков и т.п.).				+						
13	ER-0013080	Создание и редактирование макросов	По-умолчанию в системе доступны только стандартные модификации макросов. Данная опция позволяет снять ограничение на редактирование стандартных макросов и дает возможность создания собственных.				+	+		+	+	+	+
14		Управление несколькими шпинделями (функция в разработке)	Опция, позволяющая из макросов подключать и отключать разные двигатели от оси. Это может быть использовано, например, при управлении станком с двумя суппортами, каждый из которых управляется своими двигателями по осям X и Z. В этом случае можно модифицировать макрос М6 таким образом, чтобы при смене инструмента сначала старый отводился в парковочную область, затем производилось переключение активных двигателей и вывод второго суппорта из его парковочной зоны в рабочую координату.								+		
			 Внимание! Для работы данной опции необходимо приобрести также опцию "Создание и редактирование макросов".										
15	ER-0013081	Подключение нескольких Клиентов к одному Серверу	По-умолчанию только один Клиент (графический интерфейс пользователя) может быть подключен к Серверу (управляющей части). Данная опция позволяет подключать 2 и более Клиента к одному Серверу как локальных (запущенных в пределах одного компьютера), так и удаленных (запущенных на разных компьютерах в локальной или глобальной сети). Первый подключенный получает полное управление сразу, остальные только чтение с возможностью получить управление по паролю.										
16	ER-00130824	Работа по протоколу MODBUS	Опция позволяет взаимодействовать с устройствами, поддерживающими протокол Modbus RTU по шине RS-485. Одно из типичных применений протокола - чтение и запись в регистры внешних электронных устройств. Принцип организации связи между устройствами - двухпроводная шина с архитектурой ведущий-ведомый. Благодаря данной опции к PUMOTIX можно подключить такие устройства, как преобразователи частоты, датчики, измерители и различные исполнительные механизмы. Подробнее...				+						
Плазменная резка													

Внимание!
Для работы данной опции необходимо приобрести также опцию "Игнорирование Z и F из УП".

[illegible]

*Названия пакетов:

1. Поворотная ось фрезерного станка (ER-00013105).
2. Индексная обработка на фрезерном станке (ER-00013106).
3. Непрерывная пятиосевая обработка на фрезерном станке (ER-00013107).
4. Фрезерная обработка продвинутого уровня (ER-00013108).
5. Фрезерная обработка первого уровня (ER-00013109).
6. Труборез для станка плазменной резки (ER-00013110).

7. Термическая (газоплазменная) резка (ER-00013114).
8. Плазменный раскрой продвинутого уровня (ER-00013113).
9. Плазменный раскрой второго уровня (ER-00013112).
10. Плазменный раскрой первого уровня (ER-00013111).

Пакеты опций

Общие функции		Блок управления CNC57	Блок управления CNC86	Блоки управления CNC86-E кроме CNC86-2P1	Блок управления CNC86-2P1	Стойки CNC 110-MR, SR	Стойки CNC110-MP, SP	Подарочный пакет "фрезеровщик"	Подарочный пакет "резчик"
1	Один дополнительный двигатель	+	+						
2	Неограниченное количество двигателей			+	+	+	+	+	+
3	Регулировка скорости холостых переездов	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Поворот системы координат по заготовке	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Разрешение использования осей U, V и W		+	+		+	+	+	+
6	Быстрый запуск УП с произвольной строки	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Выполнение УП в обратную сторону	+	+	+	+	+	+	+	+
8	Продолжение выполнения УП с середины траектории (кадра)	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Расчет времени выполнения УП	+	+	+	+	+	+	+	+
10	Расчет времени выполнения макросов M3, M5				+	+	+	+	+
11	Команды управления выходами M10/M11				+	+	+	+	+
12	Фоновые операции	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Создание и редактирование макросов	+	+	+	+	+	+	+	+
14	Управление несколькими шпинделями			+	+	+	+	+	+
15	Подключение нескольких Клиентов к одному Серверу	+	+	+	+	+	+	+	+
Плазменная резка									
16	Режим работы сервера "Плазменная резка"				+		+		+
17	Библиотека параметров резки				+		+		+
18	Опция "Умный прожиг"				+		+		+
19	Опция "Идеальное отверстие"				+		+		+
20	Блокировки регулирования				+		+		+
21	Радиус пробинга				+		+		+
22	Двухфазный пробинг				+		+		+
23	Симуляция раскроя				+		+		+
24	Умный старт с середины				+		+		+
25	Игнорирование команд Z и F из УП				+		+		+
26	Резка труб				+		+		+
Газовая резка									
27	Режим работы сервера "Газокислородная резка"								+
Фрезерная обработка									
28	Поддержка циклов сверления	+	+	+		+		+	
29	Автоматическая смена инструмента		+	+		+		+	
30	Синхронизация оборотов шпинделя с подачей	+	+	+		+		+	
31	Работа поворотной оси A в индексном режиме	+	+	+		+		+	

32	Многоосевая индексная обработка	+	+	+		+		+	
33	Многоосевая непрерывная обработка	+	+	+		+		+	

Дополнительные пакеты опций (не используются)

Общие функции		Малоформатные станки PLRA4, RA0203, RA0306	Станки закрытые, серия RC RC0302, RC0603, RC1006	Среднеформатные станки PLR-0610M, RM0813, RR0610	Krypton фрезер RM1631, RV1631	Krypton плазма PM1631, PA1631	Krypton газоплазма PG2262	Блок управления CNC57, CNC86
1	Один дополнительный двигатель	+	+					
2	Неограниченное количество двигателей			+	+	+	+	+
3	Регулировка скорости холостых переездов	+	+	+	+	+	+	+
4	Поворот системы координат по заготовке	+	+	+	+	+	+	+
5	Разрешение использования осей U, V и W			+	+	+	+	
6	Быстрый запуск УП с произвольной строки	+	+	+	+	+	+	+
7	Выполнение УП в обратную сторону	+	+	+	+	+	+	+
8	Продолжение выполнения УП с середины траектории (кадра)	+	+	+	+	+	+	+
9	Расчет времени выполнения УП	+	+	+	+	+	+	+
10	Расчёт времени выполнения макросов M3, M5				+	+	+	+
11	Команды управления выходами M10 /M11				+	+	+	+
12	Фоновые операции	+	+	+	+	+	+	+
13	Создание и редактирование макросов	+	+	+	+	+	+	+
14	Управление несколькими шпинделями				+	+	+	+
15	Подключение нескольких Клиентов к одному Серверу	+	+	+	+	+	+	+
Плазменная резка								
16	Режим работы сервера "Плазменная резка"					+	+	
17	Библиотека параметров резки					+	+	
18	Опция "Умный прожиг"					+	+	
19	Опция "Идеальное отверстие"					+	+	
20	Блокировки регулирования					+	+	
21	Радиус пробинга					+	+	
22	Двухфазный пробинг					+	+	
23	Симуляция раскроя					+	+	
24	Умный старт с середины					+	+	
25	Игнорирование команд Z и F из УП					+	+	
26	Резка труб					+	+	
Газовая резка								
27	Режим работы сервера "Газокислородная резка"						+	
Фрезерная обработка								
28	Поддержка циклов сверления	+	+	+	+			+
29	Автоматическая смена инструмента			+	+			+
30	Синхронизация оборотов шпинделя с подачей	+	+	+	+			+
31	Работа поворотной оси A в индексном режиме	+	+	+	+			
32	Многоосевая индексная обработка		+	+	+			
33	Многоосевая непрерывная обработка		+	+	+			

Модуль фрезеровки

Программное обеспечение PUMOTIX предназначено для управления станком с ЧПУ совместно с контроллерами серии PLCM (PLCM-E3, PLCM-E4 и PLCM-E1b) и построено на базе клиент-серверной архитектуры. Серверная часть предназначена для непосредственного управления станком с помощью контроллера, клиентская часть обеспечивает передачу команд оператора и отображение информации, полученной от серверной части. Взаимодействие между ними, а также между серверной частью и контроллером обеспечивается средствами локальной вычислительной сети Ethernet. Такой подход позволяет обеспечить необходимую гибкость при разворачивании системы, исходя из требований заказчика. Клиентская и серверная часть могут располагаться как на одной физической ЭВМ, так и на разных ЭВМ в одной локальной вычислительной сети.



Вариант разворачивания системы на одной ЭВМ

При этом допускается связь клиентской и серверной части по беспроводным сегментам сети при обеспечении стабильности и помехозащищенности канала связи. Взаимодействие серверной части и контроллера рекомендуется обеспечить по проводному каналу связи.



Внимание:

нарушение связи между сервером и контроллером приводит к автоматической остановке выполняемой станком программы.

Основные функции системы:

- работа с контроллерами PLCM-E3, PLCM-E4 и PLCM-E1b;
- поддержка 9 осей;
- одновременная работа с 6 моторами (любой из 6 моторов может быть подключен к любой из 9 осей);
- **два режима управления шпинделем**: дискретное (при помощи реле) и аналоговое (регулировка оборотов ШИМ);
- **режимы обработки**: **G61** (точное следование траектории на максимально возможной скорости), **G61.1** (точное перемещение с остановкой после каждого перемещения), **G64** (скругление углов с заданной погрешностью);
- **поиск базы**;
- **пробинг**;
- продолжение выполнения с любой строки G-кода;
- 3D визуализация поверхности обработки;
- программное ограничение габаритов.

Модуль плазменной резки

Программное обеспечение PUMOTIX с модулем «Плазменная резка» предназначено для комплексного управления работой портальной машины плазменной резки металла с ЧПУ. Данный модуль позволяет:

- управлять процессом плазменной резки металла, осуществляя визуальный контроль и диагностику процесса резки;
- визуально контролировать процесс резки на экране монитора, масштабировать изображение карты фигурного раскроя;
- осуществлять резку металла в ручном режиме (ручные перемещения с зажженным факелом);
- автоматически контролировать высоту плазменной резки путем измерения напряжения в дуге плазмотрона;
- выполнять автоматический поиск поверхности металла (Probing) перед розжигом дуги;
- запускать выполнение УП с любой точки контура с автоматическим розжигом дуги. При продолжении выполнения с середины кадра происходит быстрый розжиг без задержки на пробивку (доступно только в версии Professional);
- устанавливать параметры реза в интерфейсе программы PUMOTIX, в том числе и в процессе резки;
- с помощью библиотеки параметров резки создавать, редактировать, применять или удалять наборы параметров плазменной резки, настроенные на определенный металл и рабочий ток; отслеживать состояние станка и управляющих сигналов в режиме «Диагностика».

PUMOTIX поддерживает работу со следующими контроллерами высоты факела:

- PLCM-T1/PLCM-T2
- THC1
- Любые контроллеры с интерфейсом Up/Down

Внешние контроллеры PLCM и THC подключаются к управляющему компьютеру с помощью Ethernet-кабеля через сетевой коммутатор (рис. 1).



Рис. 1. Вариант развертывания системы в локальной сети

**Внимание!**

Движущиеся объекты, такие как оси станка, и другие детали конструкции могут быть опасны и привести к смертельному исходу. Пожалуйста, имейте это ввиду и работайте, всегда соблюдая нормы и требования безопасности, указанные в инструкциях к Вашему оборудованию.

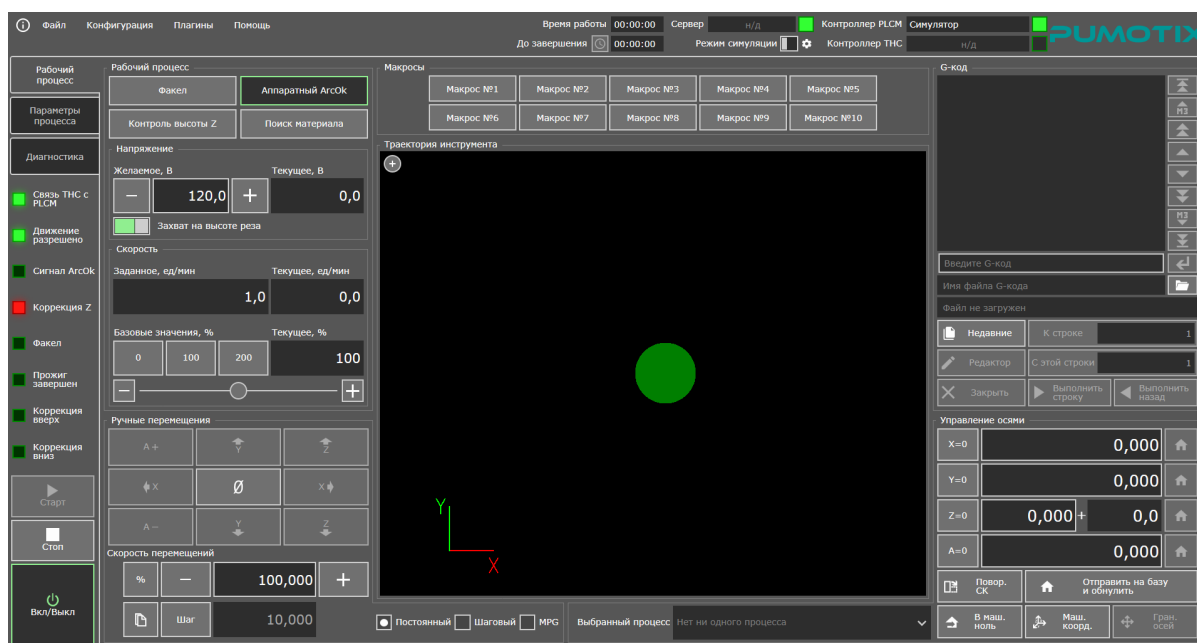
Для получения детальной информации о системе обратитесь к следующим разделам:

- [Интерфейс модуля плазменной резки](#)
- [Описание параметров плазменной резки](#)
- [Настройка параметров резки](#)
- [Способы управления осью Z и подачей](#)
- [Работа с библиотекой параметров резки](#)
- [Описание входных и выходных сигналов модуля плазменной резки](#)

Интерфейс модуля плазменной резки

Интерфейс пользователя программы PUMOTIX «Плазменная резка» поделен на вкладки и состоит из трех основных экранов:

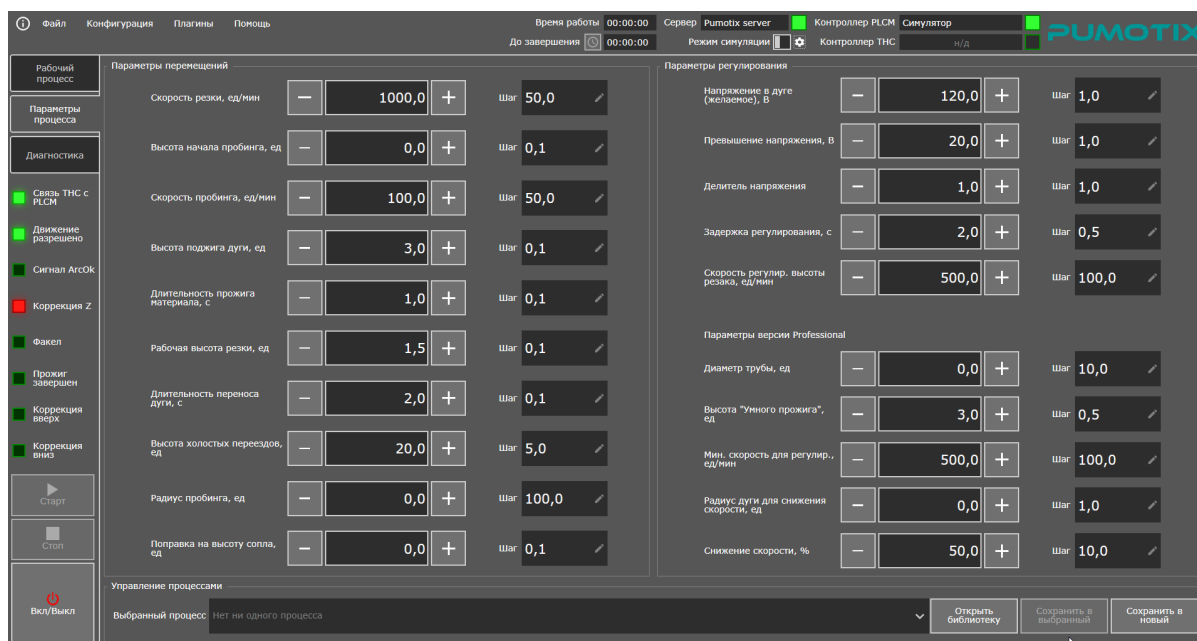
Экран «Рабочий процесс» — основной экран модуля «Плазменная резка». Он содержит кнопки для загрузки, редактирования, выполнения и закрытия G-кода, быстрый выбор сохраненного процесса, кнопки управления рабочим процессом резки, элементы управления осями, индикацию сигналов ТНС, элементы ручного перемещения осей станка.



Интерфейс вкладки «Рабочий процесс»

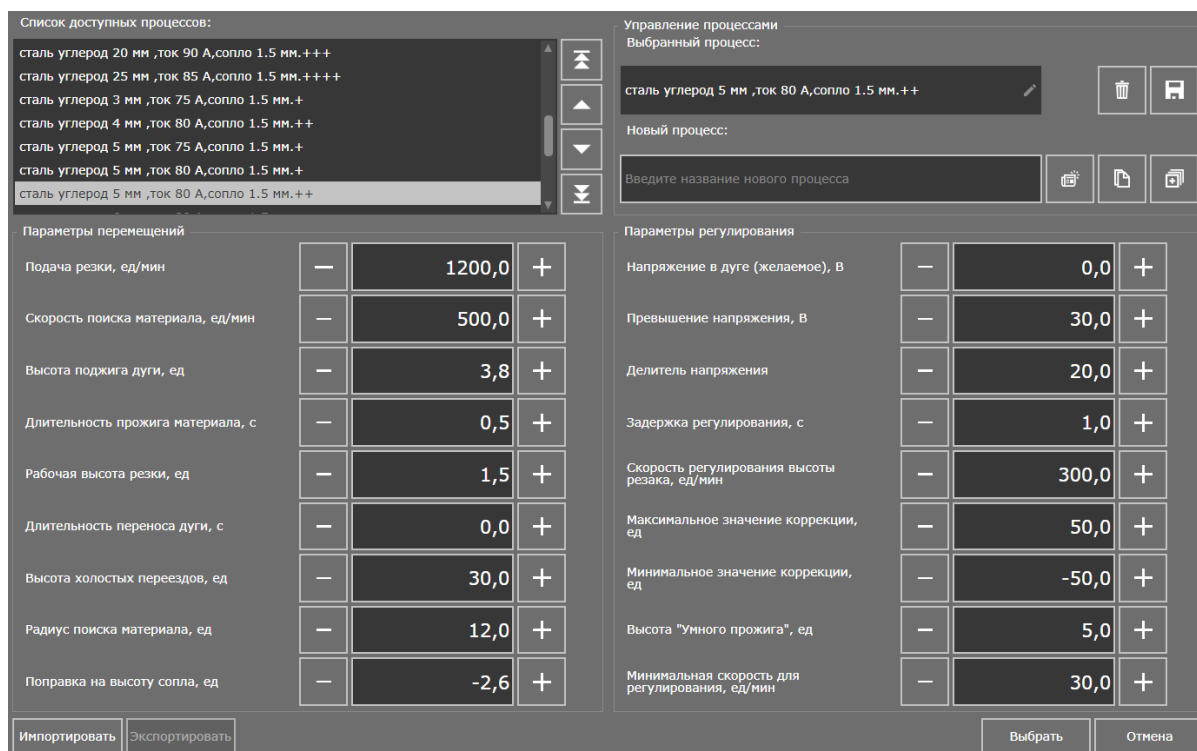
Данная вкладка предназначена для контроля работы станка в процессе выполнения G-кода. Элементы предварительного просмотра траектории позволяют осуществлять визуальный контроль за положением резака относительно чертежа, прогрессом и выполнением УП. Вкладка позволяет оперативно корректировать основные параметры работающего станка: напряжение в дуге и скорость резки.

Экран «Параметры процесса» используется для установки параметров реза в зависимости от используемого материала. Параметры процесса резки логически разделяются на две большие группы: параметры, влияющие на перемещения инструмента, и параметры, отвечающие за процесс и качество регулирования высоты резака над материалом. Более подробное описание каждого из параметров приведено в разделе [Описание параметров плазменной резки](#).



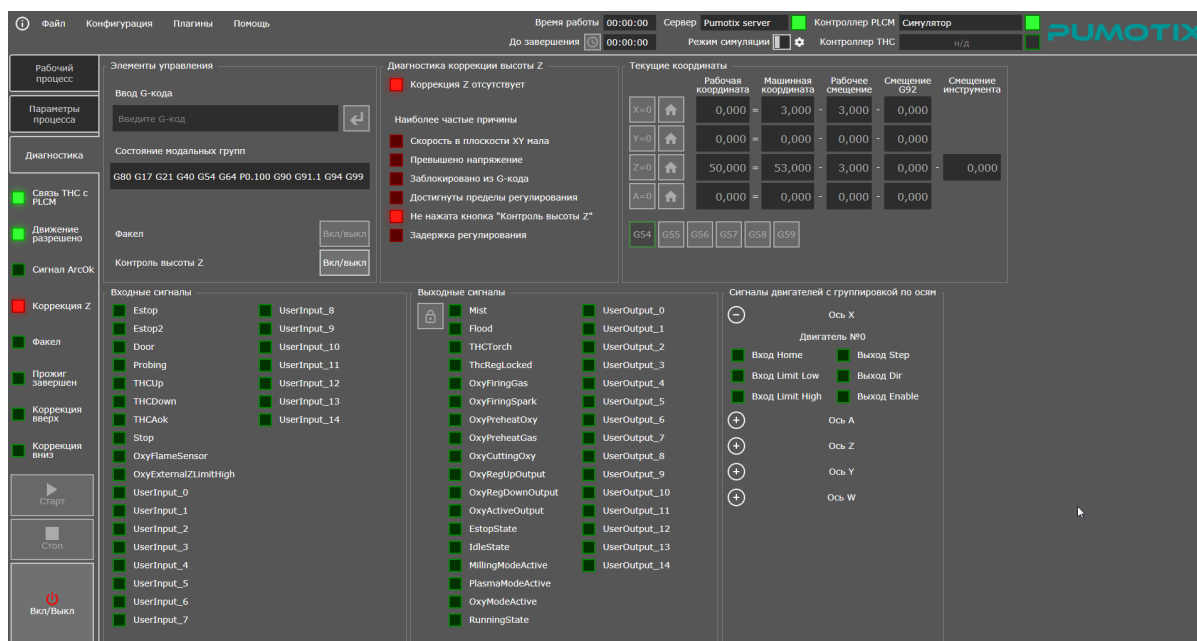
Интерфейс вкладки «Параметры процесса»

С данного экрана также ведется работа с Библиотекой параметров плазменной резки. Более подробное описание работы библиотеки доступно в разделе [Работа с библиотекой параметров резки](#).



Библиотека параметров резки

Экран «Диагностика» позволяет выполнить контроль основных параметров станка, таких как координаты, входные и выходные сигналы, состояния сигналов двигателей, наличие флагов, сигнализирующих ошибки в регулировании ТНС и др.

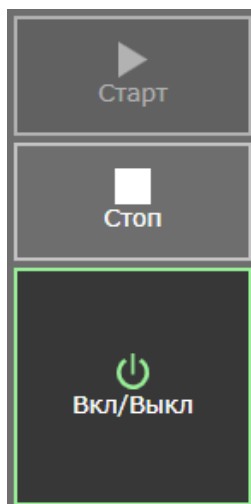


Интерфейс вкладки «Диагностика»

Набор элементов данной страницы позволяет получить обратную связь от машины, проверить логику работы входных и выходных сигналов системы, выполнить контроль управляющих сигналов Step/Dir/Enable на каждом подключенном двигателе, а так же установить причину отсутствия регулирования высоты резака ТНС (более подробно диагностика неисправностей регулирования описана ниже).

Следующий набор элементов является общим для всех вкладок модуля «Плазменная резка».

Кнопки управления «Включить», «Стоп», «Старт» позволяют выполнить включения станка, запуск или остановку выполнения УП не зависимо от выбранного экрана.

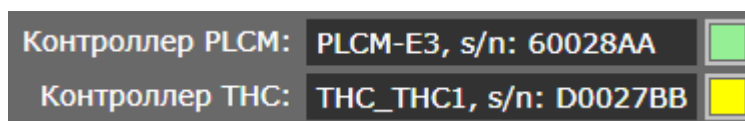


Основные кнопки управления системой

- Кнопка «Вкл/Выкл»**
 Осуществляет включение/выключение оборудования, подачу сигнала Enable на драйверы двигателей и разблокирование основного функционала программы PUMOTIX. Данная кнопка служит одновременно и кнопкой Аварийной остановки (Emergency Stop или Estop) системы в случае экстренной ситуации (аварии) или критической ошибки в системе, которая может повлечь за собой опасность для жизни и здоровья оператора ЧПУ системы, а так же для предотвращения выхода из строя оборудования станка.
- Кнопка «Старт»**
 Запускает загруженную в PUMOTIX управляющую программу (G-код). Запуск с указанной строки так же осуществляется с помощью данной кнопки.
- Кнопка «Стоп»**
 Останавливает выполнение G-кода или любых других перемещений осей станка (например,

поиск баз, поиск материала и др).

Информационная панель с выбранными контроллерами PLCM и THC.



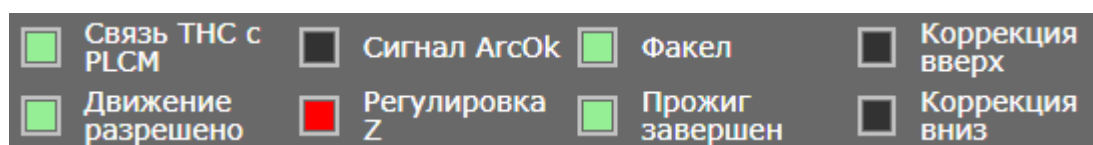
Панель контроллеров

Индикаторы справа от названия выбранного контроллера отображают текущее состояние сетевого подключения программы PUMOTIX с данным контроллером:

контроллер не выбран;	
выполняется подключение;	
соединение установлено.	

В нормальном режиме работы оба индикатора должны быть зелеными. Если индикатор состояния подключения желтый, необходимо проверить сетевые настройки для данного контроллера. Данное состояние индикатора обозначает, что в настройках PUMOTIX контроллер был выбран, но программа не может установить с ним соединение.

Индикация сигналов работы модуля THC.



Панель индикации THC

Данная панель отображает состояние специальных сигналов, используемых для работы модуля коррекции высоты THC. Панель содержит 8 световых индикаторов (LED):

• Связь THC с PLCM

Отображает наличие или отсутствие связи между контроллером THC и контроллером PLCM. В нормальном режиме работы модуля THC связь должна присутствовать, индикатор при этом имеет зеленое свечение. При отсутствии связи между контроллерами все функции THC будут отключены, и резка выполнится без регулирования. Для обеспечения связи необходимо, чтобы контроллеры THC и PLCM были объединены в локальную сеть и имели IP-адрес и маску из одной подсети.

• Движение разрешено

Индикатор, сигнализирующий о возможности перемещения осей. Данный сигнал находится в неактивном состоянии в момент прожига материала, а так же в момент отсутствия сигнала ArcOk. Прожиг материала, а так же отсутствующий сигнал ArcOk (при активной функции Ожидание ArcOk) является знаком того, что движение осей в данный момент времени запрещено. Движение станет доступно с момента окончания длительности прожига или детектирования сигнала ArcOk.

• Сигнал ArcOk

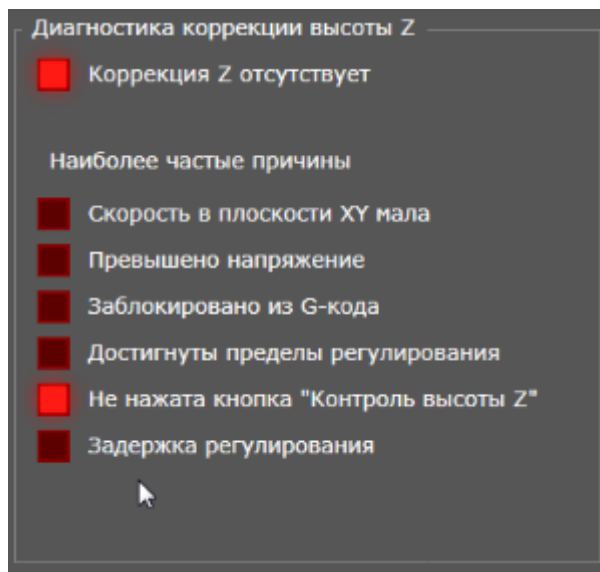
Отображает состояние входа ArcOk в блоке THC.

• Регулировка Z

Имеет три состояния:

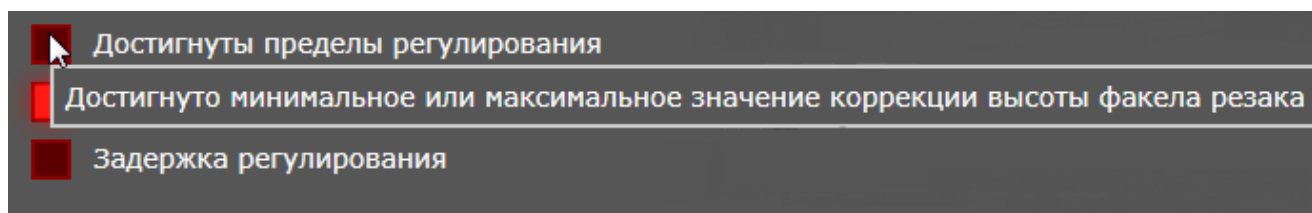
регулирование не используется в данный момент;	
регулирование используется и работает нормально;	
регулирование должно использоваться, но отсутствует в данный момент по некоторым причинам.	

Установить причину отсутствия регулирования можно на вкладке Диагностика системы в разделе Диагностика регулирования высоты Z. На рисунке ниже изображены индикаторы распространенных причин отсутствия коррекции высоты резака. При наличии той или иной ошибки, светодиод горит красным светом.



Блок проверки регулирования Z

Для получения более подробной информации по конкретной причине необходимо навести указатель мыши на значок индикатора сигнала:



Описание проблемы

- **Факел**

Дублирует состояние выхода Torch Fire. Горит, если контакты замкнуты и не горит, если контакты разомкнуты.

- **Прожиг завершен**

Сигнализирует о том, что прожиг материала был успешно завершен, и можно начинать перемещение резака по контуру детали.

- **Коррекция вверх**

Сигнал коррекции высоты резака вверх.

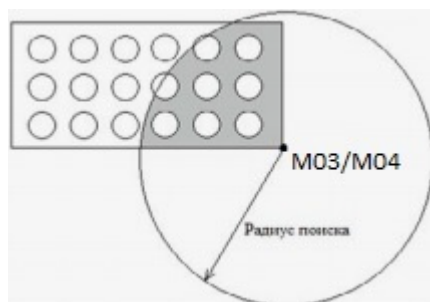
- **Коррекция вниз**

Сигнал коррекции высоты резака вниз.

Описание параметров плазменной резки

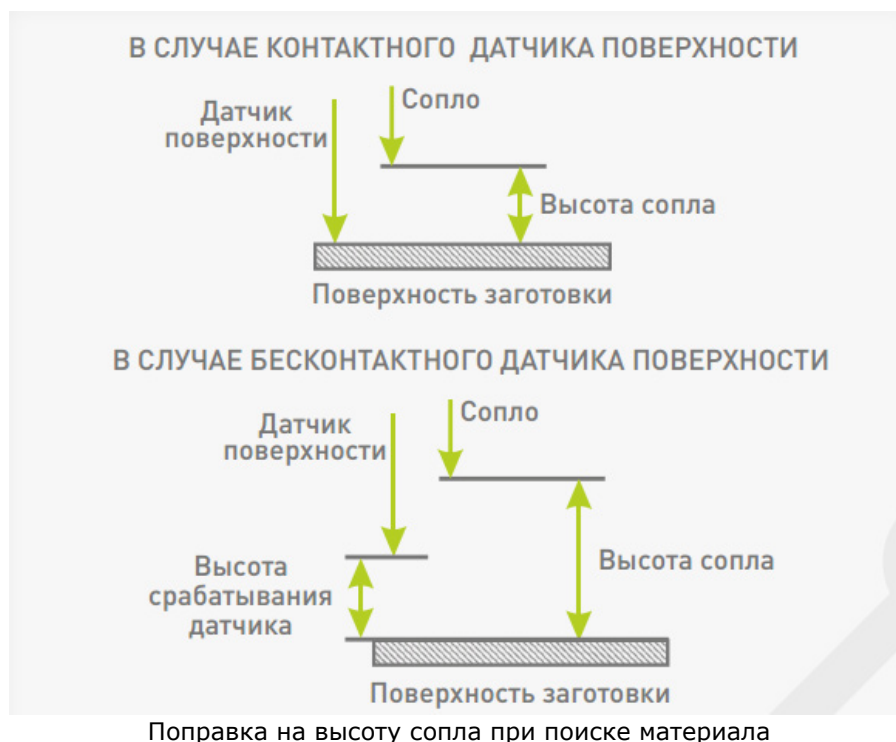
Параметры перемещений:

- *Скорость резки, ед/мин*
Желаемая скорость резки материала в единицах перемещения за минуту, зависит от типа металла и параметров используемого оборудования. Как правило, значение этого параметра выставляется согласно таблице резки, приведенной в руководстве оператора используемого оборудования. Задается в единицах перемещения (мм, дюйм и др) за минуту.
- *Высота начала пробинга, ед.*
Высота над последним известным положением заготовки, до которой происходит снижение на максимальной скорости, а затем поиск материала со скоростью пробинга, задается в единицах перемещения.
- *Скорость пробинга, ед/мин*
Скорость опускания резака при поиске материала, задается в единицах перемещения за минуту.
- *Высота поджига дуги, ед*
Требуемое значение координаты Z резака перед включением факела, задается в единицах перемещения.
- *Длительность прожига материала, с*
Время ожидания прожига, в течение которого резак будет стоять с зажженным факелом над материалом на высоте «Высота прожига», задается в секундах.
- *Рабочая высота резки, ед*
Высота в миллиметрах, на которую переместится резак по истечении значения параметра «Длительность прожига», задается в единицах перемещения.
- *Длительность переноса дуги, с*
Данный параметр служит для эмуляции переноса дуги. Если в системе не используется сигнал ArcOk, система выполнит указанную задержку перед началом перемещения. Задается в секундах.
- *Высота холостых переездов, ед*
Высота резака относительно материала во время холостых переездов между участками резки контура, задается в единицах перемещения.
- *Радиус пробинга, ед*
Если очередной розжиг производится на расстоянии, менее указанного радиуса от места последнего поиска материала, то считается, что текущая координата Z верна, повторный поиск не требуется. Розжиг будет произведен без поиска металла. При нулевом значении поиск будет выполняться перед каждым розжигом. Задается в единицах перемещения.



Радиус поиска материала

- *Поправка на высоту сопла, ед*
Значение, которое следует назначить координате Z сразу после поиска материала. Если касание производится соплом, то здесь должно быть нулевое значение. Если же используется другой датчик, то, очевидно, что в момент срабатывания датчика сопло находится на некоторой высоте от металла, причем, эта высота зависит от установленного сопла. Именно эта высота и должна быть указана в данном поле. Задается в единицах перемещения.



Параметры регулирования:

- Напряжение в дуге (желаемое), В**
 Требуемое значение напряжения в дуге. Выставляется в соответствии с таблицами реза руководства оператора используемого оборудования. Если в качестве желаемого напряжения указано нулевое значение, то система автоматически перейдет в режим автозахвата напряжения. Автозахват напряжения позволяет контроллеру ТНС по истечении задержки регулирования зафиксировать текущее напряжение в дуге и поддерживать его до конца реза. Задается в вольтах.
- Превышение напряжения, В**
 Задаёт предельное превышение заданного напряжения, при котором разрешено регулирование вниз.
 Когда дуга пересекает зазор или уже прорезанный контур, модуль ТНС регистрирует всплеск напряжения и принимает решение опускать резак вниз для стабилизации напряжения вблизи желаемого. Данный параметр позволяет установить такую величину скачка напряжения, при превышении которой система заблокирует опускание резака вниз во избежание столкновения сопла с заготовкой или конструктивными частями станка. При этом регулирование высоты вверх остается доступным. Как только текущее напряжение окажется в рамках превышения напряжения, регулирование снова будет доступно в обоих направлениях. Задается в вольтах.



Превышение напряжения

- *Делитель напряжения*

Применяется, если контроллер THC подключен к низковольтному выходу источника плазменной резки для безопасного измерения напряжения. Например, если THC подключен к выходу источника Hypertherm с коэффициентом деления 1:50, то в этом поле нужно указать число 50. Если делитель не используется, требуется указать значение 1.

- *Задержка регулирования, с*

Задержка включения коррекции высоты Z после выхода резака на рабочую высоту. Сразу после перемещения на рабочую высоту начинается движение по заданной в G-коде траектории, но в начале движения напряжение еще не стабилизировано и, как правило, сильно завышено. Данный параметр запрещает перемещение оси Z на заданное время. Указанного времени должно быть достаточно для разгона до номинальной скорости. Задается в секундах.

- *Скорость регулирования высоты резака, ед/мин*

Параметр, отвечающий за скорость коррекции высоты резака над материалом в процессе резки с регулированием Z. Слишком высокая скорость может приводить к пропускам шагов или перегрузке серводрайвера. В противоположном случае система может не успевать следить за кривизной поверхности. Параметр зависит от степени изогнутости материала и выбранной подачи, поэтому подбирается экспериментально для каждого из режимов реза.

- *Диаметр трубы, ед*

Диаметр трубы для резки с использованием поворотной оси A. Задание диаметра трубы позволяет задействовать сглаживание при одновременном движении линейных и поворотных осей, а также интерпретировать подачу как скорость движения по поверхности трубы.

- *Высота «Умного прожига», ед*

Опция «Умный прожиг» позволяет уменьшить износ расходных материалов при использовании режима плазменной резки за счет уменьшения загрязнения защитного экрана брызгами расплавленного металла в процессе прожига листа-заготовки. Принцип работы «Умного прожига» основан на том, что электрическая дуга может ощутимо удлиняться, если она уже зажглась, при этом разрыва дуги не произойдет. Необходимо подъехать к месту прожига, опуститься на требуемую высоту и включить плазматрон. Как только дуга стабильно загорится и плазменный аппарат включит сигнал ArcOK, можно немного поднять плазматрон на более безопасное расстояние и дожидаться окончания прожига. После этого можно снова опускаться на высоту реза. К этому моменту отверстие в материале уже появилось, плазматрон выдувает через него все брызги металла вниз. Для применения опции «Умный прожиг» не требуется никакая дополнительная настройка PUMOTIX и программ генерации G-кодов. G-код остается тем же. Достаточно лишь задать параметр Высота «Умного прожига» в единицах перемещения (мм, дюйм и т.д.). Если данное значение не равно нулю, то сразу после появления сигнала ArcOK контроллер поднимает плазматрон на указанную высоту. При этом он же засекает время прожига, начиная с момента появления сигнала ArcOK. Если в течение подъема время прожига закончится, то подъем прекратится, и продолжится выполнение G-кода. Иллюстрация работы опции «Умный прожиг» представлена ниже.

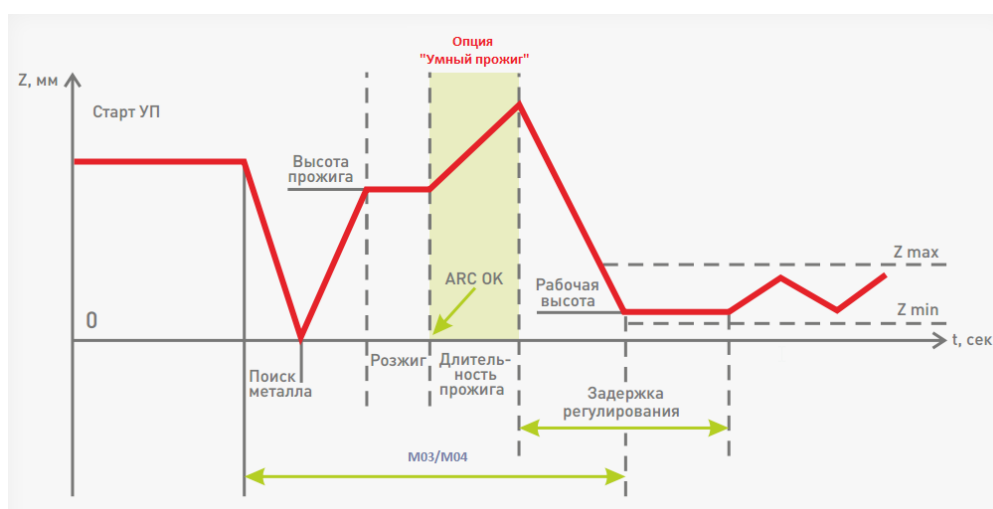


Схема работы опции "Умный прожиг"

- *Минимальная скорость для регулирования, ед/мин*

Задаёт минимально необходимую скорость перемещения резака в плоскости XY для разрешения регулирования высоты Z. При прохождении поворотов, PUMOTIX замедляет движение резака, что приводит к возрастанию напряжения в дуге и, как следствие, возможному опусканию

резака. Для защиты от этого введено ограничение минимальной скорости перемещения, при которой будет производиться регулирование. Если текущая скорость станет ниже данного порога, регулирование будет заблокировано, пока резак снова не наберет скорость. Индикатор работы данной опции отображает ее текущее состояние на панели сигналов ТНС. Задается в единицах перемещения за минуту.

- *Радиус дуги для снижения скорости, ед*

На дугах радиусом менее указанного и длиной более $\frac{1}{4}$ полной окружности будет производиться снижение скорости резки, задается в единицах перемещения.

- *Снижение скорости, %*

Процент от текущей скорости резки, до которого будет снижена скорость прохождения дуги малого радиуса.

Настройка параметров резки

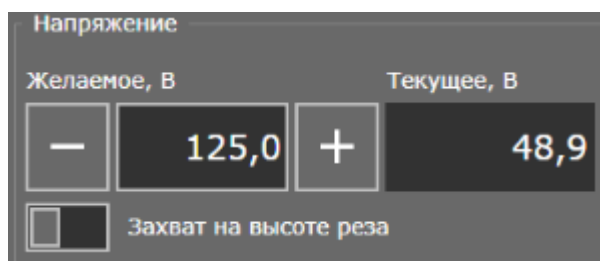
Рабочий процесс

PUMOTIX позволяет гибко настраивать весь набор параметров процесса плазменной резки. Часть параметров можно менять динамически, то есть в процессе резки металла. Остальные параметры применяются перед каждым новым контуром резки (перед вызовом макроса **M03/M04**).

Динамически изменяемые параметры

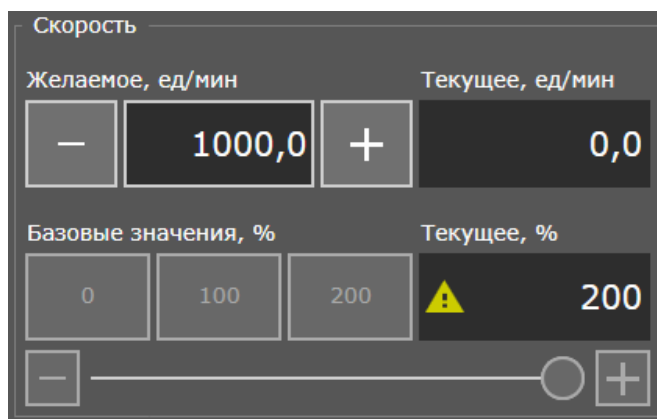
Непосредственно во время резки материала PUMOTIX позволяет изменять следующий набор параметров:

- напряжение (желаемое);
- превышение напряжения;
- скорость регулирования Z;
- минимальная скорость для регулирования;
- минимальное значение коррекции;
- максимальное значение коррекции.



Установка и мониторинг напряжения

Так же в процессе выполнения УП у оператора есть возможность изменения текущей скорости резки, с помощью элементов управления скоростью на главном экране. Доступный диапазон изменения: 0-200% от желаемой скорости.



Установка и мониторинг скорости

Изменение параметра «Желаемое, ед/мин» будет принято перед резкой следующего контура (то есть перед очередным макросом **M03/M04**).

Остальные параметры

Все оставшиеся параметры не являются динамически изменяемыми и применяются в системе перед каждым прожигом:

- скорость резки;
- высота начала пробинга;
- скорость пробинга;
- высота поджига дуги;
- длительность прожига материала;
- рабочая высота резки;

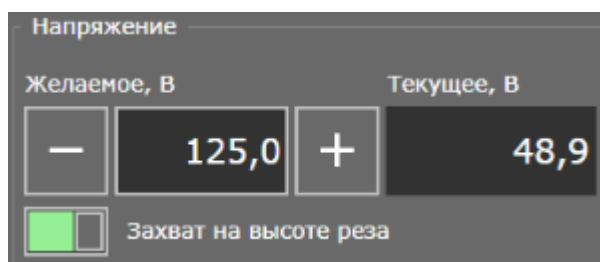
- длительность переноса дуги;
- высота холостых переездов;
- радиус пробинга;
- поправка на высоту сопла;
- делитель напряжения;
- задержка регулирования;
- диаметр трубы;
- высота «Умного прожига»;
- радиус дуги для снижения скорости;
- снижение скорости (%).

Эти параметры можно устанавливать и изменять как перед запуском УП на выполнение, так и в процессе выполнения УП. PUMOTIX считает и применит измененные параметры перед началом следующего прожига.

Захват напряжения на высоте реза

Система управления плазменной резкой PUMOTIX позволяет использовать функцию автоматического захвата напряжения в дуге. Данная опция полезна в том случае, если оператор станка точно не знает, какое желаемое напряжение должно быть выставлено для резки данного материала, но знает рабочую высоту, которую необходимо поддерживать в процессе всей резки. Таким образом, при активной опции «Захват на высоте реза» система будет использовать напряжение в дуге, установившееся к началу регулирования высоты Z. Данное напряжение будет измерено блоком ТНС автоматически и записано в параметр «Напряжение (желаемое), В». При включенной опции «Регулирование Z» система будет поддерживать захваченное напряжение до конца резки контура.

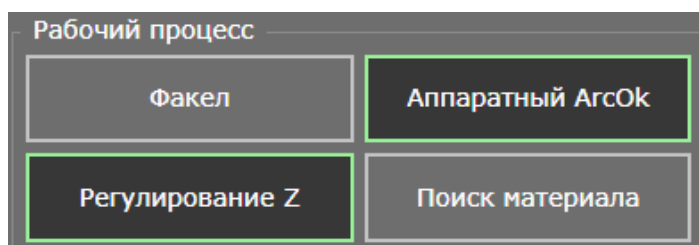
Активация опции производится кнопкой «Захват на высоте реза» или автоматически, если в поле параметра «Напряжение (желаемое), В» установлено значение 0 вольт.



Захват на высоте реза

Кнопки управления рабочим процессом

На главном экране «Резка» в группе «Рабочий процесс» также расположен набор кнопок управления некоторыми функциями плазменной резки:



Кнопки управления рабочим процессом

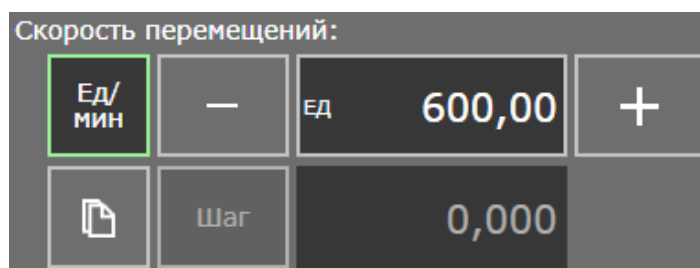
- Кнопка «Факел» служит для отправки включения и выключения факела плазматрона. При выполнении УП, как правило, ручную факел не включается. Включение факела производится макросами **M03/M04** непосредственно из УП. Включение факела плазматрона кнопкой применяется при резке металла в ручном режиме (перемещение осей кнопками с экрана или клавиатуры). Для быстрого включения/ выключения факела с клавиатуры можно использовать горячую клавишу F5.

Дополнительной функцией к ручной резке металла является функция копирования желаемой подачи в скорость ручных перемещений. При активации данной функции система

автоматически переключит режим

ручных перемещений с скопированной скоростью подачи. Достаточно лишь подъехать к желаемой точке старта ручной резки, включить «Регулирование Z» (если оно необходимо), активировать Факел и выполнить резку контура с помощью клавиатуры.

Кнопка «Скопировать желаемую подачу» располагается на главном экране в блоке управления ручными перемещениями.



Применить подачу для ручных перемещений

- Кнопка «Аппаратный ArcOk» включает/выключает использование сигнала ArcOk — сигнала переноса дуги. Данный сигнал формирует блок аппарата плазменной резки (АПР) при удачном переносе дуги. Когда опция «Ожидание ArcOk» включена, PUMOTIX выполнит команду розжига дуги и перейдет в режим ожидания сигнала ArcOk. Как только сигнал будет получен от плазменного блока, PUMOTIX продолжит завершение процедуры розжига и выхода на рабочую высоту резки. В случае потери сигнала ArcOk в процессе резки контура (дуга потухла), выполнение программы будет прервано.
При отключенной опции «Ожидание ArcOk» система управления PUMOTIX работает с параметром «Длительность переноса дуги» (см. описание параметра в [предыдущей главе](#)). Отключение данной опции имеет смысл в том случае, если в используемом АПР нет вывода сигнала ArcOk.
- Кнопка «Регулирование Z» включает/выключает коррекцию высоты резака над материалом путем удержания желаемого напряжения. Регулировка физического расстояния между резаком и заготовкой при резке выполняется в зависимости от напряжения плазменной дуги. Механизм регулирования заключается в том, что контроллер ТНС передает по сети Ethernet действующее напряжение в дуге. ЧПУ контроллер принимает эту информацию и производит корректировку высоты, после чего передает в PUMOTIX текущее состояние корректировки. Таким образом, контроллер знает не только требуемое направление корректировки, но и величину отклонения от номинала, из которой можно определить требуемое смещение оси Z в данный момент времени. Благодаря этому обеспечивается высокая точность поддержания высоты реза, что положительно влияет на резку без окалины, внешний вид среза и стабильность размеров детали.
- Кнопка «Поиск материала» запускает алгоритм поиска поверхности материала. Предварительно должен быть настроен сигнал датчика Probing в разделе «Настройки» «Сигналы» «Параметры входных сигналов». Будет произведен поиск поверхности металла, обнуление координаты Z и подъем на безопасную высоту (значение параметра «Высота холостых переездов»). Если сигнал с датчика не был получен по окончании поиска материала, система выдаст соответствующее сообщение.

Режим симуляции

Режим симуляции позволяет выполнить УП без включения факела с заданной подачей и высотой.

Параметры перемещения

Высота,
ед: 5,0

Скорость,
ед/мин: 2000,0

Разметка листа

Стоп по
M03: ☒

Параметры режима симуляции

При активной опции «Стоп по M03» симуляция будет приостанавливаться в каждой точке прожига до нажатия кнопки «Старт». Резак при этом будет располагаться над точкой пробивки. Этот режим может использоваться для ручной маркировки точек врезки.

Способы управления осью Z и подачей

PUMOTIX с модулем «Плазменная резка» поддерживает два основных режима управления резкой:

1. Режим управления осью Z и подачей резки из параметров процесса резки в PUMOTIX;
2. Режим управления осью Z и подачей резки из G-кода.

Управление резкой из параметров процесса PUMOTIX

При активации данного режима игнорируются любые команды управления осью Z и подачей F из G-кода. Данный режим позволяет полностью контролировать процесс плазменной резки, устанавливая все рабочие параметры непосредственно в окне программы (вкладка «Рабочие параметры»). Например, в УП встречается следующий набор команд:

```
N0030 G21 (Units: Metric)
N0040 G90 G91.1 G40
N0050 F1
N0060 M101
N0070 G00 Z10.0000
N0080 G00 X75.8800 Y410.0000
N0090 M100
N0100 G00 Z3.0000
N0110 M03
N0120 G00 Z1.5000
N0130 G02 X75.8800 Y410.0000 I0.0000 J55.8800 F3000
N0140 M05
```

В данном примере команды управления осью Z (подъем на высоту пробоя и спуск на рабочую высоту), а так же установка подачи резки 3000 ед. будут проигнорированы программой.

```
N0100 G00 Z3.0000
N0120 G00 Z1.5000
N0130 G02 X75.8800 Y410.0000 I0.0000 J55.8800 F3000
```

Для работы системы в таком режиме в G-коде достаточно двух стандартных управляющих команд — макросов **M03/M04** и макроса **M05**. Таким образом, никаких дополнительных параметров в файле УП не требуется, что позволяет использовать любой стандартный пост-процессор для САМ-систем с **M03/M04** и **M05** командами.

Управление резкой из G-кода

Данный режим предусматривает управление подачей резки, а также перемещениями оси Z непосредственно из G-кода. Этот режим целесообразно использовать совместно с правилами резки в САМ- программе, из которой потом будет выгружен готовый G-код для PUMOTIX. Большинство САМ- пакетов поддерживают установку и настройку правил прохождения контура (правил резки). Еще на этапе генерации операции резки можно настроить замедления перед прохождением крутых поворотов контура, вставить макросы включения и отключения регулирования, подъема резака на безопасную высоту и т.д. Таким образом, результирующий G-код будет содержать в себе некоторый перечень команд по управлению подачей и перемещениями оси Z, который PUMOTIX исполнит при выполнении УП. При выборе данного режима управления резкой, игнорирование строк

```
N0100 G00 Z3.0000
N0120 G00 Z1.5000 F100
N0130 G02 X75.8800 Y410.0000 I0.0000 J55.8800 F3000
```

не будет производиться. Система выполнит указанный в G-коде подъем на высоту пробоя Z3.000, включит факел и произведет переезд оси Z в координату рабочей высоты Z1.1500. В строке N0130 будет произведен рез контура с подачей 3000 ед/мин.

Заметим, что в этом режиме следующие значения параметров с вкладки «рабочие параметры» будут проигнорированы:

- подача резки;

- высота поджига дуги;
- рабочая высота резки;
- высота холостых переездов.

Стоит отметить, что в этом режиме команда **M3** не выполняет поиск материала. Она только включает факел. Для выполнения поиска необходимо перед командой **M3** поместить команду **M100**, которая выполняет только поиск материала без фактического поджига дуги.

Работа с библиотекой параметров резки

В системе PUMOTIX имеется библиотека параметров плазменной резки, которая позволяет создавать, редактировать, сохранять и применять набор параметров, задав ему определенное название.

Список доступных процессов

- Ct3 22мм 200А
- Ct3 25мм 200А
- Ct3 30мм 200А
- Ct3 40мм 200А
- Ct3 50мм 200А
- Ct3 5мм 130А
- Ct3 60мм 200А

Управление процессами
Выбранный процесс: Ct3 25мм 200А

Новый процесс
Введите название нового процесса

Параметры перемещений

Скорость резки, ед/мин	860,0
Высота начала пробинга, ед	0,0
Скорость пробинга, ед/мин	3000,0
Высота поджига дуги, ед	8,0
Длительность прожига материала, с	1,2
Рабочая высота резки, ед	6,4
Длительность переноса дуги, с	0,0
Высота холостых переездов, ед	50,0
Радиус пробинга, ед	100,0
Поправка на высоту сопла, ед	-14,0

Параметры регулирования

Напряжение в дуге (желаемое), В	172,0
Превышение напряжения, В	20,0
Делитель напряжения	1,0
Задержка регулирования, с	2,0
Скорость регулир. высоты резака, ед/мин	150,0

Параметры версии Professional

Диаметр трубы, ед	0,0
Высота "Умного прожига", ед	3,0
Мин. скорость для регулир., ед/мин	800,0
Радиус дуги для снижения скорости, ед	0,0
Снижение скорости, %	50,0

Импортировать Экспортировать Выбрать Отмена

Переход в библиотеку параметров осуществляется с помощью кнопки «Открыть библиотеку», расположенной на вкладке «Параметры процесса». С помощью кнопки «Сохранить в выбранный» все текущие рабочие параметры будут сохранены в последний выбранный библиотеке процесс. Кнопка «Сохранить в новый» автоматически создаст новый процесс с текущими параметрами и сохранит его в библиотеке.

Параметры перемещений

Скорость резки, ед/мин	1550,0	Шаг 50,0
Высота начала пробинга, ед	0,0	Шаг 0,1
Скорость пробинга, ед/мин	3000,0	Шаг 50,0
Высота поджига дуги, ед	7,5	Шаг 0,1
Длительность прожига материала, с	0,5	Шаг 0,1
Рабочая высота резки, ед	4,0	Шаг 0,1
Длительность переноса дуги, с	0,0	Шаг 0,1
Высота холостых переездов, ед	50,0	Шаг 5,0
Радиус пробинга, ед	100,0	Шаг 100,0
Поправка на высоту сопла, ед	-14,0	Шаг 0,1

Параметры регулирования

Напряжение в дуге (желаемое), В	160,0	Шаг 1,0
Превышение напряжения, В	20,0	Шаг 1,0
Делитель напряжения	1,0	Шаг 1,0
Задержка регулирования, с	0,2	Шаг 0,5
Скорость регулир. высоты резака, ед/мин	350,0	Шаг 100,0

Параметры версии Professional

Диаметр трубы, ед	0,0	Шаг 10,0
Высота "Умного прожига", ед	0,0	Шаг 0,5
Мин. скорость для регулир., ед/мин	1395,0	Шаг 100,0
Радиус дуги для снижения скорости, ед	0,0	Шаг 1,0
Снижение скорости, %	50,0	Шаг 10,0

Управление процессами
Выбранный процесс: НЕРЖ 16мм 200А

Открыть библиотеку Сохранить в выбранный Сохранить в новый

Выпадающий список «Выбранный процесс» позволяет быстро загрузить тот или иной процесс из библиотеки параметров, не переходя в нее. Быстрый выбор процесса доступен как с основной вкладки «Рабочий процесс», так и с вкладки «Параметры процесса».

Импорт библиотеки

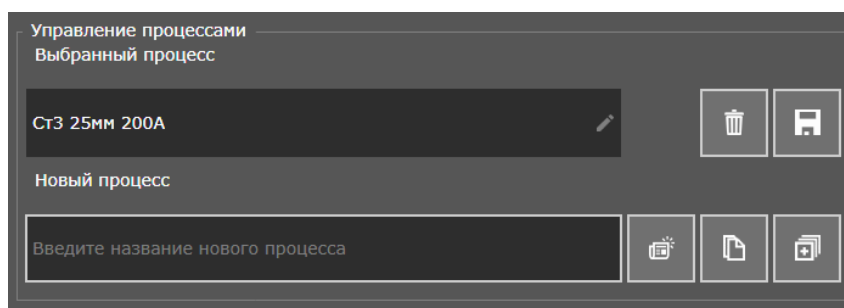
Если в системе ранее использовалось оборудование ТНС производства компании Purelogic под управлением ПО Mach3, PUMOTIX позволяет импортировать существующую библиотеку параметров плазменной резки из Mach3. В этом случае будет выполнен автоматический импорт библиотеки параметров из Mach3 при первом запуске приложения PUMOTIX. Оператор станка может вручную импортировать файл с параметрами резки с помощью кнопки "Импортировать", расположенной в нижнем левом углу окна Библиотеки параметров.

Экспорт библиотеки

Функция «Экспортировать» позволяет сохранить копию текущей библиотеки параметров PUMOTIX в файл. Данная функция полезна при переносе библиотеки параметров резки на другой компьютер под управлением PUMOTIX или создании резервной копии параметров. Кнопка «Экспортировать» расположена в нижнем левом углу окна Библиотеки параметров.

Управление процессами

Библиотека параметров содержит блок управления процессами:



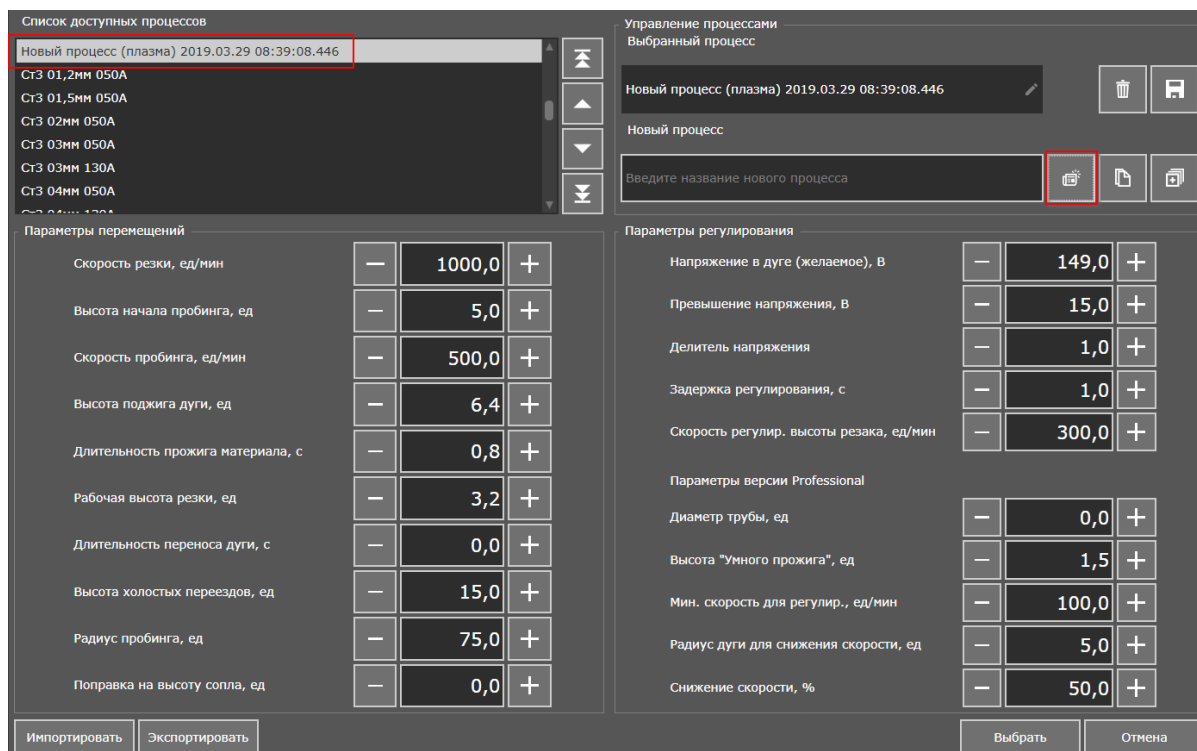
Данный блок позволяет выполнять следующие функции с выбранным процессом:

• удаление процесса;	
• сохранение процесса.	

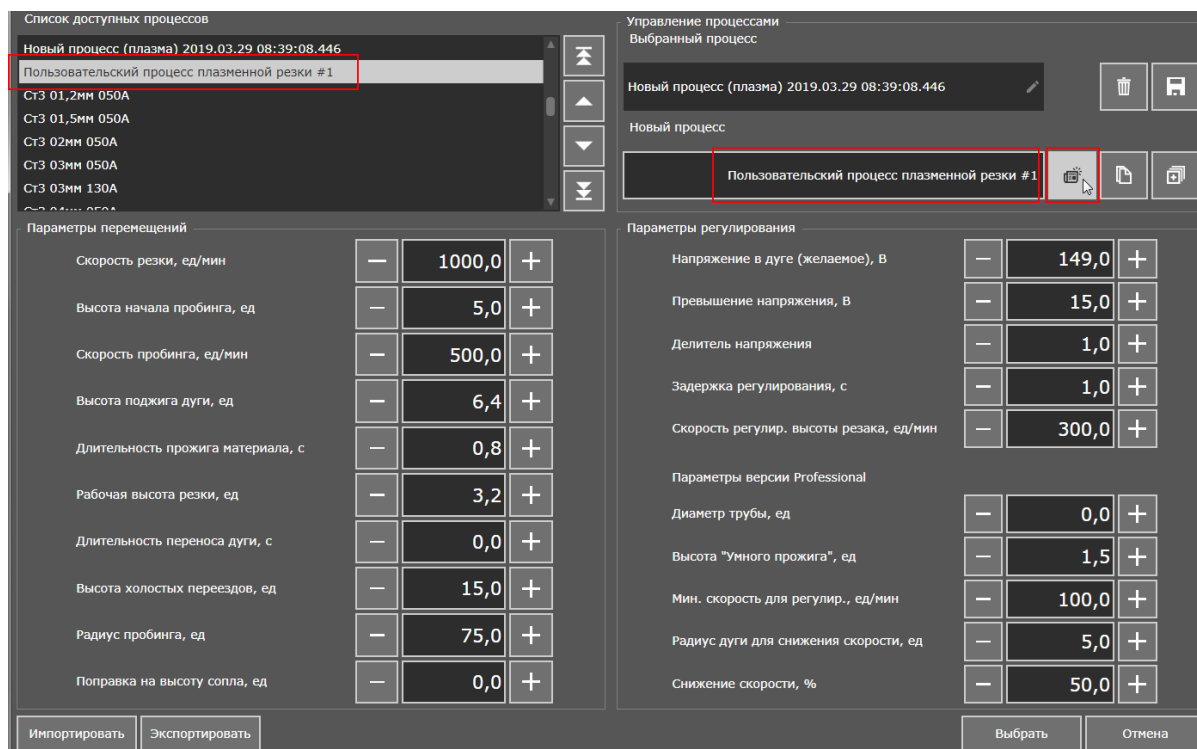
Блок создания нового процесса позволяет выполнять:

• создание процесса с пользовательским именем или именем по умолчанию;	
• создание копии выбранного процесса;	
• внесение изменений во все процессы библиотеки.	

При нажатии на кнопку создания нового процесса в библиотеке параметров будет создан процесс с параметрами по-умолчанию и автоматически сформированным названием. При необходимости процесс можно переименовать, установив курсор мыши в поле с названием процесса.



Если предварительно ввести название нового процесса в соответствующее поле, а потом кликнуть кнопку «Создать», то система добавит процесс с параметрами по-умолчанию и присвоит ему указанное название.



Кнопка «Внесение изменений во все процессы библиотеки» позволяет установить значения текущих параметров во все процессы библиотеки. Например, необходимо одним кликом установить одинаковый делитель напряжения и скорость пробинга для всех процессов в библиотеке:

Делитель напряжения — 50

Скорость пробинга — 400 ед/мин

Достаточно установить в текущий выбранный процесс нужные значения 50 и 400 соответственно и перейти в меню выбора параметров с помощью соответствующей кнопки.

В списке параметров указать необходимые и подтвердить действие кнопкой «Заменить».

Выберите параметры для автозамены текущими значениями во всех процессах

Параметры перемещений	Параметры регулирования
☐ Скорость резки	☐ Желаемое напряжение в дуге
☐ Высота начала пробинга	☐ Превышение напряжения
☒ Скорость пробинга	☒ Делитель напряжения
☐ Высота поджига дуги	☐ Задержка регулирования
☐ Длительность прожига	☐ Скорость регулирования
☐ Рабочая высота резки	Параметры версии Professional
☐ Длительность переноса дуги	☐ Диаметр трубы
☐ Высота холостых переездов	☐ Высота "Умного прожига"
☐ Радиус пробинга	☐ Мин. скорость для регулирования
☐ Поправка на высоту сопла	☐ Радиус дуги
	☐ Снижение скорости

Описание входных и выходных сигналов модуля плазменной резки

Входные сигналы, используемые в модуле плазменной резки:

- Estop – сигнал аварийной остановки (Emergency Stop);
- Estop2 – второй сигнал аварийной остановки, полностью аналогичен первому. Позволяет упростить проводку станка, если сигналы аварии от датчиков имеют разные уровни срабатывания;
- Probing – сигнал с датчика пробинга (датчика поверхности материала);
- Stop – сигнал «Стоп» или «Коллизия», остановка станка без потери координат;
- Door – вход, сигнализирующий об открытой двери защитной кабины (Выполняет остановку выполнения УП при срабатывании. Отличается от входа Stop тем, что при активном сигнале Door разрешено выполнение G-команд вручную через окно MDI и управление факелом);
- THCUpr – сигнал регулирования вверх, транслируемый внешним блоком THC, выполняющим регулирование по Up/Down;
- THCDwn – сигнал регулирования вниз, транслируемый внешним блоком THC, выполняющим регулирование по Up/Down;
- THCAok – вход сигнала ArcOK;
- UserInput_0 – UserInput_14 – пользовательские входные сигналы для использования в макросах PUMOTIX.

Выходные сигналы, используемые в модуле плазменной резки:

- THCTorch – выход, управляющий факелом;
- THCRegLocked – выход для индикации блокировки регулирования. Может применяться для управления внешним контроллером оси Z;
- EstopState – сигнализирует о том, что система находится в выключенном состоянии или в состоянии аварийной остановки;
- IdleState – сигнализирует о том, что система находится в состоянии простоя;
- RunningState – сигнализирует о том, что система занята и выполняет перемещение по траектории;
- MillingModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Фрезеровка»;
- PlasmaModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Плазменная резка»;
- OxyModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Газокислородная резка»;
- UserOutput_1 – UserOutput_14 – пользовательские выходные сигналы для использования в макросах PUMOTIX.

Как сделать первый рез?

Модуль плазменной резки имеет довольно много различных параметров, правильная настройка которых позволяет добиться качественного раскроя металла. Однако, не имея опыта резки плазмой, крайне сложно сразу правильно настроить систему. В этой статье мы рассмотрим минимальный набор параметров, необходимых для начала работы со станком.

Предположим, что Вы будете работать с аппаратами плазменной резки Hypertherm (например, Powermax 105) и с контроллером высоты факела THC1, производства Purelogic R&D. Настройки модуля плазменной резки можно разделить на две группы. В первую входят параметры, которые характеризуют используемую аппаратную часть и не зависят от разрезаемого материала, тока резки и прочих внешних параметров. Вторая группа задает параметры конкретного металла и способов его обработки.

i Данная статья описывает лишь минимально необходимую установку параметров плазменной резки. В ней намеренно опущены такие вопросы, как подготовка УП или общие настройки системы.

Из общих параметров обязательно нужно настроить:

- **делитель напряжения**, который зависит от типа подключения контроллера THC к аппарату плазменной резки (см. [Описание параметров резки](#));
- **скорость регулирования высоты резака**, которое для начала стоит установить небольшим - 100-200 мм/мин. Подробнее об этом параметре написано в [Описании параметров резки](#).

Далее необходимо определиться с режущим током. В инструкции на источник Hypertherm Вы можете найти таблицы с параметрами резки для разных токов. Рекомендуется использовать ту таблицу (и, соответственно, ток), в которой Ваш материал находится в средних строчках - это позволяет добиться максимального качества реза при оптимальной скорости. Например, если Вы планируете резать сталь 8 мм, то Вам отлично подойдет резка током 65A.

Теперь установите параметры из таблицы в соответствующие поля ввода, как представлено на рис. ниже:

НАСТРОЙКА МЕХАНИЗИРОВАННОГО РЕЗАКА
Резка с экранированными расходными деталями на 65 А (низкоуглеродистая сталь)

Метрическая СИ				Настройки для достижения лучшего качества резки			
Толщина материала	Расстояние между резаком и изделием	Исходная высота прожига	Время задержки прожига	Скорость резки	Напряжение	Скорость резки	Напряжение
мм	мм	мм	с	(мм/мин)	Вольты	(мм/мин)	Вольты
2	0,1	6050	124	7000	121		
3	0,2	5200	125	6100	123		
4	0,2	4250	125	5100	124		
6	0,5	3550	127	3240	127		
8	1,5	1700	129	2230	128		
10	4,5	1100	131	1500	129		
12	1,2	850	134	1140	131		
16	6,0	560	138	650	136		
20		350	142	450	142		
25		210	145	270	145		

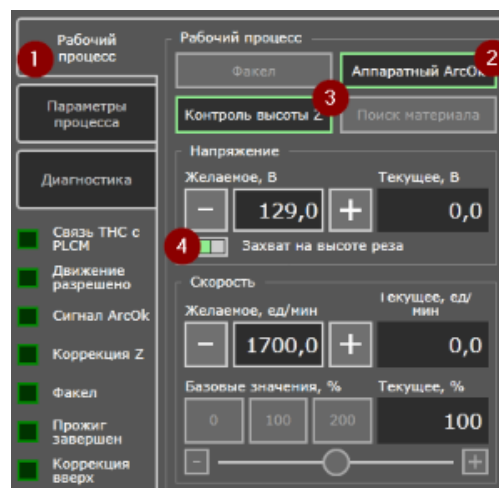
Пуск на краю

Задержку регулирования установите равную 2 секундам.

Далее:

1. перейдите на вкладку "Рабочий процесс";
2. убедитесь, что кнопка "Аппаратный ArcOK" нажата;
3. убедитесь, что кнопка "Контроль высоты Z" нажата;

4. включите режим захвата на высоте реза.



Система готова к запуску. Нажмите кнопку "Старт" для начала выполнения управляющей программы.

Модуль газокислородной резки

Программное обеспечение PUMOTIX с модулем «Газокислородная резка (4 оси)» предназначено для комплексного управления работой портальной машины газокислородной резки металла с ЧПУ. Данный модуль позволяет:

- управлять процессом газокислородной резки металла, осуществляя визуальный контроль и диагностику процесса резки;
- контролировать процесс обработки металла на экране монитора, масштабировать изображение карты фигурного раскроя;
- осуществлять резку металла в ручном режиме, перемещаясь над материалом клавишами ручных переездов с зажженным режущим факелом;
- контролировать высоту резака над металлом в различных режимах работы системы: автономная ось Z, управление по протоколу UP/ DOWN, ручная коррекция высоты Z;
- выполнять автоматический поиск поверхности материала (Probing) перед розжигом;
- запускать выполнение УП с любой точки контура (в том числе и с середины кадра) с автоматическим включением поджига, прогрева и продувочного кислорода перед началом движения;
- задавать параметры реза в интерфейсе программы PUMOTIX с возможностью их корректировки «на лету» в процессе резки контура;
- быстро создавать, редактировать, сохранять, удалять наборы параметров процесса газокислородной резки, настроенные на определенный тип металла и толщину;
- выполнять отладку станка и мониторинг управляющих сигналов с помощью вкладки «Диагностика».

Возможные режимы работы модуля:

- работа с внешними автономными контроллерами высоты факела газокислородного резака (CHC-400 и др.);
- контроль высоты резака над металлом по протоколу UP/DOWN;
- коррекция высоты Z в ручном режиме (кнопками из программы PUMOTIX).

Управление координатными осями: X, Y, Z, A. Число поддерживаемых двигателей — ограничено возможностями контроллера PLCM (для PLCM-E1b/E1b OEM, PLCM-E3/E3p и PLCM-E4 - 6 двигателей).

Для получения детальной информации о системе обратитесь к следующим разделам:

- [Требования безопасности](#)
- [Интерфейс модуля газокислородной резки](#)
- [Режимы работы с осью Z](#)
- [Клапаны и задержки](#)
- [Параметры газокислородной резки](#)
- [Рабочий процесс](#)
- [Библиотека параметров газокислородной резки](#)
- [Описание входных и выходных сигналов модуля газокислородной резки](#)

Требования безопасности

Движущиеся объекты, такие, как оси станка и другие детали конструкции, могут быть опасны и привести к смертельному исходу. Пожалуйста, имейте это ввиду и работайте, всегда соблюдая нормы и требования безопасности, указанные в инструкциях к Вашему оборудованию.

Основные опасности, которые могут возникнуть при газовой резке:

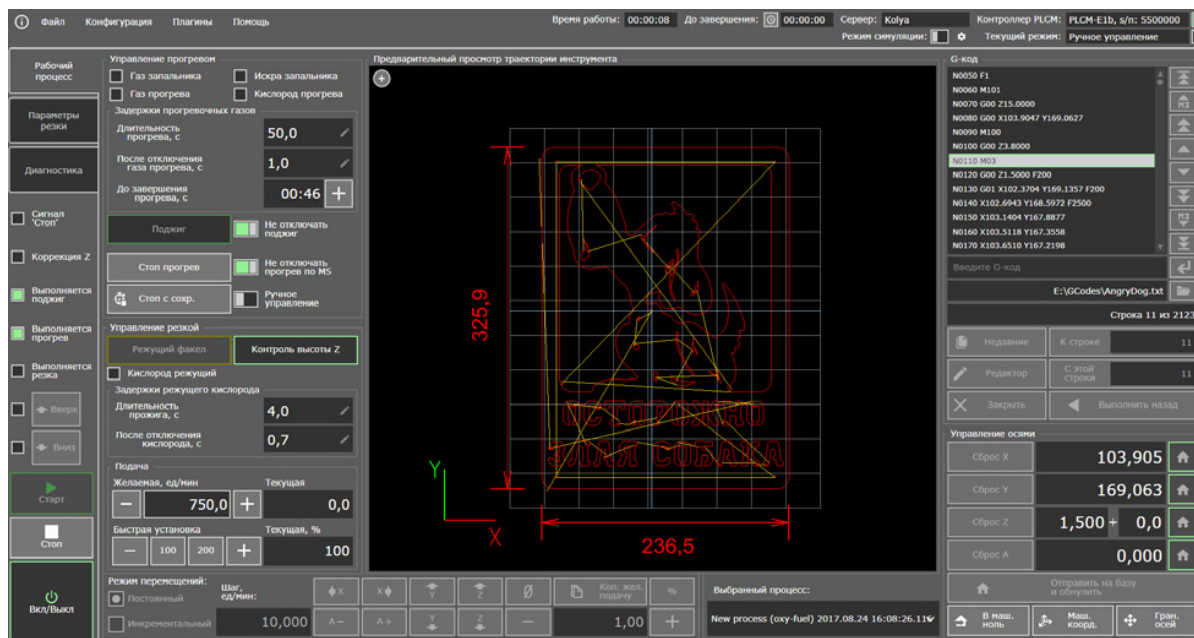
- взрыв смесей горючих газов с кислородом и воздухом (в частности: взрывы ацетиленовых генераторов при несоблюдении правил эксплуатации, взрывы и разрушение рукавов и трубопроводов при обратных ударах пламени и попадании в них кислорода (в линию горючего) или горючего (в линию кислорода), а также при отсутствии или неисправности защитных устройств);
- воспламенение и взрывы, вызванные соприкосновением сжатого кислорода с маслами или жировыми веществами;
- взрывы горючих веществ, в частности ацетилена, в результате полимеризации, распада или детонации при высокой температуре, возникающих вследствие несоблюдения установленных режимов эксплуатации, а также при отогреве замерзших генераторов и защитных устройств без учета необходимых мер предосторожности;
- взрывы, вызванные разрушением баллонов и других сосудов, работающих под давлением, из-за чрезмерного нагрева, падения, ударов и т. д.;
- пожары, ожоги и травмы раскаленным металлом и каплями расплавленного металла и шлака при несоблюдении необходимых мер предосторожности;
- поражения электрическим током при выполнении ремонта без отключения электропитания;
- поражения или раздражения оболочки глаз лучами пламени, окалиной, отлетающей от поверхности изделия, брызгами металла и шлака при работе без предохранительных очков;
- отравления продуктами сгорания горючих, образовавшимися окислами азота или токсичными парами металлов и их окислов при недостаточной вентиляции или ее отсутствии, неиспользовании средств индивидуальной защиты органов дыхания;
- профессиональные заболевания, возникающие в результате попадания в организм пыли и других частиц, особенно содержащих кварц.

Перед началом работы настоятельно рекомендуем ознакомиться с основными положениями правил и норм техники безопасности при газорезке.

Интерфейс модуля газокислородной резки

Интерфейс программы PUMOTIX "Газокислородная резка (4 оси)" разделен на вкладки и состоит из следующего набора экранов:

Экран «Рабочий процесс» - основной экран модуля. Содержит все основные элементы управления процессом газокислородной резки.



Вкладка «Рабочий процесс»

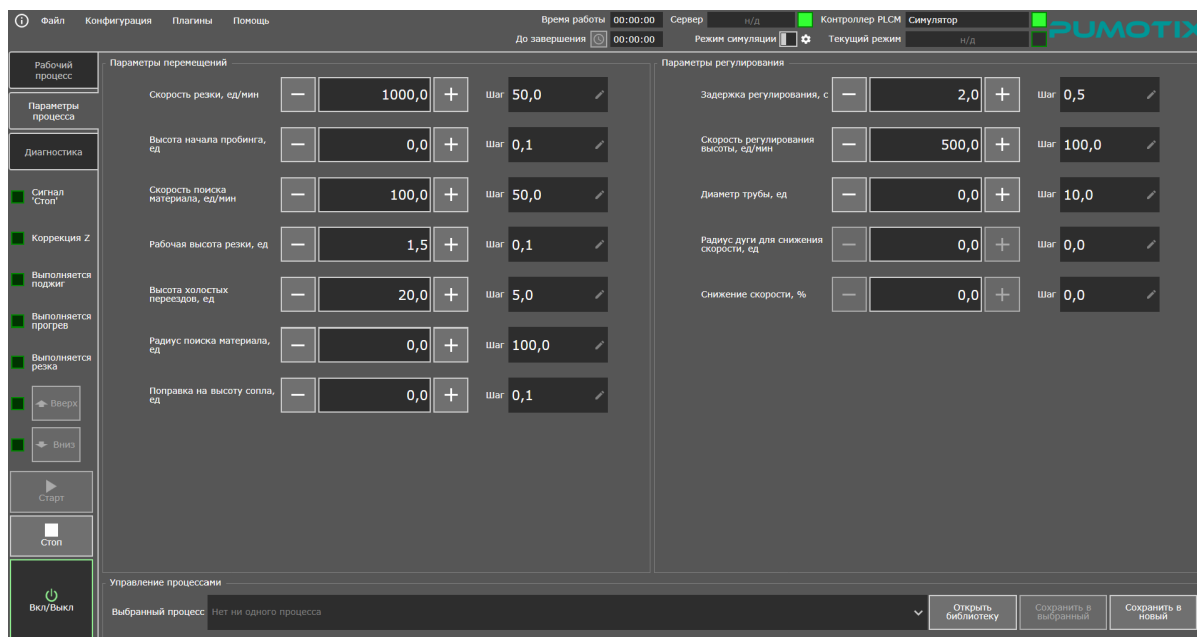
Экран предоставляет возможность подготовки к запуску и запуск УП, управление процессом раскроя с возможностью корректировки основных параметров реза «на лету». С главного экрана выполняется управление поджигом газовой горелки, прогревом и резкой металла, настраивается рабочая подача и режим ручных перемещений осей станка.

Элементы управления G-кодом позволяют загружать, редактировать, сохранять файлы УП, а также осуществлять быструю и удобную навигацию по коду программы. Контроль за координатами осей (машинными и рабочими), управление границами осей (Soft Limits) и поиск баз станка осуществляется с помощью блока «Управление осями».

Элементы предварительного просмотра траектории дают возможность визуального контроля за положением реза относительно чертежа программы и рабочей зоны станка, гибкую работу с картой фигурного раскроя (сдвиг, поворот, масштабирование). Доступна настройка цветовой схемы легенды графического окна.

Элементы управления поджигом, прогревом и резкой более подробно описаны [далее](#).

Экран «Параметры резки» предназначен для установки и подстройки параметров реза. Вкладка состоит из нескольких групп рабочих параметров и элементов управления процессами резки газом.



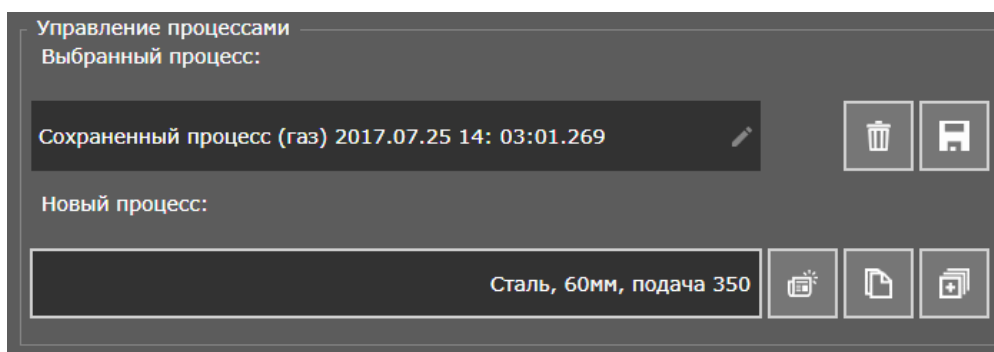
Вкладка «Параметры резки»

Все параметры процесса газокислородной резки разделяются на несколько типов:

- задержки открытия/закрытия клапанов газов;
- параметры, отвечающие за перемещения;
- параметры, отвечающие за коррекцию высоты резака над металлом.

На вкладке представлены параметры перемещения и параметры коррекции высоты резака (параметры регулирования). Более подробное описание каждого из параметров приведено в главах [«Параметры перемещений»](#) и [«Параметры регулирования»](#).

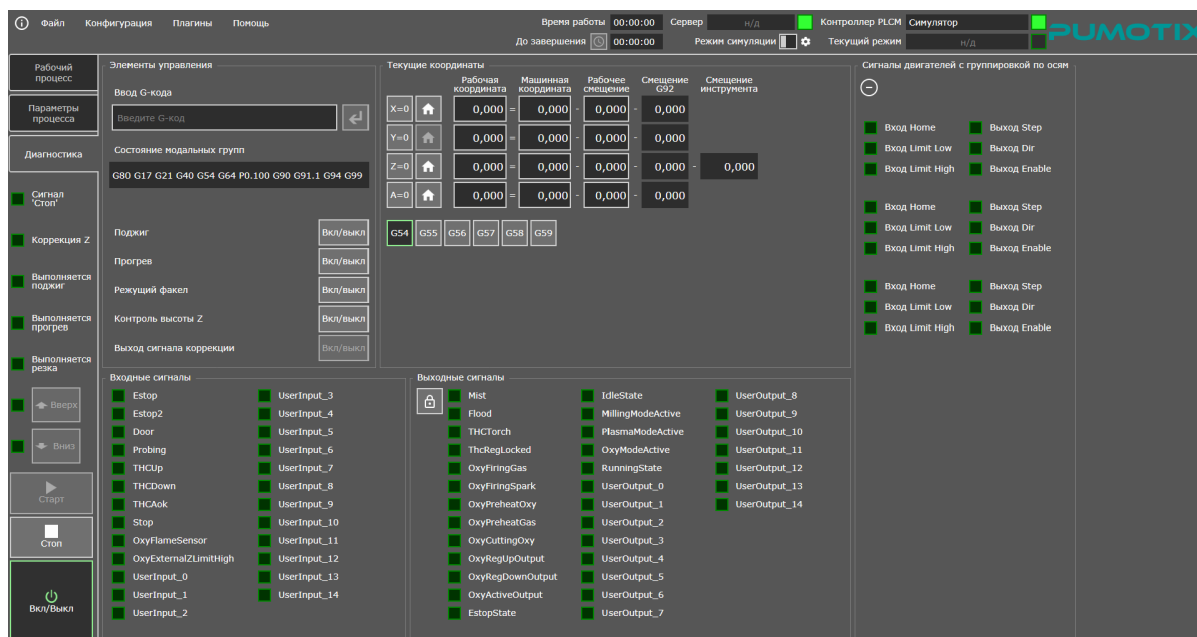
С данного рабочего экрана программы осуществляется доступ к библиотеке параметров газокислородной резки с помощью блока «Управление процессами».



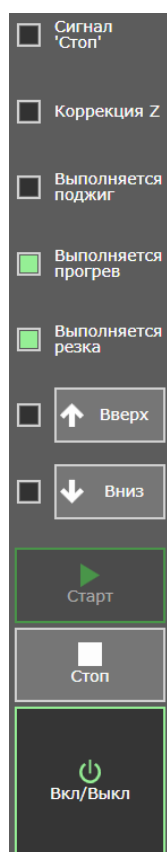
Блок управления процессами газокислородной резки

С описанием функционала библиотеки параметров можно ознакомиться на соответствующей [странице](#).

Экран «Диагностика системы» позволяет выполнить контроль основных параметров станка, таких как координаты, состояния входных и выходных сигналов, сигналов двигателей. Блок «Элементы управления» позволяет осуществлять ручной ввод G-кода, оценивать текущее состояние модальных групп, тестировать работу системы поджига горелки, выполнять запуск прогрева и режущего факела. Для отладки работы контроллера внешней автономной оси Z используются элементы управления выходом сигнала коррекции (выход «Емкость») и кнопка «Контроль высоты Z».



Вкладка «Диагностика»



Панель индикации основных сигналов модуля

Кнопки управления системой, а также панель индикации основных сигналов рабочего процесса являются общими компонентами интерфейса для всех вкладок PUMOTIX.

- **Кнопка «Вкл/Выкл»**

Выполняет включение/отключение оборудования, подачу сигнала Enable на драйверы двигателей и разблокирование всего функционала программы PUMOTIX. Данная кнопка служит одновременно и кнопкой Аварийной остановки (Emergency Stop или Estop) системы в случае экстренной ситуации (аварии) или критической ошибки в системе, которая может повлечь за собой опасность для жизни и здоровья оператора ЧПУ системы, а так же для предотвращения выхода из строя оборудования станка.

- **Кнопка «Старт»**

Выполняет запуск УП в следующих случаях:

- старт G-кода с начала файла;
- старт G-кода с выбранной строки в файле;
- продолжение выполнения G-кода после остановки.

Продолжение G-кода с выбранной строки или после остановки будет выполнено с учетом выбранной стратегии возврата инструмента в меню «Конфигурация» «Настройки» «Инструмент».

- **Кнопка «Стоп»**

Останавливает выполнение G-кода и любые другие перемещения осей станка (поиск баз, поиск нуля заготовки, ручной ввод G-кода и т. д.). При нажатии «Стоп» в процессе резки контура, отключает только режущий факел. При включенной опции Safe_Z (безопасная высота перемещений), дополнительно поднимает резак на заданную высоту.

Панель индикации рабочего процесса отображает состояние специальных сигналов модуля «Газокислородная резка», позволяющих наглядно контролировать текущий статус системы. Панель индикации включает следующие сигналы:

- **Сигнал «Стоп»**

Сигнал аппаратного входа «Stop». Может применяться, например, для остановки

выполнения УП при касании металла соплом или сенсорным кольцом емкостного контроллера высоты факела. При срабатывании входа не происходит потери координат, УП может быть продолжена с места остановки.

- **Коррекция Z**

Отображает наличие или отсутствие коррекции высоты сопла над металлом. Контроль высоты газовой резки осуществляется в трех режимах:

- автономная ось Z;
- управление по протоколу UP/DOWN;
- ручное управление осью Z.

Выбор текущего режима осуществляется в меню «Конфигурация» «Настройки» «Модуль газа» (подробнее о [механизмах корректировки высоты резака и режимов управления осью Z](#)).

- **Выполняется поджиг**

Отображает информацию о состоянии системы автоматического поджига горелки (если она используется). Индикатор находится в активном состоянии пока идет процесс поджига основной горелки резака (осуществляется подача газа на поджигающую горелку).

- **Выполняется прогрев**

Индикатор подачи прогревочных газов на резак. Активен, когда идет одновременная подача прогревочного газа и кислорода, то есть выполняется прогрев металла перед резкой.

- **Выполняется резка**

Индикатор подачи режущего (продувочного) кислорода на резак. Включается при открытом клапане режущего кислорода. В данном режиме осуществляется резка металла.

- **Z вверх (UP)**

Индикатор коррекции высоты резка вверх. В режиме автономной оси или ручного управления, рядом с индикатором располагается кнопка ручной коррекции высоты резака вверх.

- **Z вниз (DOWN)**

Индикатор коррекции высоты резка вниз. В режиме автономной оси или ручного управления, рядом с индикатором располагается кнопка ручной коррекции высоты резака вниз.

Режимы работы с осью Z

Система PUMOTIX с модулем «Газокислородная резка (4 оси)» поддерживает работу с осью Z в трех режимах:

- автономная ось;
- управление по Up/Down;
- ручное управление.

Выбор и настройка режима работы осуществляется на вкладке «Конфигурация» «Настройки» «Модуль газа».

Окно «Настройки» газового модуля

Автономная ось

Данный режим подразумевает использование автономного контроллера высоты факела газокислородного резака (CHC-400 и другие). Управление осью Z (в том числе и двигателем) в данном режиме осуществляет контроллер автономной оси.

Для обеспечения взаимодействия с внешней автономной осью в PUMOTIX используется следующий набор сигналов:

- **Выход сигнала регулирования Up**
Подключается к входу UP контроллера автономной оси и служит для подачи сигнала перемещения резака вверх.
- **Выход сигнала регулирования Down**
Подключается к входу DOWN контроллера автономной оси и служит для подачи сигнала перемещения резака вниз.
- **Выход сигнала коррекции**
Сигнал контроля высоты факела газового резака. Подключается к входу AUTO/MAN (для контроллера автономной оси CHC-400) и служит для перевода контроллера автономной оси в режим автоматического удержания заданной высоты. Выход автоматически переходит в активное состояние при включенной опции «Контроль высоты Z». Выход сигнала коррекции может быть активирован или деактивирован вручную с помощью соответствующей кнопки на вкладке «Диагностика» «Элементы управления» «Выход сигнала коррекции»: Вкл/Выкл.
- **Вход сигнала коллизии**
Вход сигнала коллизии фактически представляет вход сигнала Stop. Данный сигнал рекомендуется использовать с выходным сигналом Collision (столкновение) автономной оси.

Получив сигнал о столкновении измерительного кольца с металлом или конструкциями станка, система управления PUMOTIX остановит выполнение УП без потери координат. После устранения коллизии выполнение УП может быть продолжено с места остановки.

- **Вход сигнала LimitHight**

Сигнал OxyExternalZLimitHight используется для взаимодействия с датчиком крайнего верхнего положения резака автономной оси Z (если такой датчик присутствует). При использовании датчика система управления PUMOTIX выполняет подъем оси Z до получения сигнала с датчика. Подъем осуществляется для безопасного перемещения резака между резкой контуров, а также при нажатии на кнопку «Стоп» при активной опции «Разрешить перемещения Safe_Z». Настройки сигнала находятся на вкладке «Сигналы».

Управление по Up/Down

Режим предназначен для управления высотой факела резака по протоколу UP/DOWN (ВВЕРХ/ВНИЗ). Используется с внешним контроллером высоты газокислородного резака, генерирующим сигналы управления UP/DOWN. При отсутствии внешнего контроллера высоты может быть использована схема с подключением двух кнопок к входам контроллера PLCM.

Для работы режима используются следующие сигналы:

- **Вход Up**

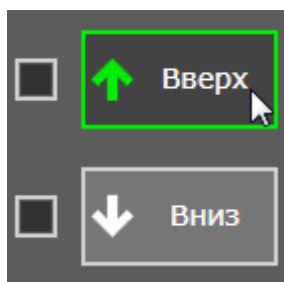
Вход, отвечающий за коррекцию резака вверх. Подключается к выходу UP внешнего контроллера высоты факела резака. При отсутствии контроллера ко входу может быть подключена кнопка ручного регулирования согласно инструкции по эксплуатации к контроллеру PLCM.

- **Вход Down**

Вход, отвечающий за коррекцию резака вниз. Подключается к выходу DOWN внешнего контроллера высоты факела резака. При отсутствии контроллера ко входу может быть подключена кнопка ручного регулирования согласно инструкции по эксплуатации к контроллеру PLCM.

Ручное управление

Используется при отсутствии как автономных контроллеров оси Z, так и контроллеров высоты факела резака, использующих протокол UP/DOWN. Коррекция высоты резака над металлом в данном режиме осуществляется вручную кнопками «Вверх» и «Вниз».



Кнопки коррекции высоты в режиме ручного управления осью Z

В режиме ручного управления не требуется настройки дополнительных входных и выходных сигналов. При нажатии кнопок «Вверх» и «Вниз» ось Z выполняет перемещения с указанной скоростью регулирования высоты.

Клапаны и задержки

Система управления PUMOTIX с модулем «Газокислородная резка» имеет 4 специальных выхода, предназначенных для управления газовыми клапанами и 1 выход для управления искрой системы автоматического поджига горелки. Для обеспечения гибкой настройки работы клапанов подачи газов в программе предусмотрены временные задержки на открытие/закрытие клапанов.

Сигналы управления клапанами

Настройка сигналов управления клапанами подачи газа и кислорода производится в меню «Конфигурация» «Настройки» «Модуль газа» «Сигналы управления клапанами».

Сигналы управления клапанами		
Поджиг		
Выход клапана подачи газа	Нет	☐ Инвертировать
Выход управления искрой	Нет	☐ Инвертировать
Прогрев		
Выход клапана газа	Нет	☐ Инвертировать
Выход клапана кислорода	Нет	☐ Инвертировать
Резка		
Выход клапана режущего кислорода	Нет	☐ Инвертировать

Блок сигналов управления клапанами

Логически сигналы распределены на три группы:

1. сигналы управления поджигом;
2. сигналы управления прогревом;
3. сигналы управления резкой (продувкой).

Система поджига

Система автоматического поджига предназначена для автоматизированного поджига основной газовой горелки по команде из программы управления (например, автоподжиг LT-DH-03). Если на станке газовой резки отсутствует система автоподжига, то никакой настройки дополнительных сигналов не требуется. При установке на станок автоподжига требуется настройка дополнительных сигналов управления:

- выход клапана подачи газа;
- выход управления искрой.

С помощью первого выхода система управляет клапаном подачи газа на запальную горелку. Ко второму выходу подключается блок разрядника, отвечающий за подачу искры. Для корректной работы системы автоподжига должны быть установлены следующие задержки:

- задержка после подачи газа, с;
- длительность подачи искры, с.

При запуске внутренней подпрограммы поджига система выполнит указанную в секундах задержку после открытия клапана газа. Это позволит наполнить необходимым объемом газа запальную горелку.

После истечения задержки будет активирован выход подачи искры с указанной длительностью. По истечении длительности подачи искры соответствующий выход будет деактивирован. Запальная горелка подожжена.

Прогрев

Управление подачей прогревочных газа и кислорода осуществляется следующим набором сигналов:

- выход клапана газа;
- выход клапана кислорода.

С помощью клапанов, которые должны быть подключены к этим выходам, осуществляется контроль за подачей прогревочного газа и прогревочного кислорода на резак. Временные задержки управления прогревом вынесены на основной рабочий экран модуля ([подробное описание задержек прогрева](#)).

Резка

Для управления клапаном режущего (продувочного) кислорода используется зарезервированный сигнал «Выход клапана режущего кислорода». Подача продувочного кислорода происходит по команде включения режущего факела: соответствующей кнопкой в интерфейсе программы или по команде M03 из УП или строки ручного ввода G-кода. Временные задержки, относящиеся к процессу резки, вынесены на основной рабочий экран модуля ([подробное описание задержек резки](#)).

Параметры газокислородной резки

Параметры газокислородной резки логически разделены на несколько групп:

1. [параметры перемещений](#);
2. [параметры регулирования](#);
3. временные задержки.

Параметры перемещений

Скорость резки, ед/мин

Желаемая скорость резки металла (рабочая подача) в единицах перемещения (дюйм, мм) за минуту. Параметр зависит от типа и толщины металла, а так же от характеристик используемого оборудования. Как правило, значение рабочей подачи устанавливается согласно параметрам, рекомендованным производителем оборудования.

Параметр доступен в любом из трех режимов газокислородной резки.

Высота начала пробинга, ед

Высота над последним известным положением заготовки, до которой происходит снижение на максимальной скорости, а затем поиск материала со скоростью пробинга. Задается в единицах перемещения.

Параметр доступен только в режимах «Управление по Up/Down» и «Ручное управление».



Значение = 0 - быстрое опускание резака к точке начала пробинга отключено

Скорость поиска материала, ед/мин

Скорость перемещения резака по направлению к поверхности металла (probe). Используется при подаче команды поиска материала и обнуления рабочей координаты Z. Поиск поверхности осуществляется только при сконфигурированном сигнале Probing в настройках модуля.

Перед началом резки контура имеется возможность автоматического поиска поверхности металла и обнуления рабочей координаты Z. Включение данной опции производится в меню «Конфигурация» «Настройки» «Модуль газа» «Общие настройки» галка «Автоматически искать ноль по Z при M03 /M04».

Если станок не оборудован датчиком поиска заготовки, данный параметр игнорируется системой.

Параметр доступен только в режимах «Управление по Up/Down» и «Ручное управление».

Рабочая высота резки, ед

Высота сопла над металлом в единицах перемещения (дюйм, мм). При отключенной опции «Контроль высоты Z» резка всего контура будет производиться на данной высоте. При обработке металла с включенной опцией «Контроль высоты Z» резак начнет перемещение на указанной рабочей высоте, которая в процессе резки может быть скорректирована сигналами регулирования высоты Z.

Параметр доступен только в режимах «Управление по Up/Down» и «Ручное управление».

Высота холостых переездов, ед

Высота резака над материалом в единицах перемещения (дюйм, мм) во время холостых переездов между контурами. Параметр позволяет установить такую высоту переездов, при которой не произойдет столкновение резака с заготовкой или конструкциями рабочего стола станка.

Параметр доступен только в режимах «Управление по Up/Down» и «Ручное управление». В режиме «Автономная ось» подъем на высоту холостых переездов осуществляет контроллер автономной оси.

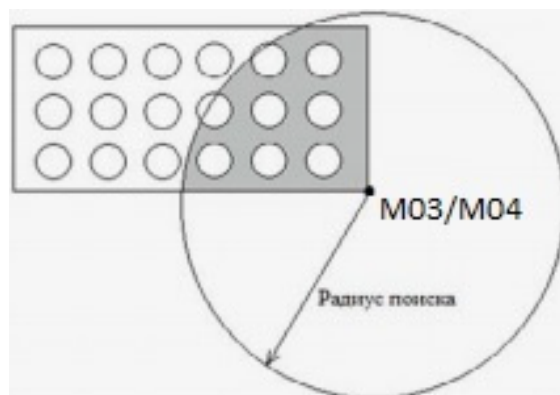


На эту высоту резак также будет подниматься при активной опции "Автоматически подниматься на Safe-Z"

Радиус поиска материала, ед

Параметр, задающий радиус окружности, в пределах которого гарантируется малая кривизна поверхности металла. Если очередной поджиг производится на расстоянии, меньшем указанного радиуса от места последнего поиска материала, то считается, что текущая координата Z верна и повторный поиск рабочего «нуля» по Z не требуется. Поджиг горелки будет произведен без поиска металла, что сокращает общее время выполнения УП.

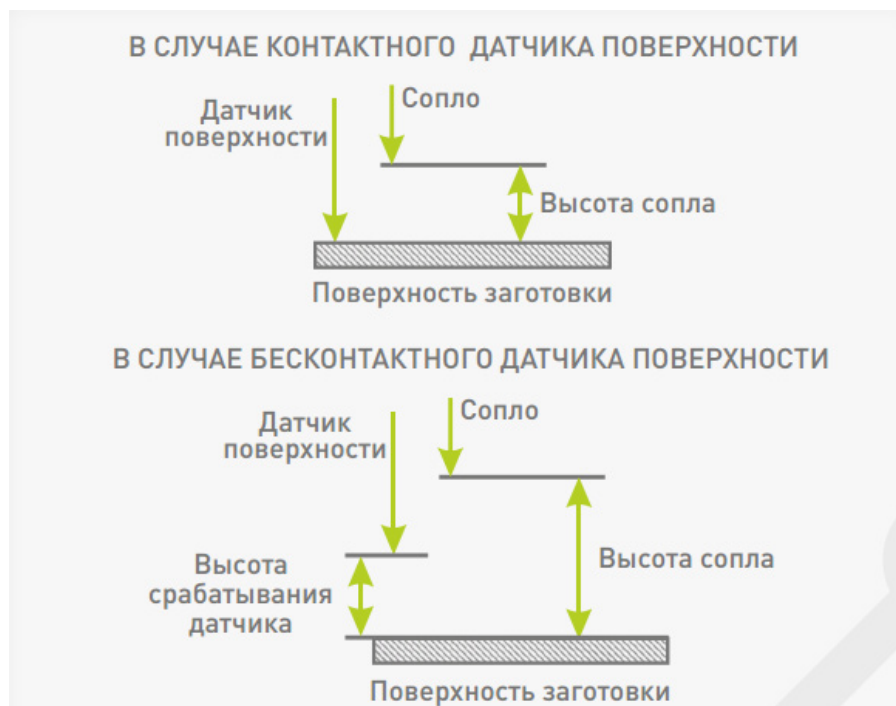
Параметр доступен только в режимах «Управление по Up/Down» и «Ручное управление».



Наглядное изображение параметра «Радиус поиска материала»

Поправка на высоту сопла, ед

Значение, которое будет назначено координате оси Z сразу после детектирования поверхности (нуля) металла. Если касание производится непосредственно соплом, то устанавливается нулевое значение параметра. Если для поиска материала используется датчик, располагающийся на разной высоте с кончиком сопла, то в значение поправки должна быть установлена разница между высотой сопла и высотой датчика с учетом знака.



Пояснение параметра «Поправка на высоту сопла»



От точности данного параметра напрямую зависит точность установки резака над заготовкой по высоте. Если параметр поправки вычислен с ошибкой, то при определении нуля заготовки (операция Пробинг), координата оси Z, установленная в момент касания, будет тоже неверной.

Параметры регулирования

Задержка регулирования, с

Параметр, устанавливающий задержку включения коррекции высоты Z после выхода резака на рабочую высоту. Включение регулирования не сразу после выхода на рабочую высоту, а после указанной задержки, позволяет пропустить этап временной нестабильности режущей струи из-за переходных процессов и ускорения резака.

Скорость регулирования высоты, ед/мин

Параметр, отвечающий за скорость коррекции высоты газового резака при активной опции «Контроль высоты Z». Слишком высокая скорость может привести к пропуску шагов, перегрузке сервопривода, автоколебаниям оси Z. При низкой скорости регулирования система может не успевать следить за кривизной поверхности. Выбор значения параметра зависит от степени изогнутости заготовки, выбранной подачи резки. Как правило, скорость подбирается эмпирическим путем для каждого из режимов реза.

Параметр доступен только в режимах «Управление по Up/Down» и «Ручное управление». В режиме автономной оси параметры коррекции высоты Z задаются в блоке управления внешней оси.

Диаметр трубы, ед

Параметр используется при резке трубы с использованием поворотной оси A. Задаёт диаметр используемой трубы для автоматической коррекции скорости подачи в зависимости от высоты.



Параметр "Диаметр трубы, ед" не отображается в пользовательском интерфейсе если не сконфигурирована ни одна поворотная ось (A, B или C) в настройках программы.

Радиус дуги для снижения скорости, ед

Снижение скорости при прохождении дуг малого радиуса позволяет значительно уменьшить конусность среза и в целом повысить общее качество обработки. Данный параметр используется для указания минимального радиуса дуги, скорость на которой не будет снижена автоматически. Если при прохождении траектории встречается дуга, радиусом менее указанного, то система автоматически сбросит скорость до указанного значения (см. параметр Снижение скорости, %).



Параметр распространяется только на дуги с углом $\geq 90^\circ$



Значение = 0 - принудительное снижение скорости на дугах отключено

Снижение скорости, %

Параметр позволяет установить процент от текущей скорости резки, до которого будет снижена скорость прохождения малой дуги. Снижение скорости при прохождении дуг малого радиуса позволяет значительно уменьшить конусность среза и в целом повысить общее качество обработки.



Значение = 0 - принудительное снижение скорости на дугах отключено независимо от указанного радиуса

Рабочий процесс

PUMOTIX позволяет гибко настраивать все параметры процесса газокислородной резки. Часть параметров отслеживаются системой динамически, то есть изменение параметра незамедлительно приводит к реакции системы управления. Другая часть параметров применяется не мгновенно, а перед резкой каждого нового контура (перед исполнением команды **M03/M04**).

Динамически отслеживаемые параметры

PUMOTIX в процессе прогрева и резки позволяет изменять следующий набор параметров и задержек:

- длительность прогрева;
- задержка после отключения газа прогрева;
- длительность прожига;
- задержка после отключения кислорода режущего;
- скорость регулирования высоты.

Изменение значения любого из этих параметров во время прогрева металла или резки контура будет мгновенно отработано системой.

Параметры, распространяющиеся на контур

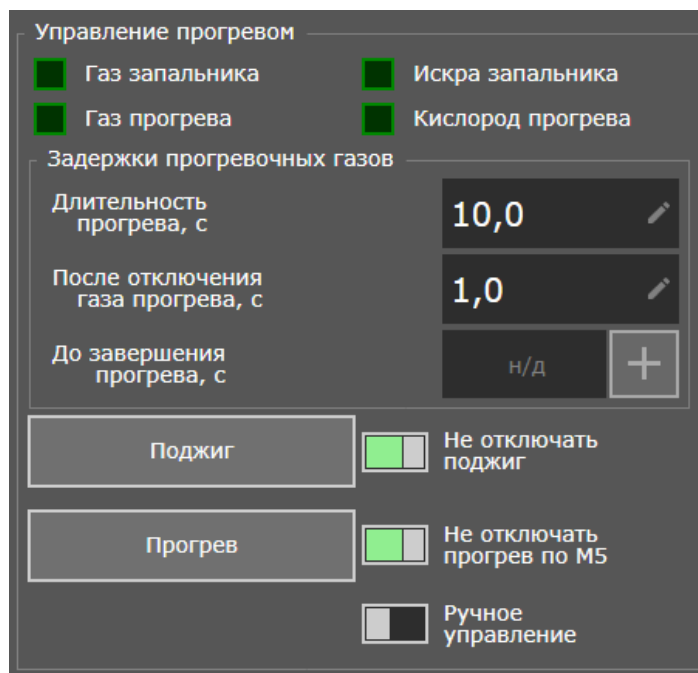
Оставшиеся параметры рабочего процесса не являются динамически изменяемыми и применяются в системе перед каждым новым контуром (**M03/M04**). Список таких параметров включает в себя:

- подача резки (рабочая подача);
- скорость поиска материала;
- рабочая высота резки;
- высота холостых переездов;
- радиус поиска материала;
- поправка на высоту сопла.

Эти параметры могут задаваться и изменяться как перед запуском УП, так и в процессе выполнения программы. Считывание параметров системой будет производиться каждый раз перед выполнением обработки каждого очередного контура детали (то есть перед выполнением макросов запуска поджига, прогрева и режущего факела **M03/M04**).

Элементы управления автоподжигом и прогревом

Управление процессом поджига горелки (при наличии системы автоматического поджига) и прогревом металла осуществляется на основной рабочей вкладке модуля — вкладке «Рабочий процесс».



Блок управления поджигом и прогревом

Индикация

Набор индикаторов в верхней части позволяет следить за состоянием выходов, зарезервированных под управление клапанами и разрядником. При открытом клапане газа или кислорода индикатор окрашен зеленым цветом, при закрытом - черным. Индикаторы отображают состояния следующих сигналов:

- клапан газа запальника (подача газа в систему автоподжига);
- выход активации искры запальника (выход управления разрядником системы автоподжига);
- клапан газа прогревочного (подача газа прогрева на резак);
- клапан кислорода прогревочного (подача кислорода прогрева на резак).

Временные задержки

Для обеспечения гибкости управления процедурой прогрева металла модуль газокислородной резки позволяет настроить следующие временные задержки:

- *Длительность прогрева*

Длительность прогрева металла зависит от многих факторов: толщины и типа металла, температуры окружающей среды, качества газов и т.д. Поэтому заранее может быть не известно точное значение длительности прогрева. Когда оператору не известна продолжительность прогрева, система может быть переключена в режим ручного управления прогревом (переключатель «Ручное управление»). В этом режиме прогрев не будет прерван автоматически по таймеру. Система будет выполнять фактический отсчет времени прогрева в поле «Прошло с момента запуска». Как только оператор примет решение о том, что металл достаточно прогрет и можно переходить к резке, он должен вручную завершить прогрев. Ручное прерывание прогрева доступно в двух вариантах:

1. только завершить прогрев;
2. завершить прогрев и сохранить время.

В первом случае прогрев будет немедленно прерван и система перейдет к подаче режущего кислорода. В случае завершения прогрева с сохранением времени система прервет прогрев и сохранит фактическую продолжительность текущего сеанса прогрева в параметр «Длительность прогрева». Таким образом, система может быть обучена по данному параметру. Для автоматического прогрева с сохраненным временем перед резкой последующих контуров систему нужно вывести из режима ручного управления, переведя переключатель в неактивное состояние.

В автоматическом режиме управления прогревом имеется возможность продлить текущий сеанс прогрева кнопкой «+». Одно нажатие кнопки добавляет к оставшемуся времени 5 секунд. Параметр «Длительность прогрева» при этом остается неизменным. При необходимости можно

сохранить фактически получившееся время прогрева кнопкой «Завершить прогрев и сохр. время».

- *Задержка после отключения газа прогрева*

Параметр, отвечающий за задержку сразу после закрытия клапана прогревочного газа перед отключением подачи кислорода. Задержка между отключением газа и кислорода необходима для предотвращения обратного удара и продувке каналов резака кислородом. При подаче команды отключения прогрева система сначала закрывает клапан подачи газа, выполнит указанную временную задержку и закроет клапан подачи кислорода. Отследить состояние клапанов газа и кислорода можно с помощью соответствующих индикаторов на главном экране программы.

Кнопки управления процессами

- *Кнопка «Поджиг»*

Выполняет включение или отключение системы автоматического поджига газовой горелки. При включении поджига система выполняет следующие действия:

1. открывает клапан подачи газа на запальник;
2. ожидает временную задержку после начала подачи газа (задается в меню «Конфигурация» «Настройки» «Настройки модуля газа» «Настройки системы поджига»);
3. активирует выход искры;
4. ожидает длительность подачи искры (задается в меню «Конфигурация» «Настройки» «Настройки модуля газа» «Настройки системы поджига»);
5. деактивирует выход искры.

Подача газа на горящую горелку системы автоподжига будет осуществляться пока не будет подожжена основная горелка. После воспламенения основной горелки система автоматически отключит горелку автоподжига.

Имеется возможность не отключать автоподжиг. Активация данной функции производится переводом переключателя «Не отключать поджиг» в активное состояние.

- *Кнопка «Прогрев»*

Выполняет поджиг или тушение основной газовой горелки станка. При подаче команды включения прогрева система выполняет следующие действия:

1. запускает процедуру поджига, если настроены сигналы управления автоподжигом или вспомогательная горелка автоподжига еще не разожжена;
2. открывает клапан подачи прогревочного газа;
3. открывает клапан подачи прогревочного кислорода.

Горелка подожжена в режиме прогрева. Идет подача только прогревочных газа и кислорода. Отсчета длительности прогрева на этом этапе не производится.

Отключение прогрева происходит по следующей схеме:

1. закрытие клапана прогревочного газа;
2. ожидание задержки после отключения газа прогрева;
3. закрытие клапана подачи прогревочного кислорода.

- *Переключатель «Не отключать поджиг»*

В активном состоянии дает команду системе удерживать вспомогательную горелку системы автоматического поджига зажженной. В неактивном состоянии горелка автоподжига будет погашена сразу же после поджига основной горелки.

- *Переключатель «Не отключать прогрев по M05»*

В активном состоянии запрещает системе отключать подачу газов прогрева на резак. Используйте данную функцию, если не требуется полностью гасить резак по команде отключения факела (M05). При отключенной опции после резки каждого контура в УП система будет полностью гасить горелку.

- *Переключатель «Ручное управление»*

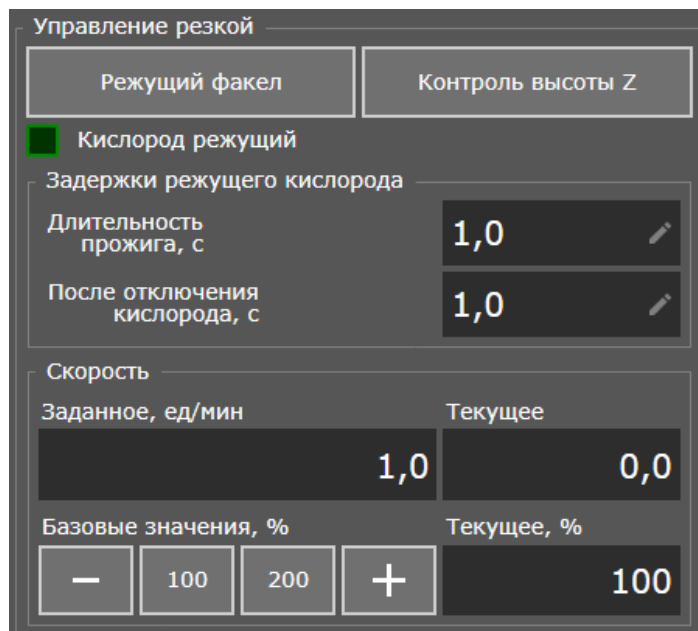
Переводит систему из режима автоматического управления прогревом в ручной. Ручной режим полезен, когда неизвестна точная длительность прогрева для работы в автоматическом режиме. Прогрев будет выполняться бесконечно долго, пока не будет прерван оператором вручную. Отсчет фактического времени, прошедшего с момента запуска прогрева будет отображен на экране. Как только оператор определит, что металл достаточно прогрет (как правило, визуально), прогрев необходимо прервать в требуемом режиме (обучение - сохранение фактического времени в переменную «Длительность прогрева» или только завершение). После этого система перейдет на следующий этап — подачу режущего кислорода, выдержку

длительности прожига и перемещения по контуру детали.

В неактивном состоянии переключателя система прогрева работает автоматически по параметру «Длительность прогрева».

Элементы управления процессом резки

Управление процессом резки металла осуществляется на основной рабочей вкладке модуля — вкладке «Рабочий процесс».



Блок управления резкой

Индикация

Индикатор «Кислород режущий» позволяет отслеживать состояние клапана подачи режущего кислорода. Когда клапан открыт и продувочный кислород поступает на резак, индикатор находится в активном состоянии.

Временные задержки

Для обеспечения гибкости управления процедурой обработки металла модуль газокислородной резки позволяет настроить следующие временные задержки:

- *длительность прожига, с*
Время ожидания прожига (продувки), в течение которого резак будет стоять над металлом с включенной подачей режущего кислорода. Отсчет длительности прожига начинается сразу после истечения задержки прогрева. По истечении длительности прожига резак начнет перемещение по контуру детали.
- *задержка после отключения кислорода режущего, с*
Отключать подачу режущих и прогревочных газов одновременно не допускается. Задержка после отключения режущего кислорода - это параметр, отвечающий за паузу сразу после закрытия клапана режущего кислорода перед началом процесса отключения прогревочных газов. При подаче команды отключения режущего факела система отключит подачу режущего кислорода, выполнит указанную временную задержку и перейдет к подпрограмме отключения прогревочных газов (если это требуется). Отследить состояние клапанов можно с помощью соответствующих индикаторов на главном экране программы.

Кнопки управления процессами

- *Кнопка «Режущий факел»*
Служит для подачи команды включения или отключения подачи газов, обеспечивающих резку металла. Полный цикл поджига резака производится кнопкой «Режущий факел», а также макросами **M03/M04**, как из УП, так и с помощью строки ручного ввода G-кода. Полный цикл поджига факела включает в себя ряд последовательных команд:

1. поджиг;
2. прогрев;
3. режущий факел.

Поджиг представляет собой внутреннюю подпрограмму системы, результатом работы которой является подожженная вспомогательная свеча системы автоматического поджига. Данная свеча используется для поджига основной горелки. Поджиг основной горелки выполняется по команде «Прогрев».

Команда прогрева вызывает внутреннюю подпрограмму поджига основной горелки станка. Если система автоматического поджига присутствует в системе, но вспомогательная горелка еще не подожжена, то сначала будет выполнена команда «Поджиг» и только после этого команда «Прогрев». После выполнения команды «Прогрев» система будет подавать на резак прогревочный газ и кислород до тех пор, пока не придет команда на отключение прогрева.

Команда «Режущий факел» представляет собой вызов трех подпрограмм: поджига, прогрева и подачи режущего кислорода. Вызов подпрограмм поджига и прогрева выполняется всегда, если в этом есть необходимость, так как подача режущего кислорода на не зажженный резак запрещена. Таким образом, система всегда выполняет строго последовательно подачу поджигающих, прогревочных и режущих газов. Ситуации, когда система открыла клапан режущего кислорода, но резак при этом не был подожжен, исключены. Аналогично, прогрев не может быть включен, если сигналы управления системой автоматического поджига настроены, но свеча автоподжига не подожжена. В данном случае прогрев начнется с автоподжига и т. д.

- **Кнопка «Контроль высоты Z»**

Активирует или деактивирует процедуру слежения за поверхностью металла - коррекцию высоты оси Z. Регулировка физического расстояния между газовым резаком и заготовкой при резке, как правило, выполняется путем измерения емкости и выработке корректирующих сигналов «Вверх» и «Вниз» в зависимости от измеренного результата. Механизм коррекции отличается в зависимости от выбранного режима управления осью Z. В режиме автономной оси Z контроль высоты полностью осуществляет оборудование автономной оси. Кнопка «Контроль высоты Z» в данном режиме лишь разрешает системе управлять «Выходом сигнала коррекции» (сигнал «Емкость»), который транслируется на блок управления автономной осью. В режиме управления осью Z по протоколу Up/Down функция «Контроль высоты Z» позволяет системе игнорировать или отслеживать состояние входов регулирования Up, Down транслируемых в систему от внешнего регулятора. В режиме ручного управления осью Z данная функция разрешает или запрещает коррекцию высоты Z кнопками «Вверх» и «Вниз» на экране программы.

Элементы управления подачи

Подача, заданная параметром «Желаемая, ед/мин» - это скорость перемещения резака по контуру детали в процессе резки. Изменение данного параметра считывается системой перед резкой очередного контура детали (во время вызова M03/M04). Для изменения скорости перемещения по контуру непосредственно во время резки контура необходимо использовать кнопки «Быстрая установка» или горизонтальный слайдер переопределения скорости подачи (FeedRate Override). Доступный диапазон изменения: 0% - 200%.

Режим симуляции

Режим симуляции позволяет выполнить УП без включения факела с заданной подачей и высотой.

The image shows a software interface for setting simulation parameters. It is divided into two main sections. The top section, titled 'Параметры перемещения' (Movement Parameters), contains two input fields: 'Высота, ед' (Height, units) with the value '20,0' and 'Скорость, ед/мин' (Speed, units/min) with the value '1000,0'. The bottom section, titled 'Разметка листа' (Sheet Marking), contains a toggle switch labeled 'Стоп по M03' (Stop on M03), which is currently turned on (the right half of the slider is black).

Параметры режима симуляции

При активной опции «Стоп по M03» симуляция будет приостанавливаться в каждой точке прожига до нажатия кнопки «Старт». Резак при этом будет располагаться над этой точкой. Этот режим может использоваться для ручной маркировки точек врезки.

Библиотека параметров газокислородной резки

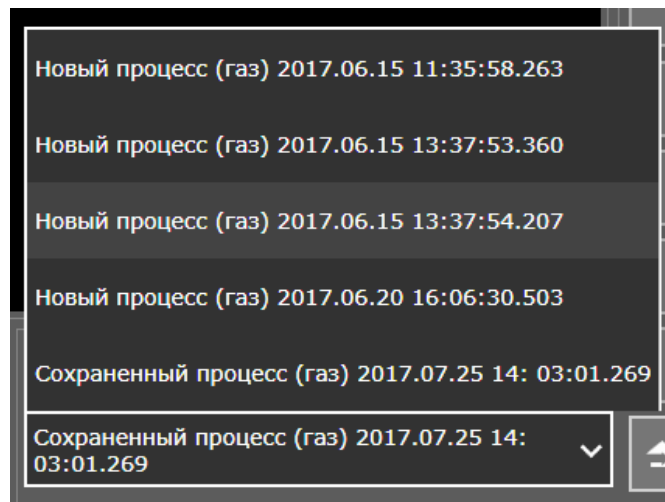
PUMOTIX позволяет создавать, редактировать, сохранять и применять наборы параметров процесса газокислородной резки в библиотеке параметров резки для различных материалов. Каждый набор параметров - процесс. Каждый процесс сохраняется под определенным оператором названием, как правило, характеризующим тип металла, толщину и т. д.

Библиотека параметров газокислородной резки

Переход к библиотеке осуществляется с помощью кнопки «Открыть библиотеку» в блоке элементов «Управление процессами», расположенном в нижней части вкладки «Параметры резки». Кнопка «Сохранить в выбранный» перезаписывает все параметры последнего выбранного процесса значениями текущих параметров резки. Быстрое сохранение в текущий процесс, как правило, необходимо при внесении незначительных корректировок параметров, полученных в результате экспериментов. Кнопка «Сохранить в новый» позволяет сохранить весь текущий набор параметров резки в новый отдельный процесс. Новый процесс будет создан автоматически, сохранен в библиотеку параметров и выбран как текущий процесс газокислородной резки.

Блок операций с процессами библиотеки

Быстрый выбор сохраненного в библиотеке процесса доступен как с основной рабочей вкладки программы (вкладки «Рабочий процесс»), так и с вкладки «Параметры резки». С помощью выпадающего списка «Выбранный процесс» может быть загружен необходимый для текущей задачи процесс с параметрами. Переходить в библиотеку параметров для выбора заранее известного процесса нет необходимости, так как выпадающий список значительно сокращает время и число действий оператора ЧПУ системы.



Быстрый выбор процесса из списка

Импорт библиотеки

Если в системе ранее использовался модуль газовой резки (скринсет THC 2.0) для Mach3 производства Purelogic, то может быть выполнен импорт (перенос) библиотеки параметров газовой резки из Mach3.

При первом запуске модуля PUMOTIX «Газокислородная резка» будет выполнен автоматический импорт параметров из Mach3. Выполнить импорт библиотеки можно вручную, с помощью кнопки «Импортировать» в нижнем левом углу библиотеки параметров PUMOTIX. В появившемся диалоговом окне необходимо выбрать *.xml – файл с желаемой библиотекой.

Управление процессами из библиотеки

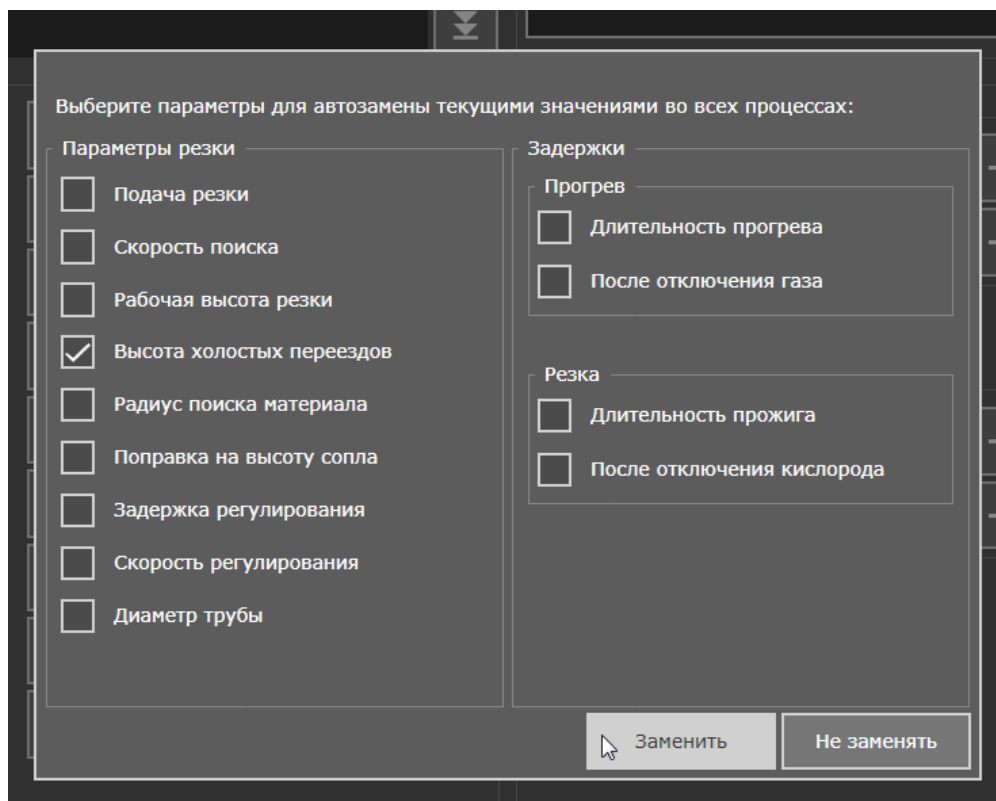
Окно библиотеки параметров поделено на 4 части: список с процессами, блок управления процессами, параметры резки и временные задержки.

Блок управления процессами позволяет выполнять следующие функции:

- создание процесса (с пользовательским именем или именем по умолчанию);
- переименование процесса;
- создание копии выбранного процесса;
- удаление процесса;
- автоматическая замена выбранных параметров для всех процессов.

При наведении на кнопку с изображением той или иной функции будет отображена подсказка в виде всплывающего уведомления.

Для быстрой замены какого-либо параметра или задержки новым значением в каждом процессе не требуется вручную выбирать каждый процесс, редактировать его и сохранять с новым параметром. Для автоматизации подмены параметров для всех процессов используется режим автозамены. При нажатии на соответствующую кнопку в блоке управления процессами откроется диалоговое окно с возможностью выбора необходимых параметров для замены. Например, для каждого процесса библиотеки требуется установить значение высоты холостых переездов — 20 ед. Для этого выбирается любой процесс, устанавливается требуемое значение 20 в поле «Высота холостых переездов» и вызывается меню автозамены параметров. Поставив отметку у необходимого параметра, после нажатия кнопки «Заменить» все процессы библиотеки будут автоматически перезаписаны с выбранным значением «Высота холостых переездов, ед» = 20. Автоматическую замену параметров за один раз можно осуществлять для любого числа параметров и временных задержек.



Быстрая замена параметров для всех процессов библиотеки

Описание входных и выходных сигналов модуля газокислородной резки

Описание входных сигналов

- Estop – сигнал аварийной остановки (Emergency Stop);
- Probing – сигнал с датчика пробинга — датчика поверхности материала;
- Stop – сигнал «Стоп» или «Коллизия», остановка станка без потери координат;
- OxyFlameSensor – сигнал датчика пламени;
- OxyExternalZLimitHight – сигнал датчика крайнего верхнего положения каретки для автономной оси Z;
- UserInput_0 – UserInput_14 – пользовательские входные сигналы для использования в макросах PUMOTIX.

Описание выходных сигналов

- OxyFiringGas – сигнал управления клапаном подачи газа на автоподжиг;
- OxyFiringSpark – сигнал управления разрядником (свечой) автоподжига;
- OxyPreheatOxy – сигнал управления клапаном подачи прогревочного кислорода;
- OxyPreheatGas – сигнал управления клапаном подачи прогревочного газа;
- OxyCuttingOxy – сигнал управления клапаном подачи режущего (продувочного) кислорода;
- OxyRegUpOutput – сигнал подъема автономной оси Z вверх (UP);
- OxyRegDownOutput – сигнал опускания автономной оси Z вниз (DOWN);
- OxyActiveOutput – сигнал управления коррекцией высоты Z автономной оси (Auto/Manual);
- EstopState – сигнализирует о том, что система находится в выключенном состоянии или в состоянии аварийной остановки;
- IdleState – сигнализирует о том, что система находится в состоянии простоя;
- RunningState – сигнализирует о том, что система занята и выполняет перемещение по траектории;
- MillingModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Фрезеровка»;
- PlasmaModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Плазменная резка»;
- OxyModeActive – сигнализирует о том, что система находится в режиме «Газокислородная резка»;
- UserOutput_1 – UserOutput_14 – пользовательские выходные сигналы для использования в макросах PUMOTIX.

Описание G-кодов

Разделы:

- [Список G-кодов, поддерживаемых системой](#)
- [Список модальных состояний интерпретатора G-кода](#)

Описание структуры кода

G-код - условное именование языка программирования устройств с числовым программным управлением (ЧПУ), состоящий из строк, в которые записаны различные команды управления.

Программа состоит строк, которые называются кадрами. Одна строка - это один кадр. Каждый кадр содержит одну или несколько команд и может иметь явно указанный номер, начинающийся с буквы **N**. Завершается программа командой **M30**, после которой выполнение прекращается и все последующие строки игнорируются.

Комментарии к программе размещаются в круглых скобках. Комментарий может располагаться как в отдельной строке, так и после программных кодов. Недопустимо оформлять в качестве комментария несколько строк, охваченных парой круглых скобок.



В системе PUMOTIX допустимо выполнять **макрокоманды** непосредственно из программы. Для этого нужно команду макроязыка заключить в фигурные скобки, например:

фрагмент программы

```
...
G0 X500
{PinSetState(Outputs.OxyRegUp, true)}
G38.1 Z-5
...
```

Команды в каждом кадре выполняются одновременно, поэтому порядок команд в кадре строго не оговаривается, но традиционно предполагается, что первыми указываются подготовительные команды (например, выбор рабочей плоскости, скоростей перемещений по осям и др.), затем задание координат перемещения, затем выбора режимов обработки и технологические команды.

Координаты задаются указанием оси с последующим числовым значением координаты. Целая и дробная части числа координаты разделяются десятичной точкой, например: **Y0.5** и **Y.5**, **Y77**, **Y77.** и **Y077.0**.

Существуют так называемые модальные и немодальные команды. Модальные команды изменяют некоторый параметр/настройку и эта настройка действует на все последующие кадры программы до их смены очередной модальной командой. К модальным командам, например, относятся скорости перемещения инструмента (**F**), управления скоростью шпинделя (**S**), подачи СОЖ и многие G-команды (**G0**, **G1**, **G90** и др.). Немодальные команды, например, **G53**, действуют только внутри их содержащего кадра.

Интерпретатор кода запоминает значение введенных параметров и настроек до их смены очередной модальной командой или отмены ранее введенной модальной команды, поэтому необязательно указание в каждом кадре, например, скорости перемещения инструмента.

Список G-кодов, поддерживаемых системой

Краткий список поддерживаемых G-кодов приведен в таблице ниже.

G-код	Название G-кода
G0	Ускоренное линейное перемещение
G1	Линейное перемещение
G2, G3	Круговое перемещение
G4	Пауза
G10 L2	Установка смещения начала координат
G10 L20	Установка смещения начала координат (вычисленное значение)
G17 - G19.1	Выбор рабочей плоскости
G28, G28.1	Вернуться на predetermined позицию
G30, G30.1	Вернуться на predetermined позицию
G38.x	Пробинг
G40 - G42	Компенсация диаметра инструмента
G53	Перемещение в машинных координатах
G54-G59.3	Выбор системы координат
G61, G61.1, G64	Выбор режима прохода траектории
G73	Цикл сверления со стружкодроблением
G80	Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы
G81	Цикл сверления
G83	Цикл глубокого сверления
G85	Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче
G89	Цикл растачивания с паузой и отводом на рабочей подаче
G90, G91	Задание режима абсолютных/относительных координат
G90.1, G91.1	Задание режима абсолютных/относительных координат для центра дуги
G92	Смещение начала координат
G92.1, G92.2	Отмена смещения G92
G92.3	Восстановление смещения G92
G93, G94	Формат задания подачи
G98, G99	Режим возврата на уровень по Z в постоянных циклах

G0-G10

- G0: Ускоренное линейное перемещение
- G1: Линейное перемещение
- G2, G3: Круговое перемещение
- G4: Пауза
- G10 L2: Установка смещения начала координат
- G10 L20: Установка смещения начала координат (вычисленное значение)

G0: Ускоренное линейное перемещение

G0 axes

Для ускоренного линейного перемещения задайте **G0** 'axes', где указание любой из осей необязательно. Указание **G0** необязательно, если текущий режим перемещения **G0**. Эта команда производит линейное перемещение в точку назначения с максимальной скоростью холостых перемещений (или меньшей). Предполагается, что резание не будет происходить, когда выполняется команда **G0**.

Максимальная скорость холостого перемещения может превышать скорость, установленную в параметрах перемещений для каждой из осей в отдельности.

Пример команды **G0**:

G90 (установить режим абсолютного позиционирования)

G0 X1 Y-2.3 (быстрое линейное перемещение из текущей позиции в X1 Y-2.3)

M2 (конец программы)

Если команда **G53** указана на одной строке с **G0**, движение будет отличаться от указанного выше. Подробнее смотрите описание команды **G53**.



Является ошибкой:

- символ оси указан без числового значения.

Дополнительная информация по теме: [Выполнение подготовительного перемещения](#)

G1: Линейное перемещение

G1 axes

Для линейного перемещения с заданной скоростью подачи укажите **G1** 'axes', где задание любой из осей необязательно. Указание **G1** необязательно, если текущий режим перемещения **G1**. Эта команда производит линейное перемещение в точку назначения с текущей скоростью подачи (или меньшей, если движение по осям не может осуществляться настолько быстро).

Пример команды **G1**:

G90 (установить режим абсолютного позиционирования)

G1 X1.2 Y-3 F10 (линейное перемещение с подачей 10 из текущей позиции в X1.2 Y-3)

Z-2.3 (линейное перемещение с той же подачей из текущей позиции в Z-2.3)

Z1 F25 (линейное перемещение с подачей 25 из текущей позиции в Z1)

M2 (конец программы)

Если команда **G53** указана на одной строке с **G1**, движение будет отличаться от указанного выше. Подробнее смотрите описание команды **G53**.



Является ошибкой:

- не установлена скорость подачи;
- символ оси указан без числового значения.

Дополнительная информация по теме: [Выполнение подготовительного перемещения](#)

G2, G3: Круговое перемещение

Дуга окружности или спирали задаётся с помощью команд **G2** (вращение по часовой стрелке) или **G3** (вращение против часовой стрелки) с текущей скоростью подачи. Направление вращения определяется относительно положительного направления оси, вокруг которой происходит вращение. Ось окружности или спирали должна быть параллельна оси X, Y или Z системы координат. Эта ось (или, соответственно, плоскость, перпендикулярная оси) выбирается с помощью команд **G17** (ось Z, плоскость XY), **G18** (ось Y, плоскость XZ) или **G19** (ось X, плоскость YZ).

Чтобы задать спираль, укажите параметр оси, перпендикулярной плоскости интерполяции. Например, для плоскости **G17** укажите значение Z. Это вызовет движение по оси Z до указанного значения в процессе круговой интерполяции в плоскости XY.

Чтобы задать дугу, которая описывает больше одного полного оборота, используйте параметр R, который определяется как число полных оборотов плюс заданная дуга. Параметр R должен быть целым числом. Если параметр R не указан, результат такой же, как при задании R1: будет выполнен только один полный или частичный оборот. Например, если задана дуга в 180 градусов с параметром R2, результирующее перемещение будет составлять 1 1/2 оборота.

Если строка G-кода задаёт дугу и содержит движение поворотной оси, поворотная ось движется с постоянной скоростью таким образом, чтобы вращение начиналось и заканчивалось одновременно с движением по XYZ. Подобные команды используются редко.

Центр дуги задаётся в абсолютных либо относительных координатах (устанавливается командами **G90.1** и **G91.1** соответственно).

Для определения дуги допустимы два формата: задание центра и задание радиуса.



Является ошибкой:

- не установлена скорость подачи;
- параметр R не является целым числом.

Формат дуги с указанием центра

G2 or G3 axes offsets

Формат дуги с указанием центра является более точным по сравнению с форматом с указанием радиуса и предпочтителен для использования.

Для задания дуги используется указание конечной точки дуги и смещение центра дуги относительно текущей позиции. Конечная точка дуги может совпадать с текущей позицией. В режиме инкрементального позиционирования центра (используется по умолчанию) координаты центра задаются относительно начала дуги. В режиме абсолютного позиционирования центра координаты центра задаются относительно текущего начала координат.

XY-plane (G17)

G2 or G3 <X- Y- Z- I- J- P->

XZ-plane (G18)

G2 or G3 <X- Z- Y- I- K- P->

YZ-plane (G19)

G2 or G3 <Y- Z- X- J- K- P



Является ошибкой:

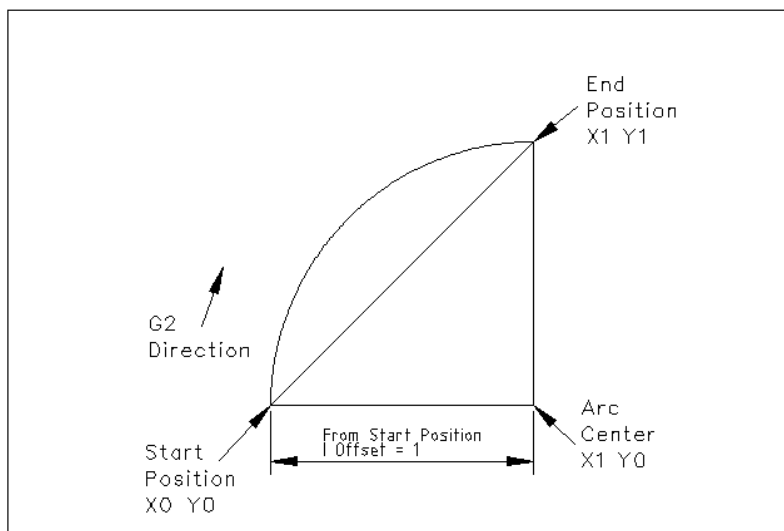
- не установлена скорость подачи;
- не заданы смещения центра;

- если дуга спроецирована на текущую плоскость интерполяции, расстояние от текущей позиции до центра отличается от расстояния от конечной точки до центра на более чем 0.5 мм или (0.005 мм и 0.1% от радиуса).

Пример построения дуги:

G0 X0 Y0

G2 X1 Y1 I1 F10 (дуга по часовой стрелке в плоскости XY)



Пример построения дуги

Пример построения спирали:

G0 X0 Y0 Z0

G17 G2 X10 Y16 I3 J4 Z-1 (спираль с перемещением по Z)

Пример использования параметра P:

G0 X0 Y0 Z0

G2 X0 Y1 Z-1 I1 J0.5 P2 F25

В формате дуги с указанием центра радиус дуги не указывается, но он может быть легко вычислен как расстояние между центром дуги и начальной либо конечной точкой.

Формат дуги с указанием радиуса

G2 or G3 axes R- <P

Для задания дуги используется указание конечной точки дуги и радиуса дуги. Команда **G2 axes R-**, где R – радиус дуги. Положительное значение радиуса показывает, что дуга поворачивается менее чем на 180 градусов, отрицательное – более чем на 180 градусов.

Не рекомендуется задавать дуги в формате с указанием радиуса, если они близки к полной окружности или полуокружности, так как в этом случае небольшое изменение в положении конечной точки приводит к намного большему изменению в положении центра дуги.



Является ошибкой:

- не указаны оба параметра осей для выбранной плоскости интерполяции;
- конечная точка дуги совпадает с начальной точкой.

Пример построения дуги:

G17 G2 X10 Y15 R20 Z5 (формат дуги с указанием радиуса)

G4: Пауза

G4 P- (P - время в секундах)

Число P - это время в секундах, в течение которого все оси останутся неподвижными. Может быть числом с плавающей запятой, если нужно указать доли секунды.

G4 не влияет на шпиндель, охлаждающую жидкость и любые операции ввода / вывода.

Пример команды **G4**:

G4 P5.5 (пауза 5,5 секунд между строками УП)



Является ошибкой:

число P отрицательно или не указано.

G10 L2: Установка смещения начала координат

G10 L2 P- <axes R-> (P – система координат (0-9), R – угол поворота вокруг оси Z)

Команда **G10 L2** изменяет смещение указанной системы координат на значение, задаваемое параметрами осей. Смещение отсчитывается от машинного ноля, установленного в процессе поиска базы. Смещение заменяет текущее смещение, действующее для указанной системы координат. Смещение по осям, которые не указаны, не будет изменено.

Используйте параметры от P0 до P9 для указания, какую систему координат необходимо изменить.

Параметр P	Система координат	G-код
0	Текущая	-
1	1	G54
2	2	G55
3	3	G56
4	4	G57
5	5	G58
6	6	G59
7	7	G59.1
8	8	G59.2
9	9	G59.3

Опционально можно использовать параметр R для задания поворота осей XY вокруг оси Z. Направление вращения – против часовой стрелки относительно положительного направления оси Z.

Режим инкрементального позиционирования **G91** не оказывает влияния на команду **G10 L2**.



Важные замечания:

- команда **G10 L2 Pn** не производит смену текущей системы координат, для выбора системы координат необходимо использовать команды **G54-G59.3**;
- если было задано смещение **G92**, оно продолжит действовать после команды **G10 L2**;
- система координат, для которой устанавливается смещение командой **G10 L2**, может быть активна или неактивна в момент выполнения команды. Если система координат активна, новое смещение вступит в действие немедленно



Является ошибкой:

- параметр P не является целым числом в диапазоне от 0 до 9.

Пример команды **G10 L2**:

G10 L2 P1 X3.5 Y17.2

В этом примере начало координат для первой системы координат устанавливается X=3.5 и Y=17.2. Поскольку указаны только оси X и Y, начало координат смещается по этим осям, другие координаты не изменяются.

Пример команды **G10 L2**:

G10 L2 P1 X0 Y0 Z0 (обнулить смещения по X, Y & Z в системе координат 1)

В приведённом примере координаты XYZ начала координат системы 1 устанавливаются равными нулю.

G10 L20: Установка смещения начала координат (вычисленное значение)

G10 L20 P- axes

Команда **G10 L20** идентична команде **G10 L2** за исключением того, что смещение устанавливается равным не указанному значению, а вычисленному значению таким образом, чтобы текущие координаты стали равны указанному значению.

Пример команды **G10 L20**:

G10 L20 P1 X1.5 (установить текущую позицию по X в координатной системе 1 равной 1.5)



Является ошибкой:

- параметр P не является целым числом в диапазоне от 0 до 9.

G11-G30

- G17 - G19.1: Выбор рабочей плоскости
- G28, G28.1: Вернуться на predeterminedную позицию
- G30, G30.1: Вернуться на predeterminedную позицию

G17 - G19.1: Выбор рабочей плоскости

Данные команды устанавливают текущую плоскость интерполяции, как изложено ниже:

- **G17** – XY (по умолчанию);
- **G18** – ZX;
- **G19** – YZ;
- **G17.1** – UV;
- **G18.1** – WU;
- **G19.1** – VW.

Плоскости UV, WU и VW не поддерживают дуги.

Рекомендуется включать команду выбора плоскости интерполяции в начало каждого файла G-кода.

Результат выбора плоскости интерполяции описан в разделах **G2-G3** и **G81-G85**.

G28, G28.1: Вернуться на предопределённую позицию

Команду **G28** следует использовать только, когда выполнен поиск базы и желаемая позиция сохранена командой **G28.1**.

Команда **G28** использует значения, сохранённые в памяти, как координаты X, Y, Z, A, B, C, U, V, W конечной точки для перемещения. Значения параметров являются абсолютными машинными координатами. Команда **G28** выполняет ускоренное линейное перемещение.

Команда **G28 axes** выполняет ускоренное линейное перемещение в позицию, определённую *axes*, с учётом всех смещений, после чего выполняет ускоренное линейное перемещение для осей *axes* в абсолютную позицию, заданную значениями, сохранёнными в памяти. Оси, не указанные в *axes*, не будут перемещаться.

Команда **G28.1** сохраняет в памяти текущую абсолютную позицию.

*Пример команды **G28**:*

G28 Z2.5 (быстрое перемещение в Z2.5, затем в позицию, загруженную командой **G28**).

G30, G30.1: Вернуться на предопределённую позицию

Команда **G30** идентична команде **G28** за исключением того, что в качестве координат используются значения, сохранённые в других ячейках памяти.

Команда **G30.1** сохраняет текущую абсолютную позицию в этих ячейках памяти.

G38.x: Пробинг

G38.x axes - пробинг

G38.2 – выполнить пробинг по направлению к заготовке, остановиться при касании, сообщение об ошибке при неудаче.

G38.3 – выполнить пробинг по направлению к заготовке, остановиться при касании.

G38.4 – выполнить пробинг по направлению от заготовки, остановиться при потере контакта, сообщение об ошибке при неудаче.

G38.5 – выполнить пробинг по направлению от заготовки, остановиться при потере контакта.

Для того, чтобы использовать пробинг, необходимо настроить вход для пробинга в параметрах входных сигналов.

Задайте команду **G38.x axes**, чтобы выполнить пробинг. Параметры осей опциональны, но хотя бы одна из них должна быть указана. Все указанные оси определяют точку, по направлению к которой осуществляется перемещение при пробинге. Если пробинг не сработал до достижения конечной точки, команды **G38.2** и **G38.4** сигнализируют об ошибке.

Движение к конечной точке при пробинге осуществляется с текущей скоростью подачи и прекращается (с учётом ограничений по ускорению) по достижению конечной точки либо при ожидаемом изменении входного сигнала пробинга в зависимости от того, что произойдёт раньше.



Является ошибкой:

- конечная точка совпадает с текущей позицией;
- не указана ни одна ось;
- скорость подачи равна нулю;
- сигнал пробинга уже находится в ожидаемом состоянии.

G40-G79

- G40, G41, G42: Компенсация диаметра инструмента
- G53: Перемещение в машинных координатах
- G54-G59.3: Выбор системы координат
- G61, G61.1, G64: Выбор режима прохода траектории
- G73: Цикл сверления со стружкодроблением

G40, G41, G42: Компенсация диаметра инструмента

G40 – выключает режим компенсации на диаметр инструмента.

За командой отключения компенсации на диаметр инструмента должно следовать линейное перемещение со значением большим, чем диаметр инструмента. Дублирование команды не может стать причиной ошибки управляющей программы.



Является ошибкой:

- за командой следует круговое перемещение (**G2/G3**);
- линейное перемещение (**G0/G1**) после выключения компенсации меньше диаметра инструмента.

G41 T- – включение режима компенсации слева от запрограммированного пути.

G42 T- – включение режима компенсации справа от запрограммированного пути.

G41/G42 задаются с параметром, значением которого является номер инструмента из соответствующей [таблицы](#). При вызове команды, управляющая программа изменяет траекторию, смещая её вправо (**G42**) или влево (**G41**) от исходной.

Пример команды **G41**:

M6 T26 (команда смена инструмента на инструмент №26)

G0 X-10 Y-10 Z0 (быстрое линейное перемещение)

G41 (включение режима компенсации слева)

G0 X0 Y0 (быстрое линейное перемещение)

G1 Z0 (команды линейных перемещений)

G1 Y50

G1 X50 Y0

G1 X0

G40 (выключение режима компенсации)

G0 X-10 Y-10



Является ошибкой:

- если активна рабочая плоскость YZ ([подробнее...](#));
- инструмент с заданным номером не был добавлен в «Таблицу инструментов»;
- компенсация на диаметр инструмента была включена ранее.

G53: Перемещение в машинных координатах

G53 axes

Для перемещения в машинных координатах задайте команду **G53** в строке, содержащей линейное перемещение. **G53** не является модальной командой и должна указываться в каждой строке. **G0** и **G1** не обязательно должны указываться в строке, где присутствует **G53**. Например, команда **G53 G0 X0 Y0 Z0** выполнит перемещение на базу, даже если в текущей системе координат действуют смещения для рабочего поля.

Пример команды **G53**:

G53 G0 X0 Y0 Z0 (быстрое линейное перемещение в машинное начало координат)

G53 X2 (быстрое линейное перемещение в машинную координату X2)



Является ошибкой:

- использована команда **G53**, когда не активен режим **G0** или **G1**.

G54-G59.3: Выбор системы координат

- G54** – выбор координатной системы 1.
- G55** – выбор координатной системы 2.
- G56** – выбор координатной системы 3.
- G57** – выбор координатной системы 4.
- G58** – выбор координатной системы 5.
- G59** – выбор координатной системы 6.
- G59.1** – выбор координатной системы 7.
- G59.2** – выбор координатной системы 8.
- G59.3** – выбор координатной системы 9.

Каждая система координат хранит свои координаты по осям и угол поворота плоскости XY вокруг оси Z.

Дополнительно по теме: [«Рабочие системы координат»](#)

G61, G61.1, G64: Выбор режима прохода траектории

G61 – Режим точной траектории. Точное следование траектории на максимально возможной скорости.

G61.1 – Точный стоп. Точное следование траектории с остановкой после каждого перемещения.

G64 P- – Режим сглаживания. Скругление углов с заданной погрешностью.

Пример команды **G64 P-**:

G64 P0.1 (траектория движения не должна отклоняться более чем на 0.1 от заданной траектории)

Все эти режимы предназначены для нахождения собственного компромисса между точностью и скоростью выполнения УП. Самый точный, но и самый медленный - **G61.1**, потом **G61** и последний в списке **G64**.

G64 задается с параметром, который отражает максимально допустимое отклонение от заданной траектории (допустимую погрешность). Чем погрешность выше, тем сильнее станок сглаживает траекторию движения, и тем быстрее будет выполнена УП. Задание нулевого значения эквивалентно режиму точной траектории **G61**.



Внимание!

При выборе допустимой погрешности (параметра **G64**) необходимо учитывать возможности станка, специфику обрабатываемого материала и, конечно же, понимать, каким должен быть конечный результат.

Например, для станка плазменной резки, где погрешность и колебания ширины факела достигают нескольких десятков, в достаточно маленьком значении параметра (например, 0,01 мм) нет никакого смысла. Или, если сам станок люфтит на 0.1 мм или при выполнении испытывает сильные вибрации, то точность выполнения УП 0.01 мм снова не принесет желаемого результата, а значит и работа **G64** будет эквивалентна **G61** при учете всех условий.

Дополнительно по теме: [«Поддерживаемые режимы движения по траектории»](#).

G73: Цикл сверления со стружкодроблением

G73 X- Y- Z- R- Q- <L-> (R – уровень возврата по оси Z, Q – приращение по оси Z, L – количество повторений)

Цикл **G73** – это сверление или фрезерование со стружкодроблением. Цикл использует параметр Q как приращение по оси Z.

1. Предварительное перемещение:
Если текущая позиция Z ниже позиции R, ось Z совершает быстрое перемещение на позицию R.
Перемещение по координатам X и Y.
2. Перемещение по оси Z с текущей скоростью подачи вниз на величину приращения или до позиции Z в зависимости от того, что менее глубоко.
3. Небольшое быстрое перемещение вверх.
4. Повторение шагов 2 и 3, пока позиция Z не достигнута на шаге 2.
5. Быстрое перемещение по Z до позиции R.



Является ошибкой:

- параметр Q отрицателен или равен нулю;
- параметр R не указан.

G80-G89: Постоянные циклы

G-коды:

G80: Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы

G81: Цикл сверления

G83: Цикл глубокого сверления

G85: Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче

G89: Цикл растачивания с паузой и отводом на рабочей подаче

В данном разделе описываются постоянные циклы **G81-G89** и команда отмены постоянных циклов **G80**.

Все постоянные циклы выполняются с учётом текущей выбранной плоскости. Может быть выбрана любая из девяти плоскостей. При дальнейшем описании предполагается, что выбрана плоскость XY. Поведение системы аналогично, если выбрана другая плоскость, при этом должны быть использованы корректные параметры. Например, в плоскости **G17.1** действие постоянных циклов происходит вдоль оси W, а позиции задаются параметрами осей U и V. В этом случае замените X, Y, Z на U, V, W в инструкции ниже.

Указание поворотных осей не разрешено в постоянных циклах. Когда активна плоскость из семейства X, Y, Z, использование осей U, V, W не разрешается. Аналогично, когда активна плоскость из семейства U, V, W, использование осей X, Y, Z не разрешается.

Позиция R (возврат) расположена вдоль оси, перпендикулярной текущей выбранной плоскости (ось Z для плоскости XY и т. д.).

В постоянных циклах действие некоторых параметров, когда они указаны в одной строке цикла, сохраняется для остальных строк. Таким параметром является R.

В режиме инкрементального позиционирования параметры X, Y и R интерпретируются как приращения относительно текущей позиции, а параметр Z – как приращение относительно позиции Z до момента, когда имело место движение по Z. В режиме абсолютного позиционирования параметры X, Y, Z и R – это абсолютные позиции в текущей системе координат.

Параметр L необязателен и представляет число повторений цикла.
L=0 не разрешается.

Если задействована функция повторения цикла, обычно используется режим инкрементального позиционирования, так чтобы одна и та же последовательность перемещений повторялась в нескольких местах, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга вдоль прямой. Параметр L не сохраняет своё значение при переходе к следующей строке G-кода. В режиме абсолютного позиционирования параметр L>1 означает повторять один и тот же цикл в одном и том же месте несколько раз. Отсутствие параметра L эквивалентно L=1.

Высота возврата в конце каждого цикла определяется режимом возврата: либо на исходную позицию по Z (если она выше позиции R и режим возврата **G98**), либо на позицию R.



Является ошибкой:

- не указана ни одна ось в постоянном цикле;
- оси из различных групп (XYZ) и (UVW) использованы вместе;
- использовано отрицательное значение параметра R;
- параметр L не является положительным целым числом;
- поворотная ось использована в постоянном цикле;
- инверсный формат скорости подачи активен в постоянном цикле.

Если выбрана плоскость XY, параметр Z сохраняет своё значение при переходе к следующей строке.



Является ошибкой:

- параметр Z отсутствует и при этом цикл того же типа не был активен;
- параметр R меньше, чем параметр Z.

Аналогично для других выбранных плоскостей.

Предварительное перемещение – это набор перемещений, общий для всех постоянных циклов. Если текущая позиция Z меньше позиции R, ось Z совершает быстрое перемещение в позицию R. Это происходит только один раз, независимо от значения параметра L.

Кроме того, в начале первого цикла и каждого повторения совершаются одно или два перемещения:

1. Быстрое перемещение параллельно плоскости XY в указанную XY-позицию.
2. Ось Z совершает быстрое перемещение в позицию R, если она уже не находится в этой позиции.

Если выбрана другая плоскость, перемещения происходят аналогично.

Существует как минимум две причины для использования постоянных циклов.

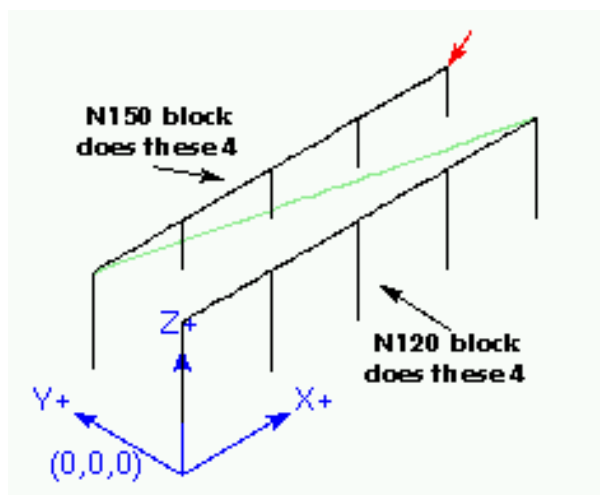
Первая причина – экономия кода. Сверление одного отверстия могло бы потребовать выполнения нескольких строк кода. Пример ниже делает восемь отверстий с использованием пяти строк кода для постоянного цикла.

Пример изготовления восьми отверстий:

```

N100 G90 G0 X0 Y0 Z0 (перемещение в начало координат)
N110 G1 F10 X0 G4 P0.1
N120 G91 G81 X1 Y0 Z-1 R1 L4 (постоянный цикл сверления)
N130 G90 G0 X0 Y1
N140 Z0
N150 G91 G81 X1 Y0 Z-0.5 R1 L4 (постоянный цикл сверления)
N160 G80 (отмена постоянного цикла)
N170 M2 (конец программы)

```



Пример изготовления восьми отверстий

Следующий пример демонстрирует изготовление 12 отверстий с использованием пяти строк кода для постоянного цикла.

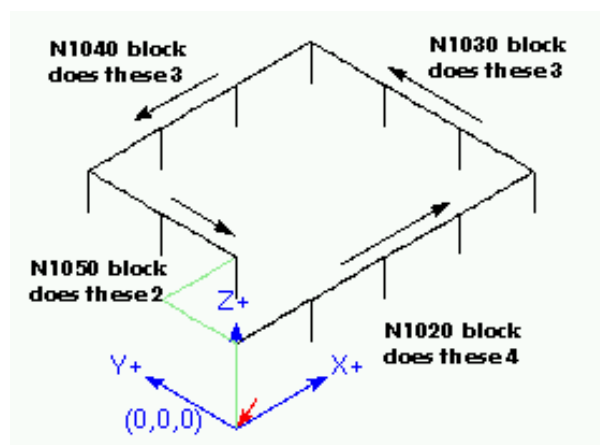
Пример изготовления 12 отверстий:

```

N1000 G90 G0 X0 Y0 Z0 (перемещение в начало координат)
N1010 G1 F50 X0 G4 P0.1
N1020 G91 G81 X1 Y0 Z-0.5 R1 L4 (постоянный цикл сверления)
N1030 X0 Y1 R0 L3 (повторение)
N1040 X-1 Y0 L3 (повторение)
N1050 X0 Y-1 L2 (повторение)

```

N1060 G80 (отмена постоянного цикла)
N1070 G90 G0 X0 (быстрое перемещение в начало координат)
N1080 Y0
N1090 Z0
N1100 M2 (конец программы)



Пример изготовления 12 отверстий

Второй причиной для использования постоянных циклов является то, что все они производят предварительные перемещения и возвраты на высоту, которые вы можете ожидать и контролировать независимо от начальной позиции постоянного цикла.

G80: Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы

G80 – команда отмены постоянных циклов. Команда **G80** входит в модальную группу 1, поэтому задание любой другой команды из модальной группы 1 также отменяет постоянный цикл.



Является ошибкой:

- параметры осей указаны вместе с командой **G80**.

Пример команды **G80**:

G90 G81 X1 Y1 Z1.5 R2.8 (постоянный цикл)

G80 (отмена постоянного цикла)

G0 X0 Y0 Z0 (быстрое перемещение в начало координат)

Следующий код приводит к тому же результату, что и предыдущий.

Пример команды **G0**:

G90 G81 X1 Y1 Z1.5 R2.8 (постоянный цикл)

G0 X0 Y0 Z0 (быстрое перемещение в начало координат)

Преимущество первого варианта в том, что команда **G80** явным образом отключает постоянный цикл **G81**. В этом случае необходимо на следующей строке включить режим перемещений командой **G0** или другой командой выбора режима перемещений.

Если постоянный цикл не был отключен командой **G80** или другой командой, постоянный цикл будет повторяться, используя следующий блок кода, содержащий параметры X, Y или Z.

G81: Цикл сверления

G81 (X- Y- Z-) or (U- V- W-) R- L-

Цикл **G81** предназначен для сверления.

Цикл включает следующие действия:

1. Предварительное перемещение, описанное в разделе «Постоянные циклы».
2. Перемещение оси Z с текущей скоростью подачи на позицию Z.
3. Ось Z совершает быстрое перемещение на высоту возврата по Z.

Пример 1.

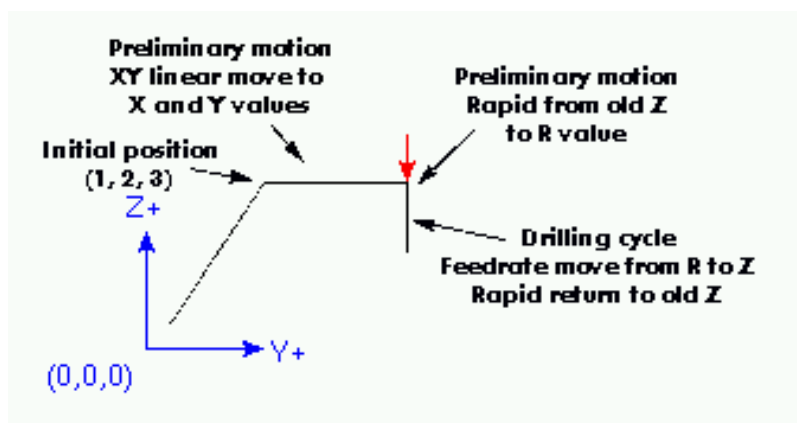
Предположим, текущая позиция (X1, Y2, Z3) и выполняется следующая строка G-кода:

G90 G98 G81 X4 Y5 Z1.5 R2.8

В примере при выполнении команды действует абсолютный режим позиционирования (**G90**) и режим возврата на исходную высоту по Z (**G98**).

Будут иметь место следующие перемещения:

1. Быстрое перемещение в плоскости XY в точку (X4, Y5).
2. Быстрое перемещение по оси Z в точку (Z2.8).
3. Перемещение по оси Z с заданной скоростью подачи в (Z1.5).
4. Быстрое перемещение по оси Z в (Z3).



Команда **G81**. Пример 1

Пример 2.

Предположим, текущая позиция (X1, Y2, Z3) и выполняется следующая строка G-кода:

G91 G98 G81 X4 Y5 Z-0.6 R1.8 L3

В примере при выполнении команды действует инкрементальный режим позиционирования (**G91**) и режим возврата на исходную высоту по Z (**G98**). Команда выполняет цикл сверления три раза. Начальная позиция по X равна 5 (=1+4), начальная позиция по Y равна 7 (=2+5), высота возврата по Z равна 4.8 (=1.8+3), целевая позиция по Z равна 4.2 (=4.8-0.6). Исходная позиция по Z равна 3.

При предварительном перемещении производится быстрое перемещение по оси Z в позицию (X1, Y2, Z4.8), поскольку исходная высота по Z меньше высоты возврата.

Первая итерация цикла состоит из 3 перемещений:

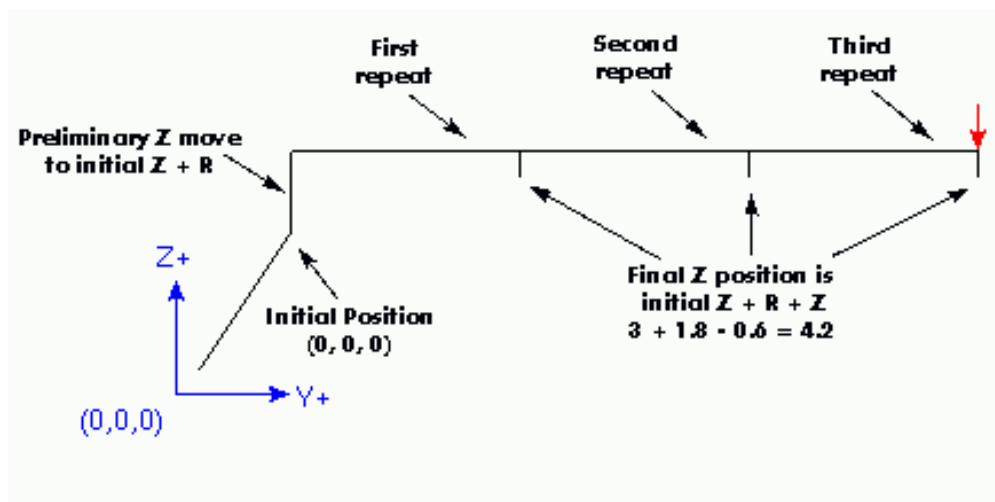
1. Быстрое перемещение в плоскости XY в (X5, Y7).
2. Перемещение по оси Z с заданной скоростью подачи в (Z4.2).
3. Быстрое перемещение по оси Z в (X5, Y7, Z4.8).

Вторая итерация цикла состоит из 3 перемещений:

1. Быстрое перемещение в плоскости XY в (X9, Y12, Z4.8).
2. Перемещение по оси Z с заданной скоростью подачи в (X9, Y12, Z4.2).
3. Быстрое перемещение по оси Z в (X9, Y12, Z4.8).

Третья итерация цикла состоит из 3 перемещений:

1. Быстрое перемещение в плоскости XY в (X13, Y17, Z4.8).
2. Перемещение по оси Z с заданной скоростью подачи в (X13, Y17, Z4.2).
3. Быстрое перемещение по оси Z в (X13, Y17, Z4.8).



Команда **G81**. Пример 2

Пример 3.

Предположим, что текущая позиция (X0, Y0, Z0) вместо (X1, Y2, Z3), и выполняется строка G-кода:

G90 G98 G81 X4 Y5 Z1.5 R2.8

Так как исходная высота по Z меньше значения параметра R, в ходе предварительного перемещения будет выполнено начальное перемещение по Z.

G83: Цикл глубокого сверления

G83 (X- Y- Z-) or (U- V- W-) R- L- Q-

Цикл **G83** предназначен для глубокого сверления со стружкодроблением. Возвраты в этом цикле очищают отверстие от стружки и срезают длинные прожилки (которые обычно появляются при сверлении алюминия). Этот цикл принимает параметр Q, который означает приращение по оси Z. Возвраты перед финальным заглублением будут всегда производиться до высоты R, даже если действует режим **G98**. Последний возврат будет соблюдать режимы **G98/G99**. Команда **G83** действует также, как команда **G81**, с добавлением возвратов в процессе сверления.

Цикл включает следующие действия:

1. Предварительное перемещение, описанное в разделе «Постоянные циклы».
2. Перемещение по оси Z с заданной скоростью подачи вниз на величину приращения или до позиции Z в зависимости от того, что менее глубоко.
3. Быстрое перемещение до уровня возврата, определённого параметром R.
4. Быстрое перемещение вниз на текущую глубину отверстия, с небольшим отступом.
5. Повторение шагов 2, 3 и 4 пока позиция по Z не достигнута на шаге 2.
6. Быстрое перемещение по оси Z на высоту возврата.



Является ошибкой:

- параметр Q отрицателен или равен нулю.

G85: Цикл растачивания с отводом на рабочей подаче

G85 (X- Y- Z-) or (U- V- W-) R- L-

Цикл **G85** предназначен для растачивания, но также может быть использован для сверления или фрезерования.

Цикл включает следующие действия:

1. Предварительное перемещение, описанное в разделе «[Постоянные циклы](#)».
2. Перемещение по оси Z с заданной скоростью подачи в позицию Z.
3. Возврат по оси Z с заданной скоростью подачи до уровня R, если он ниже, чем исходная высота по Z.
4. Быстрое перемещение на высоту возврата по Z.

G89: Цикл растачивания с паузой и отводом на рабочей подаче

G89 (X- Y- Z-) or (U- V- W-) R- L- P-

Цикл **G89** предназначен для растачивания. В этом цикле используется число P, где P - количество секунд для задержки.

1. Предварительное перемещение, описанное в разделе [«Постоянные циклы»](#)
2. Перемещение по оси Z с заданной скоростью подачи в позицию Z.
3. Задержка на P секунд.
4. Перемещение с текущей скоростью подачи на высоту возврата по Z.

G90-G99

- G90, G91: Задание режима абсолютных/относительных координат
- G90.1, G91.1: Задание режима абсолютных/относительных координат для центра дуги
- G92: Смещение начала координат
- G92.1, G92.2: Отмена смещения G92
- G92.3: Восстановление смещения G92
- G93, G94: Формат задания подачи
- G98, G99: Режим возврата на уровень по Z в постоянных циклах

G90, G91: Задание режима абсолютных /относительных координат

G90 – режим абсолютного позиционирования. В режиме абсолютного позиционирования параметры осей обычно обозначают позицию в активной системе координат.

G91 – режим инкрементального позиционирования. В режиме инкрементального позиционирования параметры осей обычно обозначают приращения относительно текущей позиции.

*Пример команды **G90**:*

G90 (задание режима абсолютного позиционирования)

G0 X2.5 (быстрое перемещение в позицию X2.5 с учётом всех смещений)

*Пример команды **G91**:*

G91 (задание режима инкрементального позиционирования)

G0 X2.5 (быстрое перемещение на 2.5 по оси X относительно текущей позиции)

G90.1, G91.1: Задание режима абсолютных /относительных координат для центра дуги

G90.1 – режим абсолютного позиционирования для задания смещений I, J, K. Когда действует режим **G90.1**, с командой **G2/G3** должны быть указаны параметры I и J для плоскости XY или параметры J и K для плоскости XZ.

G91.1 – режим инкрементального позиционирования для задания смещений I, J, K. Данный режим действует по умолчанию.

G92: Смещение начала координат

G92 axes

Команда **G92** присваивает текущей позиции желаемые координаты (без перемещения). Указание любой из осей необязательно, но хотя бы одна ось должна быть указана. Если ось не указана, координата по этой оси не изменяется.

Когда выполняется команда **G92**, начала всех систем координат смещаются на одно и то же значение таким образом, чтобы координаты текущей позиции в активной системе координат стали равны указанным параметрам *axes*.

Например, предположим, что текущая позиция $X=4$ и смещение **G92** отсутствует. После этого задаётся команда **G92 X7**. Это смещает все начала координат по X на -3 , в результате чего текущая позиция становится $X=7$.

Смещение **G92** может быть уже активно, когда вызывается команда **G92**. В этом случае текущее смещение заменяется новым смещением, при котором позиция становится равной указанному значению.



Является ошибкой:

- не указана ни одна ось.

Чтобы отключить смещение **G92**, можно использовать команду **G92.1** или **G92.2**.

G92.1, G92.2: Отмена смещения G92

G92.1 – обнуляет смещение **G92** и обнуляет сохранённое в памяти значение.

G92.2 – обнуляет смещение **G92**.

G92.3: Восстановление смещения G92

G92.3 – восстанавливает смещение **G92** из сохранённого в памяти значения.

Вы можете установить смещение в одном G-коде и использовать это смещение в другом G-коде. Задайте команду **G92** в одном G-коде. Значение смещения сохранится в памяти. Не используйте команду **G92.1** в конце этого G-кода. Используйте команду **G92.3** в начале второго G-кода. Смещение, установленное в первом G-коде, будет восстановлено.

G93, G94: Формат задания подачи

G93 – режим задания скорости подачи в инверсном времени. В этом режиме параметр F означает, что движение должно быть завершено за $1/F$ минут. Например, если параметр F равен 2, движение должно быть завершено за полминуты.

Когда активен режим задания скорости подачи в инверсном времени, параметр F должен присутствовать в каждой строке, содержащей перемещения **G1**, **G2**, **G3**. Данный режим не оказывает влияния на быстрые перемещения **G0**.

G94 – режим задания скорости подачи в единицах в минуту. В этом режиме параметр F означает, что должно производиться прохождение определённого количества дюймов в минуту, миллиметров в минуту или градусов в минуту в зависимости от того, какие единицы измерения используются и какие оси перемещаются.

G98, G99: Режим возврата на уровень по Z в постоянных циклах

G98 – возврат на позицию, в которой ось находилась перед тем, как началась серия из одного или нескольких постоянных циклов.

G99 – возврат на позицию, определённую параметром R постоянного цикла.

При задании команды **G98** постоянный цикл будет использовать позицию по Z до начала постоянного цикла в качестве уровня возврата, если это значение больше параметра R. Иначе будет использован параметр R.

Пример команды **G98**:

G0 X1 Y2 Z3

G90 G98 G81 X4 Y5 Z-0.6 R1.8 F10

Режим **G98** сбрасывается при выходе из постоянного цикла, явном (**G80**) или неявном (любая другая команда перемещения). Переключение между различными постоянными циклами не сбрасывает режим **G98**. В серии постоянных циклов можно переключаться между режимами **G98** и **G99**.

Список модальных состояний интерпретатора G-кода

Полный список модальных состояний, поддерживаемых интерпретатором G-кода PUMOTIX приведен в таблице.

Модальная группа	Состав команд группы
Команды перемещений	<i>G0, G1, G2, G3, G38.2, G38.3, G38.4, G38.5, G73, G80, G81, G83, G85, G86</i>
Команды выбора рабочей плоскости	<i>G17, G18, G19</i>
Команды переключения координат (абсолютные, относительные) при линейных перемещениях	<i>G90, G91</i>
Команды переключения координат (абсолютные, относительные) при перемещениях по дуге (режим IJK)	<i>G90.1, G91.1</i>
Команды выбора единиц измерения	<i>G20, G21</i>
Команды компенсации диаметра инструмента	<i>G40, G41, G42</i>
Команды выбора рабочей системы координат	<i>G54, G55, G56, G57, G58, G59</i>
Команды выбора режима прохода траектории	<i>G61, G61.1, G64</i>

Кроме того, поддерживаются следующие немодальные коды (то есть коды, действующие только на тот кадр, в котором они определены): *G10, G28, G30, G53, G92, G92.1, G92.2, G92.3*.

Подробное описание указанных параметров приведено в [Списке G-кодов, поддерживаемых системой](#). Текущие модальные параметры интерпретатора G-кода во время сеанса работы с системой выводятся в верхней части основного окна.

При работе с системой PUMOTIX пользователю доступны [три режима](#) прохода траектории инструментом: *G61* (точное следование траектории на максимально возможной скорости), *G61.1* (точное перемещение с остановкой после каждого перемещения), *G64* (скругление углов с заданной погрешностью).



Важно!

При задании режима сглаживания (*G64*) необходимо обязательно указать допуск, отличный от нуля. Значение по умолчанию — 0.1. Задание нулевого значения эквивалентно установке режима точной траектории (*G61*).

Описание М-кодов

PUMOTIX поддерживает выполнение макросов (М-кодов) непосредственно из управляющей программы. Есть поддержка стандартных и пользовательских макрокоманд ([о том, как писать макросы](#)).

В PUMOTIX макросы пишутся на языке Lua и вызываются из G-кода или строки ручного ввода G-кода с помощью М-кодов. Каждый макрос хранится в собственном файле с расширением *.pm в папке:

`%UserProfile%\Local Settings\Application Data\Purelogic\PUMOTIX\Server\Macros.`

Для пользовательских макросов доступен диапазон М-кодов **M120 – M199**. При этом диапазон **M0 – M99**, а также **M100 – M119** выделен под стандартные макросы, используемые в PUMOTIX (не рекомендуется создавать в этом диапазоне свои макросы, но при необходимости можно редактировать уже существующие).

Подробное описание макросов:

Стандартные М-коды модуля фрезеровки

Стандартные М-коды модуля плазменной резки

Стандартные М-коды модуля газокислородной резки

Дополнительные М-коды модуля плазменной резки

Макросы для омического датчика

Макрос для поиска центра отверстия

Стандартные М-коды модуля фрезеровки

Список стандартных М-кодов, используемых в модуле фрезеровки.

М-код	Возможность редактирования	Описание работы
M 0 /M1	нет	Программная пауза. Приостанавливает выполнение G-кода до нажатия кнопки Старт.
M 3 /M4	да	Включение шпинделя.
M5	да	Выключение шпинделя.
M6	да	Команда смены инструмента. Подробнее...
M10	нет	Команда включения выхода общего назначения. Номер выхода определяется параметром P. Например, M10 P0 - включение UserOutput_0. Команда работает без задержек, замедления или остановки перемещения осей.
M11	нет	Команда выключения выхода общего назначения. Номер выхода определяется параметром P. Например, M11 P5 - выключение UserOutput_5. Команда работает без задержек, замедления или остановки перемещения осей.
M30	нет	Команда завершения управляющей программы.
M114	да	Макрос поиска базы. Выполняется при нажатии на кнопку «Отправить на базу и обнулить».
M115	да	Макрос пробинга. В качестве параметра передаётся направление пробинга. Подробнее...
M116	да	Подъём на безопасную высоту.
M1000	да	Макрос, выполняющийся при нажатии кнопки Старт.
M1001	да	Макрос, выполняющийся при нажатии кнопки Стоп во время выполнения G-кода и по окончании выполнения G-кода.

Стандартные M-коды модуля плазменной резки

Функционал макросов плазменной резки зависит от выбранной опции "Игнорировать скорость подачи и перемещение по Z" в настройках программы.

	опция "Игнорировать скорость подачи и перемещение по Z" активна	опция "Игнорировать скорость подачи и перемещение по Z" не активна
M3, M4	• Делает поиск материала (с учетом параметра «радиус поиска материала»)*; • перемещается на высоту прожига; • включает факел; • перемещается на высоту реза; • устанавливает подачу резки.	Включает факел.
M5	• Выключает факел; • поднимается на SafeZ.	Выключает факел.
M100		Выполняет поиск материала с учетом параметра «радиус поиска материала».
M101	Инициализирующий макрос. Вставляется в начале G-кода. • Сбрасывает координаты X и Y последнего поиска материала; • делает подъём на SafeZ.	Инициализирующий макрос. Вставляется в начале G-кода. • Сбрасывает координаты X и Y последнего поиска материала.
M102	Выполняет поиск материала. Используется только при нажатии на кнопку «Поиск материала» в интерфейсе модуля «Плазменная резка». В G-код данный макрос не вставляется.	
M103	Включает блокировку регулирования высоты Z. Этот макрос работает синхронно с выполнением G-кода, без задержек, замедления или остановки перемещения осей.	
M104	Выключает блокировку регулирования высоты Z. Этот макрос работает синхронно с выполнением G-кода, без задержек, замедления или остановки перемещения осей.	
M112	Включает режим Low SafeZ. В этом режиме по команде M5 в пределах «радиуса поиска материала» подъём будет осуществляться не на высоту SafeZ, а на высоту прожига.	
M113	Отключает режим Low SafeZ.	

*Если для сигнала Probing не назначен никакой аппаратный вход контроллера, то поиск материала выполняться не будет.

Стандартные М-коды модуля газокислородной резки

Список стандартных М-кодов включает в себя:

М-код	Описание работы
M 0 /M1	Программная пауза. Приостанавливает выполнение G-кода до нажатия кнопки Старт. Игнорируется при отмеченной в настройках опции «Игнорировать паузу M1».
M 3 /M4	Последовательно выполняет набор подпрограмм: - поиск нуля материала (если требуется выбранным режимом и настройками); - поднимается на высоту прожига (или рабочую высоту в зависимости от модуля); - включает факел (поджиг + прогрев + режущий кислород согласно описанию процесса резки).
M5	Выключает режущий факел (и прогревочный факел, если не активирована опция «Не отключать прогрев по M05»), поднимает резак на безопасную высоту.
M100	Выполняет поиск материала (probing) и обнуление координаты Z с учетом параметра «Радиус поиска материала».
M101	Инициализирующий макрос. Сбрасывает координаты последней точки по X и Y, в которой производился поиск материала. Выполняет подъем на безопасную высоту.
M102	Выполняет поиск материала. Используется только при нажатии на кнопку «Поиск материала» в интерфейсе модуля. Пост-процессором в G-код данная М-команда не вставляется.
M103	Включает блокировку регулирования высоты Z. Макрос работает без задержек, замедления или остановки перемещения осей.
M104	Отключает блокировку регулирования высоты Z. Макрос работает без задержек, замедления или остановки перемещения осей.
M106-M111	Системные макросы, привязанные к определенным кнопкам модуля газовой резки.
M1000	Макрос, выполняющийся при нажатии кнопки Старт.
M1001	Макрос, выполняющийся при нажатии кнопки Стоп во время выполнения G-кода и по окончании выполнения G-кода.

Диапазон для написания пользовательских макросов: **M120-M199**. Диапазон **M0-M99**, а также **M100-M119** выделен под стандартные макросы, используемые в PUMOTIX. Не рекомендуется в этом диапазоне создавать пользовательские макросы, при необходимости можно редактировать уже существующие.

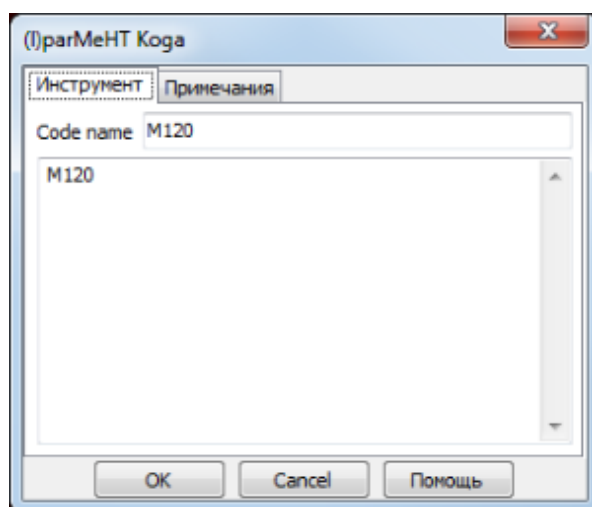
Дополнительные М-коды модуля плазменной резки

Дополнительные М-коды предназначены для решения узкоспециализированных задач, которые могут возникать при плазменной резке.

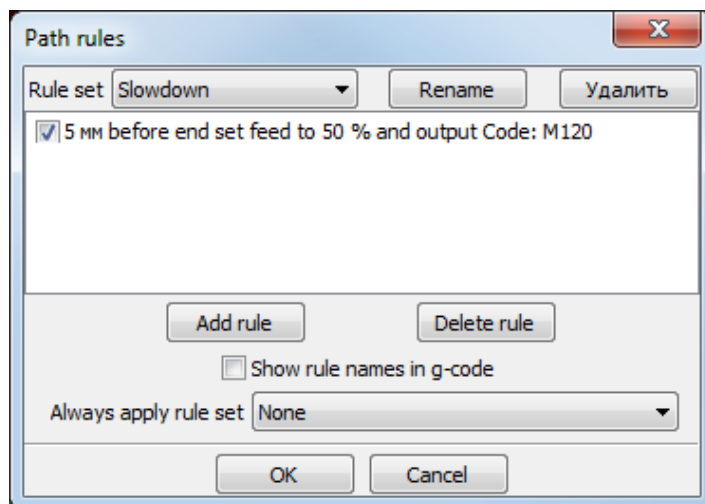
M105	Макрос для быстрого отключения факела. При вызове без параметров макрос работает синхронно с выполнением G-кода, без задержек, замедления или остановки перемещения осей. Используется, когда необходимо выключить факел на некотором расстоянии до конца реза (например, из-за особенностей АПР). В конце реза обязательно необходимо вставить команду M5. При задании параметра, например, M105 P0.4, будет выполнена указанная задержка после выключения факела, макрос необходимо вставлять непосредственно перед M5. В данном случае по команде M105 P0.4 произойдёт выключение факела и ожидание в течение 0.4 секунды. Затем в макросе M5 будет выполнен подъём на безопасную высоту.
M120	Включает замедление подачи. Необходимость замедлиться при резке может возникать, например, в конце замкнутого контура, чтобы избежать "недореза". На некотором расстоянии до конца реза, в месте, где необходимо включить замедление, необходимо вставить команду M120. А непосредственно перед M5 - команду M121. При вызове макроса M120 без параметров замедление осуществляется до значения в %, заданного в параметре Снижение скорости, относительно текущей подачи. При использовании с параметром P, например, M120 P40, будет выполнено замедление до указанного количества процентов. Если одновременно с данным режимом действует снижение скорости на окружностях малого радиуса, влияние не суммируется, действует меньшее значение.
M121	Отключает замедление подачи.

Использование правил резки в SheetCam

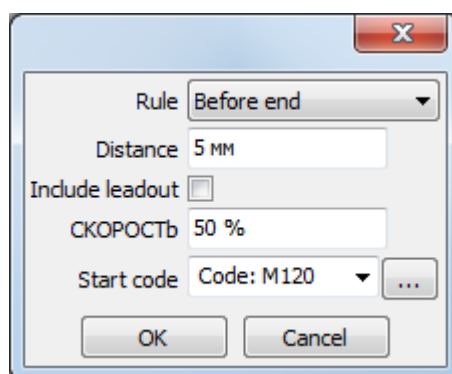
Чтобы вставить М-код на определённом расстоянии до конца реза, сначала необходимо создать фрагмент кода в SheetCam, нажав кнопку Код на панели Инструменты.



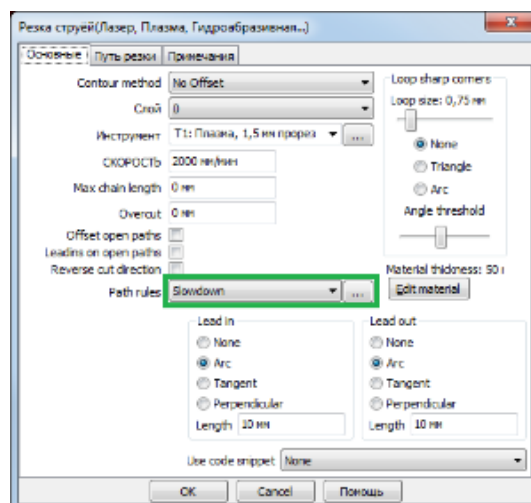
Затем необходимо в панели Инструменты открыть Правила резки и создать Rule set.



После этого добавить правило Before end. Если в настройках PUMOTIX установлена галочка "Игнорировать перемещения по Z и подачу", необходимо использовать M-код **M120**. Если галочка не установлена, нужно указать процент снижения скорости, чтобы SheetCam вставил значение подачи в G-код.



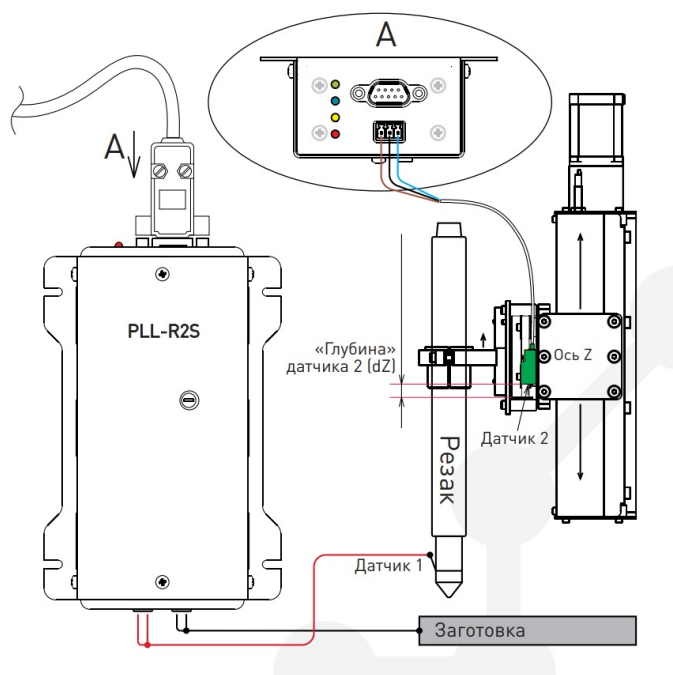
Далее в свойствах операции в списке Path rules выбрать созданный ранее Rule set.



Макросы для омического датчика

Для работы модуля плазменной резки PUMOTIX с омическим датчиком поиска заготовки PLL-R2 рекомендуется использовать специальные версии макросов **M3**, **M4**, **M100**, **M102**. Описание стандартных M-кодов доступно в соответствующем [разделе](#) документации.

Омический датчик позволяет определить поверхность заготовки при движении резака вниз. При соприкосновении колпачка резака с заготовкой появляется сигнал «Датчик 1». Если по какой-либо причине первый датчик не сработает и ось Z продолжит движение вниз, то через dZ mm (см. рисунок) произойдёт срабатывание датчика 2 и на выходе появятся сразу два сигнала: «Датчик 1» и «Датчик 2». В этом случае для получения значения высоты резака над поверхностью заготовки необходимо внести поправку в координаты по Z на расстояние dZ.



При настройке PUMOTIX для работы с омическим датчиком выход «Датчик 1» PLL-R2 нужно завести на вход Probing в PUMOTIX, выход «Датчик 2» на UserInput_0, а вход «Готовность» PLL-R2 завести на выход UserOutput_0 в PUMOTIX.

Также необходимо отредактировать каждый из макросов в любом текстовом редакторе, исправив во второй строке «dz = 5» на расстояние в миллиметрах между срабатываниями первого и второго датчиков (зависит от механики).

Перед началом пробинга макрос подаёт сигнал «Готовность» на омический датчик, а по окончании пробинга снимает сигнал.

Фрагмент кода макроса

```

CurrZ = AxisGetPos(Axis.Z)
local ProbeLim = 200
local ProbingMaximum = CurrZ - ProbeLim
local ProbeFeed = GetProbeFeed()
local alt_probe_input = Inputs.UserInput_0
local probe_output = Outputs.UserOutput_0
PinSetState(probe_output, true)
ExecuteMDI("G90 G38.2 Z"..ProbingMaximum.."F"..ProbeFeed)
local NozzleHeight = GetNozzleHeight()
Sleep(100)
if (PinGetState(alt_probe_input)) then
    NozzleHeight = NozzleHeight - dz
end
PinSetState(probe_output, false)
ExecuteMDI("G92 Z"..NozzleHeight)

```

Полные версии файлов:



M3.pm



M4.pm



M100.pm



M102.pm

Макрос для поиска центра отверстия

Ниже пример макроса для поиска центра отверстия. Запускать макрос необходимо, когда датчик находится внутри отверстия.

```
function m154()
  local ProbeFeed = 100

  PushCurrentDistanceMode()
  PushCurrentMotionMode()

  local CurrX = AxisGetPos(Axis.X)
  local CurrY = AxisGetPos(Axis.Y)
  local CurrZ = AxisGetPos(Axis.Z)

  if (IsProbingPinConfigured()) then
    if (PinGetState(Inputs.Probing)) then
      DisplayMessage("Probe input is already active")
      return
    end

    local Probelim = 1000
    local ProbingMaximum = CurrX - Probelim
    ExecuteMDI("G90 G38.2 X"..ProbingMaximum.."F"..ProbeFeed)
    local X1 = AxisGetPos(Axis.X)
    ExecuteMDI("G90 G0 X"..CurrX)

    local ProbingMaximum = CurrX + Probelim
    ExecuteMDI("G90 G38.2 X"..ProbingMaximum.."F"..ProbeFeed)
    local X2 = AxisGetPos(Axis.X)
    ExecuteMDI("G90 G0 X"..CurrX)

    local XC = (X1 + X2) / 2

    local ProbingMaximum = CurrY - Probelim
    ExecuteMDI("G90 G38.2 Y"..ProbingMaximum.."F"..ProbeFeed)
    local Y1 = AxisGetPos(Axis.Y)
    ExecuteMDI("G90 G0 Y"..CurrY)

    local ProbingMaximum = CurrY + Probelim
    ExecuteMDI("G90 G38.2 Y"..ProbingMaximum.."F"..ProbeFeed)
    local Y2 = AxisGetPos(Axis.Y)
    ExecuteMDI("G90 G0 Y"..CurrY)

    local YC = (Y1 + Y2) / 2

    ExecuteMDI("G90 G0 X"..XC.." Y"..YC)
  else
    DisplayMessage("Probe input is not configured")
    return
  end
end
```



M154.pm

Описание функций макроязыка

- [Входы и выходы](#)
- [Управление осями](#)
- [Поиск базы](#)
- [Управление шпинделем](#)
- [Другие команды](#)
- [Плазменная резка](#)
- [Газовая резка](#)
- [Смена инструмента](#)
- [Управление по Modbus](#)

- [Как создать пользовательский макрос?](#)

Входы и выходы

bool PinGetState (number periphId)

Получение текущего состояния входа или выхода.

Параметры:

- number periphId – идентификатор входа или выхода (в качестве этого параметра должна передаваться одна из констант, определённых в списке [Inputs](#) или [Outputs](#)).

Возвращаемое значение:

- текущее состояние входа (выхода): true – активен, false – неактивен (если в настройках выходов установлен флажок «Инвертировать», активному выходу соответствует физический уровень сигнала 0, и наоборот).

bool MotorPinGetState (number motorId, number motorPeriphId)

Получение текущего состояния входа или выхода, назначенного для двигателя.

Параметры:

- number motorId – номер двигателя, начиная с 0, в порядке назначения двигателей в списке [«Параметры двигателей»](#);
- number motorPeriphId – идентификатор входа или выхода для указанного двигателя (в качестве этого параметра должна передаваться одна из констант, определённых в списке [MotorInputs](#) или [MotorOutputs](#)).

Возвращаемое значение:

- текущее состояние входа (выхода) двигателя: true – активен, false – неактивен (если в настройках выходов установлен флажок «Инвертировать», активному выходу соответствует физический уровень сигнала 0, и наоборот).

void PinSetState (number periphId, bool state)

Установка состояния выхода.

Параметры:

- number periphId – идентификатор выхода (в качестве этого параметра должна передаваться одна из констант, определённых в списке [Outputs](#));
- bool state – состояние выхода, которое необходимо установить: true – активен, false – неактивен (если в настройках выходов установлен флажок «Инвертировать», активному выходу соответствует физический уровень сигнала 0, и наоборот).

bool IsProbingPinConfigured ()

Позволяет проверить, назначен ли вход для пробинга в параметрах входных сигналов.

Возвращаемое значение:

- true – если вход для пробинга назначен;
- false – если вход не назначен.

Inputs (идентификаторы входов)

Привязка конкретного входа устройства к идентификатору входа осуществляется в настройках в [«Параметрах входных сигналов»](#).

- Estop;

- Probing;
- Collision;
- OxyExternalZLimitHigh;
- UserInput_0;
- UserInput_1;
- UserInput_2;
- UserInput_3;
- UserInput_4;
- UserInput_5;
- UserInput_6;
- UserInput_7;
- UserInput_8;
- UserInput_9;
- UserInput_10;
- UserInput_11;
- UserInput_12;
- UserInput_13;
- UserInput_14.

Outputs (идентификаторы выходов)

Привязка конкретного выхода устройства к идентификатору выхода осуществляется в настройках в [«Параметрах выходных сигналов»](#).

- Mist;
- Flood;
- OxyRegUp;
- OxyRegDown;
- OxyActive;
- UserOutput_0;
- UserOutput_1;
- UserOutput_2;
- UserOutput_3;
- UserOutput_4;
- UserOutput_5;
- UserOutput_6;
- UserOutput_7;
- UserOutput_8;
- UserOutput_9;
- UserOutput_10;
- UserOutput_11;
- UserOutput_12;
- UserOutput_13;
- UserOutput_14.

MotorInputs (идентификаторы входов двигателей)

- Home;
- LimitLow;
- LimitHigh.

MotorOutputs (идентификаторы выходов двигателей)

- Step;
- Dir;
- Enable.

Пример использования

```
if (PinGetState(Inputs.UserInput_0)) then
    PinSetState(Outputs.UserOutput_5, true)
```

```
Sleep(1000)
PinSetState(Outputs.UserOutput_5, false)
end4.
```

Управление осями

number AxisGetPos (number axisId)

Получение текущей рабочей координаты указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

Возвращаемое значение:

- значение текущей рабочей координаты указанной оси.

number AxisGetMachinePos (number axisId)

Получение текущей машинной координаты указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

Возвращаемое значение:

- значение текущей машинной координаты указанной оси.

number GetCurFeedrate ()

Получение текущей скорости перемещения.

Возвращаемое значение:

- модуль вектора скорости перемещения в пространстве XYZ.

void SetFeedrate (number value)

Задание скорости перемещения.

Параметры:

- number value – желаемая скорость движения по траектории (эквивалентно параметру F в G-коде).

number GetFeedrateOverridePercent ()

Получение процента переопределения текущей скорости перемещения.

Возвращаемое значение:

- процент фактической скорости перемещения от заданной.

number GetGCodeFeedrate ()

Получение скорости перемещения, заданной в G-коде.

Возвращаемое значение:

- скорость перемещения, заданная в G-коде.

number GetGeneralProbeFeed ()

Получение скорости поиска материала, заданной в параметрах режима фрезеровки.

Возвращаемое значение:

- скорость поиска материала, мм/мин.

void AxisZeroPos (number axisId)

Обнуление текущей рабочей координаты указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

bool UseSafeZ ()

Позволяет проверить, разрешён ли подъём на безопасную высоту в параметрах режима фрезеровки.

Возвращаемое значение:

- true – подъём на безопасную высоту разрешён;
- false – подъём на безопасную высоту запрещён.

number GetGeneralSafeZ ()

Получение безопасной высоты, заданной в параметрах режима фрезеровки.

Возвращаемое значение:

- безопасная высота холостых переездов, мм.

number GetGeneralTipHeight ()

Получение поправки на высоту датчика пробинга, заданной в параметрах режима фрезеровки.

Возвращаемое значение:

- поправка на высоту датчика пробинга, мм (значение по умолчанию: 0).

string GetCurrentDistanceMode ()

Получение текущего режима позиционирования.

Возвращаемое значение:

- одна из констант: Abs – для абсолютного позиционирования (*G90*), Inc – для инкрементального позиционирования (*G91*).

number GetCurrentMotionMode ()

Получение текущего модального режима перемещений (*G0*, *G1*, *G2*, *G81* и т.п.).

Возвращаемое значение:

- целое число, соответствующее текущему модальному режиму перемещений; может быть передано в качестве параметра функции [SetCurrentMotionMode \(number motionMode\)](#).

void SetCurrentMotionMode (number motionMode)

Установка текущего модального режима перемещений (*G0*, *G1*, *G2*, *G81* и т.п.).

Параметры:

- number motionMode – целое число, соответствующее устанавливаемому модальному режиму перемещений; в качестве этого параметра может передаваться значение, полученное при вызове функции [GetCurrentMotionMode \(\)](#).

Axis (идентификаторы осей)

- X;
- Y;
- Z;
- A;
- B;
- C;
- U;
- V;
- W.

Поиск базы

void DoHoming ()

Выполнение поиска базы одновременно для всех осей. Функция возвращает управление после того, как поиск баз по всем осям завершится.

void DoAxisHoming (number axisId)

Выполнение поиска базы для указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

void DoAxesMaskHoming (number axesMask)

Выполнение поиска базы одновременно для осей, заданных маской axesMask.

Параметры:

- number axesMask – маска осей, целое число, в котором биты от 0 до 8 обозначают, выбраны ли соответствующие оси.

bool IsAxisReferenced (number axisId)

Позволяет проверить, выполнен ли поиск базы по указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

Возвращаемое значение:

- true – если поиск базы выполнен;
- false – если поиск базы не выполнен.

bool IsAxesMaskReferenced (number axesMask)

Позволяет проверить, выполнен ли поиск базы для всех осей, заданных маской axesMask.

Параметры:

- number axesMask – маска осей, целое число, в котором биты от 0 до 8 обозначают, выбраны ли соответствующие оси.

Возвращаемое значение:

- true – если поиск базы выполнен;
- false – если поиск базы не выполнен.

Управление шпинделем

number SpindleGetCurRPM ()

Получение текущей скорости вращения шпинделя.

Возвращаемое значение:

- текущая скорость вращения шпинделя, об/мин.

number GetGCodeSpindleRPM ()

Получение скорости вращения шпинделя, заданной в G-коде.

Возвращаемое значение:

- Скорость вращения шпинделя, заданная в G-коде, об/мин.

number SpindleGetOverridePercent ()

Получение процента переопределения текущей скорости вращения шпинделя.

Возвращаемое значение:

- процент, который фактическая скорость вращения шпинделя составляет от заданной.

void SpindleStartCW ()

Включение вращения шпинделя по часовой стрелке.

void SpindleStartCCW ()

Включение вращения шпинделя против часовой стрелки.

void SpindleStartCWRPM (number rpm)

Включение вращения шпинделя по часовой стрелке с указанной скоростью вращения.

Параметры:

- number rpm – желаемая скорость вращения шпинделя.

void SpindleStartCCWRPM (number rpm)

Включение вращения шпинделя против часовой стрелки с указанной скоростью вращения.

Параметры:

- number rpm – желаемая скорость вращения шпинделя.

void SpindleStop ()

Остановка вращения шпинделя.

bool GetSpindleAutoStop ()

Позволяет проверить, активна ли опция автоматического отключения шпинделя при остановке выполнения G-кода.

Возвращаемое значение:

- true – если автоматическое отключение шпинделя при остановке выполнения G-кода активно.

Другие команды

void FloodEnable ()

Включение подачи охлаждающей жидкости поливом.

void FloodDisable ()

Выключение подачи охлаждающей жидкости поливом.

void MistEnable ()

Включение подачи охлаждающей жидкости распылением.

void MistDisable ()

Выключение подачи охлаждающей жидкости распылением.

void Sleep (number milliseconds)

Ожидание в течение указанного количества миллисекунд.

Параметры:

- number milliseconds – количество миллисекунд, в течение которых выполнение макроса будет приостановлено.

void DisplayMessage (string message)

Отображение в пользовательском интерфейсе сообщения от макроса. Для корректного отображения символов национальных алфавитов файл макроса должен быть сохранён в кодировке UTF-8.

Параметры:

- string message – текст сообщения, которое должно быть показано пользователю.

void Stop ()

Прекращение выполнения G-кода. Сразу после вызова данной функции рекомендуется выполнить выход из макроса с помощью оператора «return».

void SetUserVariable (number index, number value)

Установка значения пользовательской переменной. Данное значение может быть прочитано при выполнении другого макроса, в том числе после перезапуска PUMOTIX.

Параметры:

- number index – номер переменной, целое число от 0 до 99;
- number value – значение пользовательской переменной (вещественное число), которое необходимо установить.

number GetUserVariable (number index)

Получение значения пользовательской переменной.

Параметры:

- number index – номер переменной, целое число от 0 до 99.

Возвращаемое значение:

- текущее значение пользовательской переменной (вещественное число).

string str (number value)

Преобразование вещественного числа в строку.

Язык Lua поддерживает неявное преобразование числа в строку, но по умолчанию для очень маленького вещественного числа результат преобразования может иметь экспоненциальный формат, что не позволяет использовать строку как часть строки G-кода. Для удобства можно использовать функцию `str`, которая гарантирует, что число будет иметь десятичное представление.

Параметры:

- `number value` – вещественное число, которое необходимо преобразовать.

Возвращаемое значение:

- строковое представление заданного числа.

void ExecuteMDI (string command)

Выполнение заданной строки G-кода. Функция возвращает управление только после того, как команда, заданная в строке G-кода, будет выполнена и вызванное данной командой движение завершится. Таким образом, несколько вызовов функции `ExecuteMDI` можно делать последовательно без дополнительной синхронизации.

Параметры:

- `string command` – строка G-кода, которая должна быть выполнена.

Плазменная резка

bool Is_THC_Mode ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме плазменной резки;
- false – если активен другой режим.

bool IgnoreMovesZ ()

Позволяет проверить, активна ли настройка в интерфейсе пользователя, при которой перемещения по оси Z из G-кода игнорируются, а задаются только из макросов на основе параметров резки.

Возвращаемое значение:

- true – если режим активен;
- false – если режим выключен.

number GetTHCCuttingFeed ()

Получение скорости подачи резки, заданной в параметрах плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- скорость подачи резки, мм/мин.

number GetProbeFeed ()

Получение скорости поиска материала, заданной в параметрах плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- скорость поиска материала, мм/мин.

number GetProbeRadius ()

Получение радиуса поиска материала, заданного в параметрах плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- радиус поиска материала, мм.

number GetPierceHeight ()

Получение высоты поджига дуги, заданной в параметрах плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- высота поджига дуги, мм.

number GetSafeZ ()

Получение высоты холостых переездов, заданной в параметрах плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- высота холостых переездов, мм

number GetNozzleHeight ()

Получение поправки на высоту сопла, заданной в параметрах плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- поправка на высоту сопла, мм.

number GetCuttingHeight ()

Получение рабочей высоты резки, заданной в параметрах плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- рабочая высота резки, мм.

void SetTorchOn ()

Включение факела.

void SetTorchOff ()

Выключение факела.

void RegDisable ()

Включение блокировки регулирования высоты Z.

void RegEnable ()

Выключение блокировки регулирования высоты Z.

bool IsSimulationMode ()

Позволяет проверить, активен ли режим выполнения УП в режиме симуляции (без поджига режущего факела).

number GetSimulationHeight ()

Получение высоты, на которой будет проходить симуляция резки, заданной в настройках режима симуляции.

Возвращаемое значение:

- высота симуляции резки, мм.

number GetSimulationFeed ()

Получение подачи, с которой будет проходить симуляция резки, заданной в настройках режима симуляции.

Возвращаемое значение:

- подача симуляции резки, мм/мин.

bool SimulationMarking ()

Позволяет проверить, включен ли режим разметки листа для режима симуляции.

Возвращаемое значение:

- true – если режим разметки листа включен;
- false – в обратном случае.

number GetProbeStartHeight ()

Получение высоты начала пробинга, заданной в параметрах плазменной резки. Значение 0 означает, что быстрое опускание на высоту начала пробинга отключено.

Возвращаемое значение:

- высота начала пробинга, мм.

void SetTorchOnNoPierce ()

Включение факела без задержки на пробивку листа.

bool IsNoPierceMode ()

Позволяет проверить, включен ли режим быстрого розжига без задержки на пробивку при продолжении выполнения G-кода с середины кадра.

Возвращаемое значение:

- true – если режим быстрого розжига включен;
- false – в обратном случае.

bool IsPendingMCode ()

Позволяет проверить, выполняется ли макрос **M3** после подготовительного перемещения (preparation move) или из строки G-кода, содержащей команду **M3**.

Возвращаемое значение:

- true – если макрос выполняется после подготовительного перемещения;
- false – если макрос выполняется из строки G-кода.

Газовая резка

bool Is_Oxy_Mode ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме газовой резки.

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме газовой резки;
- false – если активен другой режим.

number GetOxyCuttingFeed ()

Получение скорости подачи резки, заданной в параметрах газовой резки.

Возвращаемое значение:

- скорость подачи резки, мм/мин.

number GetOxyProbeFeed ()

Получение скорости поиска материала, заданной в параметрах газовой резки.

Возвращаемое значение:

- скорость поиска материала, мм/мин.

number GetOxyProbeRadius ()

Получение радиуса поиска материала, заданного в параметрах газовой резки.

Возвращаемое значение:

- радиус поиска материала, мм.

number GetOxySafeZ ()

Получение высоты холостых переездов, заданной в параметрах газовой резки.

Возвращаемое значение:

- высота холостых переездов, мм.

number GetOxyNozzleHeight ()

Получение поправки на высоту сопла, заданной в параметрах газовой резки.

Возвращаемое значение:

- поправка на высоту сопла, мм.

number GetOxyCuttingHeight ()

Получение рабочей высоты резки, заданной в параметрах газовой резки.

Возвращаемое значение:

- рабочая высота резки, мм.

void SetOxyTorchOn ()

Включение режущего факела.

void SetOxyTorchOff ()

Выключение режущего факела.

void SetOxyPreheatOn ()

Включение прогревочного факела.

void SetOxyPreheatOff ()

Выключение прогревочного факела.

void SetOxyIgniterOn ()

Включение поджига (запальника).

void SetOxyIgniterOff ()

Выключение поджига (запальника).

bool OxyKeepPreheat ()

Позволяет проверить, активна ли опция в настройках газовой резки — не отключать прогревочный факел по окончании резки контура (**M05**).

Возвращаемое значение:

- true – если опция активна;
- false – в обратном случае.

bool OxyAutoProbing ()

Позволяет проверить, активна ли опция в настройках газовой резки — выполнять поиск материала перед розжигом.

Возвращаемое значение:

- true – если опция активна;
- false – в обратном случае.

bool IsOxyExternalZMode ()

Позволяет проверить, выбран ли в настройках газовой резки режим внешней автономной оси Z.

Возвращаемое значение:

- true – если активен режим автономной оси Z;
- false – в обратном случае.

bool IsOxyExternalZLimitHighConfigured ()

Позволяет проверить, назначен ли вход сигнала LimitHigh, транслируемого блоком автономной оси.

Возвращаемое значение:

- true – если вход назначен;
- false – в обратном случае.

number GetOxyProbeStartHeight ()

Получение высоты начала пробинга, заданной в параметрах газовой резки. Значение 0 означает, что быстрое опускание на высоту начала пробинга отключено.

Возвращаемое значение:

- высота начала пробинга, мм.

Смена инструмента

Общий алгоритм работы макроса смены инструмента

1. В начале работы макроса функция `GetToolSlot()` возвращает номер ячейки предыдущего инструмента, который необходимо вернуть в ячейку.
2. Для получения номера ячейки инструмента, на который производится замена, используется функция `GetSelectedToolSlot()`.
3. Изменение номера текущего инструмента производится непосредственно из макроса функцией `SetToolSlot()` после фактической замены. После того, как предыдущий инструмент помещён в ячейку, необходимо вызвать функцию `SetToolSlot(0)`. После того, как взят новый инструмент, вызывается функция `SetToolSlot(slot)`, где `slot=GetSelectedToolSlot()`.
4. Если выполнение макроса смены инструмента необходимо разбить на две части с остановкой между ними, используются функции `GetStage` и `SetStage`.

`void SetStage (number stage, bool disable_prep_move)`

Установка текущего этапа смены инструмента.

Параметры:

- `number stage` – номер этапа смены инструмента;
- `bool disable_prep_move` – логическое значение, определяющее, будет ли выполнено подготовительное перемещение при продолжении выполнения макроса после нажатия кнопки Старт. `True` – не выполнять подготовительное перемещение, `false` – выполнять. Как правило, если передаётся значение `true`, логика макроса на втором этапе смены инструмента должна обеспечить возврат в точку, откуда будет продолжено выполнение G-кода.

`number GetStage ()`

Получение текущего этапа смены инструмента. Возвращает значение, которое ранее было установлено функцией `SetStage`. Если функция `SetStage` ранее не вызывалась, возвращается значение 0. При выполнении любой другой строки G-кода функция также начинает возвращать значение 0.

Возвращаемое значение:

- текущий этап смены инструмента.

`number GetToolSlot ()`

Получение номера ячейки текущего инструмента, который необходимо вернуть в ячейку. При отсутствии инструмента в шпинделе возвращается значение 0.

Возвращаемое значение:

- номер ячейки текущего инструмента.

`number GetSelectedToolSlot ()`

Получение номера ячейки инструмента, на который производится замена. Если после возврата предыдущего инструмента новый инструмент брать не нужно, возвращается значение 0.

Возвращаемое значение:

- номер ячейки инструмента, на который производится замена.

`void SetToolSlot (number slot)`

Изменение номера ячейки текущего инструмента. Производится в момент фактической замены инструмента. После того, как предыдущий инструмент помещён в ячейку, необходимо вызвать

функцию **SetToolSlot(0)**. После того, как взят новый инструмент, вызывается функция **SetToolSlot(slot)**, где **slot** – номер ячейки выбранного инструмента, полученный при вызове **GetSelectedToolSlot()**.

Параметры:

- number slot – номер ячейки инструмента, на который произведена замена.

bool GetUseGeneralToolchangePosition ()

Позволяет проверить, выбрана ли в настройках таблицы инструментов опция использовать общую для всех инструментов позицию смены инструмента.

Возвращаемое значение:

- true – если выбрана опция использовать общую для всех инструментов позицию;
- false – если позиция для каждого инструмента задана в таблице инструментов.

number GetGeneralToolchangePosition (number axisId)

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8.

В качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке Axis.

Возвращаемое значение:

- машинная координата общей позиции смены инструмента по указанной оси.

number GetCurrentToolToolchangePosition (number axisId)

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8.

В качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке Axis.

Возвращаемое значение:

- машинная координата позиции смены инструмента для текущего инструмента по указанной оси.

number GetSelectedToolToolchangePosition (number axisId)

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8.

В качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке Axis.

Возвращаемое значение:

- машинная координата позиции смены инструмента для выбранного инструмента по указанной оси.

Управление по Modbus

number, bool ReadModbusRegister (string name)

Получение значения Modbus-регистра.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.

Возвращаемые значения:

- value - значение Modbus-регистра. Возвращает последнее успешно прочитанное значение из кеша, обновляющегося с интервалом 100 мс (периодичность обновления может изменяться в зависимости от определённых условий). Если значение ни разу не было успешно прочитано, возвращается 0.
- is_online - логическое значение, определяющее, была ли последняя попытка прочитать значение Modbus-регистра успешной.

number, bool ReadModbusRegisterUpdated (string name)

Получение значения Modbus-регистра без использования кеша. Значение регистра запрашивается каждый раз при вызове команды.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.

Возвращаемые значения:

- value - значение Modbus-регистра.
- is_online - логическое значение, определяющее, была ли последняя попытка прочитать значение Modbus-регистра успешной.

bool WriteModbusRegister (string name, number value)

Установка значения Modbus-регистра.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.
- number value - значение регистра, которое необходимо установить (16-битное целое число).

Возвращаемое значение:

- true - если установка значения Modbus-регистра выполнена успешно.

Фоновые операции

Функция "Фоновые операции" позволяет создавать макросы, которые будут выполняться в фоновом режиме, то есть параллельно с работой основной программы. Фоновые макросы могут использоваться для отслеживания определённых параметров работы системы и выполнения необходимых действий (например, управления выходами).

[Создание фоновой операции](#)

[Функции для разработки фоновых макросов](#)

Создание фоновой операции

**Внимание!**

Перед началом работы убедитесь в наличии активной опции «Фоновые операции».

Для многих задач по управлению ЧПУ системой требуется возможность фонового выполнения макросов, в которых отслеживаются определённые параметры работы системы и выполняются необходимые действия (например, управление выходами).

Код макроса может быть написан в любом текстовом редакторе (стандартный Блокнот, Notepad++ и другие). Список функций в API для разработки фоновых макросов приведён в разделе "Функции для разработки фоновых макросов". Обратите внимание, что набор доступных функций отличается в API фоновых макросов и классических макросов.

Готовый код необходимо сохранить в формате *.bm с произвольным именем и поместить в папку %UserProfile%\Local Settings\Application Data\Purelogic\PUMOTIX\Server\Macros\Background.

При запуске сервер PUMOTIX загружает все файлы из этого каталога и начинает выполнение каждого фонового макроса в отдельном потоке. При этом внутри макроса вызывается функция - обработчик с интервалом 100 мс (интервал между вызовами обработчика может изменяться в зависимости от определённых условий, для точного замера прошедшего времени используйте функцию [GetSystemTickCount](#)).

Пример фонового макроса

```
function handle()
    local x = AxisGetMachinePos(Axis.X)

    local new_state_0 = x < 0
    local new_state_1 = x >= 0

    if (PinGetState(Outputs.UserOutput_0) ~= new_state_0) then
        PinSetState(Outputs.UserOutput_0, new_state_0)
    end

    if (PinGetState(Outputs.UserOutput_1) ~= new_state_1) then
        PinSetState(Outputs.UserOutput_1, new_state_1)
    end
end
```

Функции для разработки фоновых макросов

bool PinGetState (number periphId)

Получение текущего состояния входа или выхода.

Параметры:

- number periphId – идентификатор входа или выхода (в качестве этого параметра должна передаваться одна из констант, определённых в списке [Inputs](#) или [Outputs](#)).

Возвращаемое значение:

- текущее состояние входа (выхода): true – активен, false – неактивен (если в настройках выходов установлен флажок «Инвертировать», активному выходу соответствует физический уровень сигнала 0, и наоборот).

bool MotorPinGetState (number motorId, number motorPeriphId)

Получение текущего состояния входа или выхода, назначенного для двигателя.

Параметры:

- number motorId – номер двигателя, начиная с 0, в порядке назначения двигателей в списке [«Параметры двигателей»](#);
- number motorPeriphId – идентификатор входа или выхода для указанного двигателя (в качестве этого параметра должна передаваться одна из констант, определённых в списке [MotorInputs](#) или [MotorOutputs](#)).

Возвращаемое значение:

- текущее состояние входа (выхода) двигателя: true – активен, false – неактивен (если в настройках выходов установлен флажок «Инвертировать», активному выходу соответствует физический уровень сигнала 0, и наоборот).

void PinSetState (number periphId, bool state)

Установка состояния выхода.

Параметры:

- number periphId – идентификатор выхода (в качестве этого параметра должна передаваться одна из констант, определённых в списке [Outputs](#));
- bool state – состояние выхода, которое необходимо установить: true – активен, false – неактивен (если в настройках выходов установлен флажок «Инвертировать», активному выходу соответствует физический уровень сигнала 0, и наоборот).

bool IsGCodeRunning ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме выполнения G-кода.

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме выполнения G-кода;

bool IsMDIRunning ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме выполнения команды ручного ввода.

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме выполнения команды ручного ввода;

bool IsRunning ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме выполнения G-кода или команды ручного ввода.

Возвращаемое значение:

- true – если активен любой из двух режимов IsGCodeRunning() или IsMDIRunning();

bool IsIdle ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме ожидания (состояние Вкл кнопки включения).

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме ожидания;

bool IsEStop ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме EStop (состояние Выкл кнопки включения).

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме EStop;

number AxisGetPos (number axisId)

Получение текущей рабочей координаты указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

Возвращаемое значение:

- значение текущей рабочей координаты указанной оси.

number AxisGetMachinePos (number axisId)

Получение текущей машинной координаты указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

Возвращаемое значение:

- значение текущей машинной координаты указанной оси.

number GetCurFeedrate ()

Получение текущей скорости перемещения.

Возвращаемое значение:

- модуль вектора скорости перемещения в пространстве XYZ.

number GetGCodeFeedrate ()

Получение скорости перемещения, заданной в G-коде.

Возвращаемое значение:

- скорость перемещения, заданная в G-коде.

number GetFeedrateOverridePercent ()

Получение процента переопределения текущей скорости перемещения.

Возвращаемое значение:

- процент фактической скорости перемещения от заданной.

void SetFeedrateOverridePercent (number value)

Задание процента переопределения текущей скорости перемещения.

Параметры:

- number value – желаемый процент переопределения текущей скорости перемещения.

number GetRapidrateOverridePercent ()

Получение процента переопределения текущей скорости холостых переездов.

Возвращаемое значение:

- процент фактической скорости холостых переездов от заданной.

void SetRapidrateOverridePercent (number value)

Задание процента переопределения текущей скорости холостых переездов.

Параметры:

- number value – желаемый процент переопределения текущей скорости холостых переездов.

bool IsAxisReferenced (number axisId)

Позволяет проверить, выполнен ли поиск базы по указанной оси.

Параметры:

- number axisId – номер оси, целое число от 0 до 8 (в качестве этого параметра может передаваться одна из констант, определённых в списке [Axis](#)).

Возвращаемое значение:

- true – если поиск базы выполнен;
- false – если поиск базы не выполнен.

bool IsAxesMaskReferenced (number axesMask)

Позволяет проверить, выполнен ли поиск базы для всех осей, заданных маской axesMask.

Параметры:

- number axesMask – маска осей, целое число, в котором биты от 0 до 8 обозначают, выбраны ли соответствующие оси.

Возвращаемое значение:

- true – если поиск базы выполнен;
- false – если поиск базы не выполнен.

number GetCurSpindleRPM ()

Получение текущей скорости вращения шпинделя.

Возвращаемое значение:

- текущая скорость вращения шпинделя, об/мин.

number GetGCodeSpindleRPM ()

Получение скорости вращения шпинделя, заданной в G-коде.

Возвращаемое значение:

- Скорость вращения шпинделя, заданная в G-коде, об/мин.

number GetSpindleSpeedOverridePercent ()

Получение процента переопределения текущей скорости вращения шпинделя.

Возвращаемое значение:

- процент, который фактическая скорость вращения шпинделя составляет от заданной.

void SetSpindleSpeedOverridePercent (number value)

Задание процента переопределения текущей скорости вращения шпинделя.

Параметры:

- number value – желаемый процент переопределения текущей скорости вращения шпинделя.

void FloodEnable ()

Включение подачи охлаждающей жидкости поливом.

void FloodDisable ()

Выключение подачи охлаждающей жидкости поливом.

void MistEnable ()

Включение подачи охлаждающей жидкости распылением.

void MistDisable ()

Выключение подачи охлаждающей жидкости распылением.

void Sleep (number milliseconds)

Ожидание в течение указанного количества миллисекунд.

Параметры:

- number milliseconds – количество миллисекунд, в течение которых выполнение фонового макроса будет приостановлено.

void DisplayMessage (string message)

Отображение в пользовательском интерфейсе сообщения от фонового макроса. Для корректного отображения символов национальных алфавитов файл макроса должен быть сохранён в кодировке UTF-8.

Параметры:

- string message – текст сообщения, которое должно быть показано пользователю.

void Stop ()

Остановка выполнения G-кода.

void EStop ()

Экстренная остановка выполнения G-кода и перевод системы в режим Выкл.

void SetUserVariable (number index, number value)

Установка значения пользовательской переменной. Данное значение может быть прочитано при выполнении другого макроса, в том числе после перезапуска PUMOTIX.

Параметры:

- number index – номер переменной, целое число от 0 до 99;
- number value – значение пользовательской переменной (вещественное число), которое необходимо установить.

number GetUserVariable (number index)

Получение значения пользовательской переменной.

Параметры:

- number index – номер переменной, целое число от 0 до 99.

Возвращаемое значение:

- текущее значение пользовательской переменной (вещественное число).

string str (number value)

Преобразование вещественного числа в строку.

Язык Lua поддерживает неявное преобразование числа в строку, но по умолчанию для очень маленького вещественного числа результат преобразования может иметь экспоненциальный формат, что не позволяет использовать строку как часть строки G-кода. Для удобства можно использовать функцию str, которая гарантирует, что число будет иметь десятичное представление.

Параметры:

- number value – вещественное число, которое необходимо преобразовать.

Возвращаемое значение:

- строковое представление заданного числа.

number GetSystemTickCount ()

Получение количества миллисекунд, прошедшего с момента запуска операционной системы. Может использоваться для замера интервалов времени. Для получения текущих календарных даты и времени в UnixTime необходимо использовать стандартную функцию Lua **os.time()**.

Возвращаемое значение:

- количество миллисекунд, прошедшее с момента запуска операционной системы.

bool Is_THC_Mode ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме плазменной резки;
- false – если активен другой режим.

number GetCurrentVoltage ()

Получение текущего значения напряжения в режиме плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- текущее напряжение, В.

number GetDesiredVoltage ()

Получение установленного значения желаемого напряжения в режиме плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- желаемое напряжение, В.

void SetDesiredVoltage (number value)

Установка значения желаемого напряжения в режиме плазменной резки.

Параметры:

- number value – желаемое напряжение, В.

bool GetThcTorchOn ()

Позволяет проверить, включен ли факел в режиме плазменной резки.

Возвращаемое значение:

- true – если факел в режиме плазменной резки включен;

bool Is_Oxy_Mode ()

Позволяет проверить, находится ли PUMOTIX в режиме газовой резки.

Возвращаемое значение:

- true – если PUMOTIX находится в режиме газовой резки;
- false – если активен другой режим.

bool GetOxyCuttingOn ()

Позволяет проверить, включен ли режущий факел в режиме газовой резки.

Возвращаемое значение:

- true – если режущий факел в режиме газовой резки включен.

bool GetOxyPreheatOn ()

Позволяет проверить, включен ли прогрев в режиме газовой резки.

Возвращаемое значение:

- true – если прогрев в режиме газовой резки включен.

number, bool ReadModbusRegister (string name)

Получение значения Modbus-регистра.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.

Возвращаемые значения:

- value - значение Modbus-регистра. Возвращает последнее успешно прочитанное значение из кеша, обновляющегося с интервалом 100 мс (периодичность обновления может изменяться в зависимости от определённых условий). Если значение ни разу не было успешно прочитано, возвращается 0.
- is_online - логическое значение, определяющее, была ли последняя попытка прочитать значение Modbus-регистра успешной.

number, bool ReadModbusRegisterUpdated (string name)

Получение значения Modbus-регистра без использования кеша. Значение регистра запрашивается каждый раз при вызове команды.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.

Возвращаемые значения:

- value - значение Modbus-регистра.
- is_online - логическое значение, определяющее, была ли последняя попытка прочитать значение Modbus-регистра успешной.

bool WriteModbusRegister (string name, number value)

Установка значения Modbus-регистра.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.
- number value - значение регистра, которое необходимо установить (16-битное целое число).

Возвращаемое значение:

- true - если установка значения Modbus-регистра выполнена успешно.

bool IsRealDeviceConnected ()

Позволяет проверить, установлено ли подключение к контроллеру.

Возвращаемое значение:

- true – если выбрано реальное устройство (не симулятор) и подключение к нему установлено.

Modbus

Управление шпинделем по Modbus на примере Sunfar E500

Функции для управления по Modbus

Управление шпинделем по Modbus на примере Sunfar E500

Для управления шпинделем по Modbus Вам понадобится:

1. Адаптер RS-485 для подключения частотного преобразователя к ПК.
2. Частотный преобразователь (далее ЧП) с поддержкой управления по Modbus RTU.

Порядок настройки управления шпинделем по Modbus следующий:

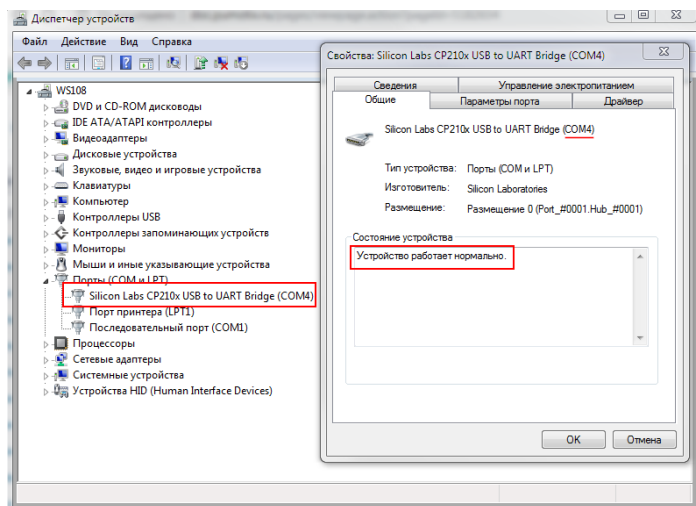
1. Настроить ЧП на режим управления по протоколу Modbus RTU (RS-485) и запомнить настройки COM-порта в ЧП (количество бит в секунду, биты данных, четность и стоповые биты).

Пример для Sunfar E500.

Код функции	Значение	Описание
F0.00	2	Источник задания частоты - внешняя передача данных
F0.02	0002	Выбор канала команды запуска - последовательный порт передачи данных
F4.00	0114	Настройка передачи данных - выбор скорости: 9600 бит/с, проверка на чётность, протокол передачи данных Modbus

2. Подключить ЧП к ПК через адаптер RS-485. Возможно потребуется установить драйвер к адаптеру RS-485 для ОС Windows.

3. Убедиться в том, что переходник в RS-485 был обнаружен операционной системой можно в диспетчере устройств Windows.



Запомнить номер COM-порта устройства. Он потребуется на следующих шагах.

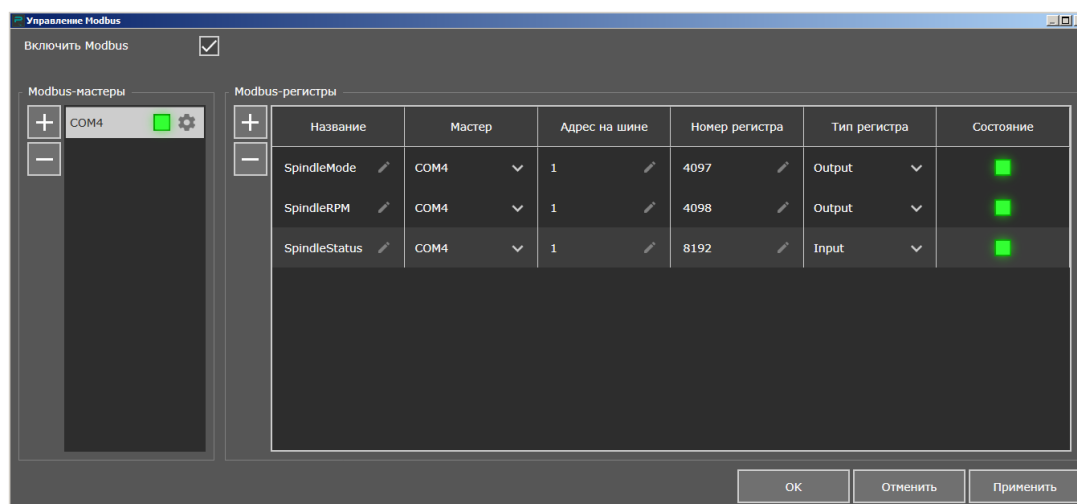
4. Приобрести опцию "**Работа по протоколу MODBUS**" или активировать пробный период для данной опции в меню "Конфигурация Менеджер лицензий Общие опции".
5. Включить и настроить Modbus в меню "Конфигурация Настройка Modbus".

Создайте нового Modbus-мастера. Номер COM-порта - это номер порта переходника RS-485. Остальные настройки должны быть в точности такими же, как в ЧП (на скриншоте пример стандартной настройки COM-порта Sunfar E500).

Номер COM-порта	COM4	▼
Бит в секунду	9600	▼
Биты данных	8	▼
Четность	Even	▼
Стоповые биты	1	▼
Сохранить Отменить		

Для управления ЧП и считывания статусов с ЧП необходимо добавить регистры. Например, для Sunfar E500 необходимо настроить регистры с именами **SpindleMode**, **SpindleRPM** и **SpindleStatus**.

Рекомендуем использовать именно эти названия, так как в дальнейшем к регистрам будет обращение из фоновых операций по их именам.



🟢 Номера регистров необходимо задавать в виде десятичных значений.

⚠ В инструкции на частотный преобразователь данные значения могут быть указаны в HEX (шестнадцатеричном виде), например, 0x1001, 0x1002.

6. Создать новую фоновую операцию (макрос) в папке %userprofile%\local settings\application data\purelogic\pumotix\server\macros\background

Данный путь можно скопировать в буфер обмена и вставить в адресную строку проводника Windows.

Еще один способ попасть в рабочий каталог PUMOTIX: "меню Пуск Программы PUMOTIX Working directory server macros background"

🟢 Если папки background не существует, то нужно создать ее в папке macros.

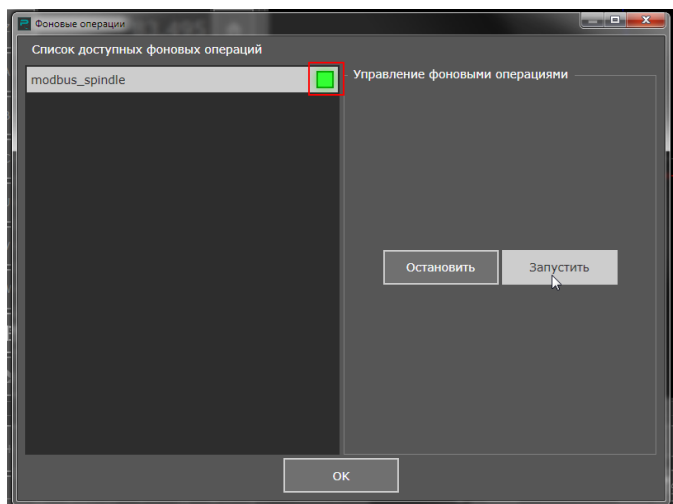
Основная задача фонового макроса - отслеживать текущее состояние и обороты шпинделя и отправлять значения в частотный преобразователь по Modbus.

Пример [фонового макроса modbus_spindle.bm](#) для управления шпинделем по ModBus размещен во вложении. Данный файл нужно сохранить в каталог background.

[modbus_spindle.bm](#)

Обращение к регистрам Modbus из макросов осуществляется по имени Modbus-регистра с учетом регистра! Например, **SpindleRPM** и **SpindleRpm** - это разные регистры.

7. Включить фоновую операцию в меню "Конфигурация Фоновые операции". Убедиться, что операция стартовала и работает нормально. Об этом будет свидетельствовать зеленый индикатор справа от названия операции.



Если все настроено правильно, то шпиндель теперь должен включаться и выключаться. При изменении оборотов шпинделя в PUMOTIX они, соответственно, должны изменяться и на ЧП.

Функции для управления по Modbus

number, bool ReadModbusRegister (string name)

Получение значения Modbus-регистра.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.

Возвращаемые значения:

- value - значение Modbus-регистра. Возвращает последнее успешно прочитанное значение из кеша, обновляющегося с интервалом 100 мс (периодичность обновления может изменяться в зависимости от определённых условий). Если значение ни разу не было успешно прочитано, возвращается 0.
- is_online - логическое значение, определяющее, была ли последняя попытка прочитать значение Modbus-регистра успешной.

number, bool ReadModbusRegisterUpdated (string name)

Получение значения Modbus-регистра без использования кеша. Значение регистра запрашивается каждый раз при вызове команды.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.

Возвращаемые значения:

- value - значение Modbus-регистра.
- is_online - логическое значение, определяющее, была ли последняя попытка прочитать значение Modbus-регистра успешной.

bool WriteModbusRegister (string name, number value)

Установка значения Modbus-регистра.

Параметры:

- string name – имя регистра, настроенного в меню Настройка Modbus.
- number value - значение регистра, которое необходимо установить (16-битное целое число).

Возвращаемое значение:

- true - если установка значения Modbus-регистра выполнена успешно.

Ответы на типовые вопросы пользователей

[Как запросить лицензию?](#)

[Как применить лицензию?](#)

[Для чего нужно делать поиск базы?](#)

[Возможно ли в PUMOTIX подключить две оси на один пин Home?](#)

[Как продолжить выполнение УП с места остановки?](#)

[Как создать пользовательский макрос?](#)

[ОШИБКА «Контроллер: операция невозможна»](#)

[Преимущества контроллера над классическим LPT](#)

[Про Charge Pump](#)

[Системы координат станка](#)

[Как работать со сменой инструмента?](#)

[Для чего нужна «Таблица инструментов»?](#)

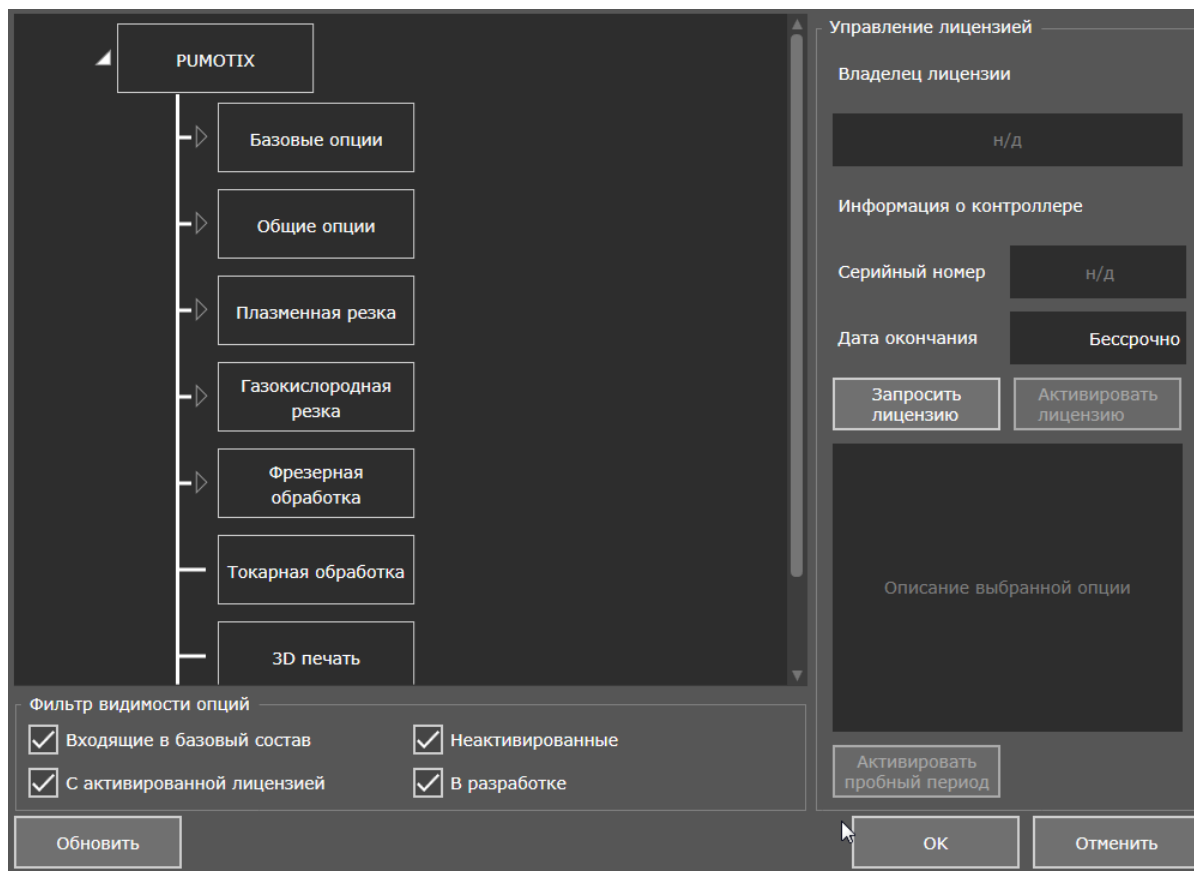
[Формируем логи PUMOTIX](#)

[Личный кабинет пользователя на pumotix.ru](#)

[Как найти параметр "Количество сигналов Step"](#)

Как запросить лицензию?

Вся информация о лицензии, включающая в себя доступные, активные и неактивные **опции**, сроки их действия и данные владельца, доступна в окне программы PUMOTIX «Менеджер лицензий».

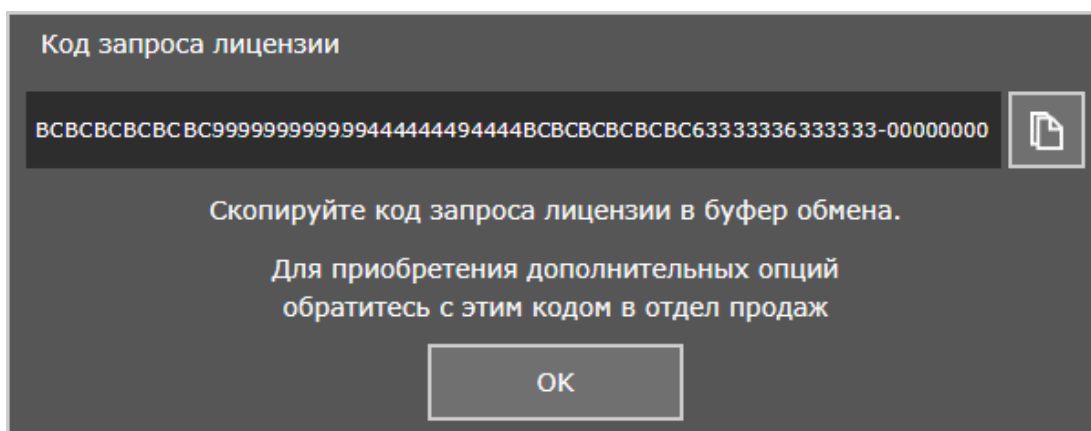


Менеджер лицензий

В окно можно попасть двумя способами:

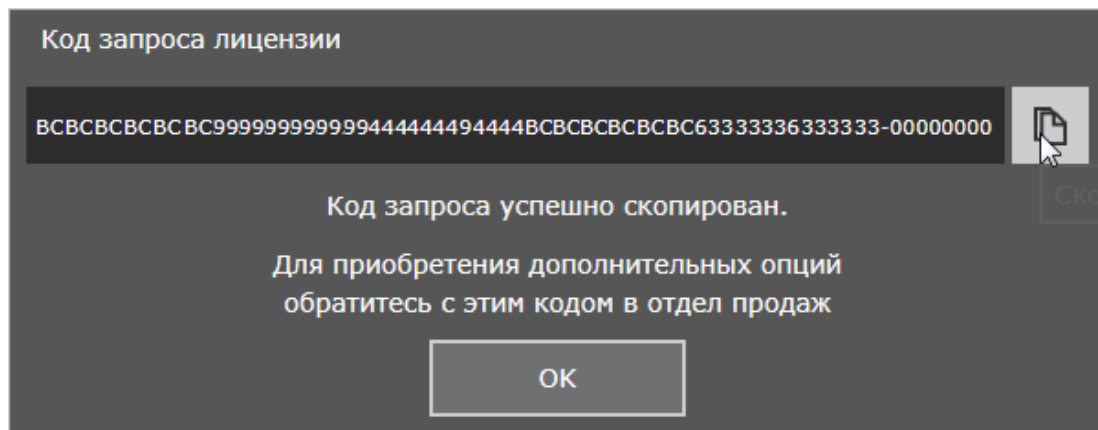
1. «Конфигурация» «Менеджер лицензий».
2. «Конфигурация» «Настройки» «Основные» «Менеджер лицензий» (правое нижнее поле окна).

Чтобы получить лицензию на выбранные опции, необходимо нажать кнопку «Запросить лицензию» (находится справа посередине), после чего откроется окно, содержащее код запроса лицензии.



Его можно скопировать вручную или воспользоваться кнопкой для копирования, расположенной справа от поля, содержащего код запроса.

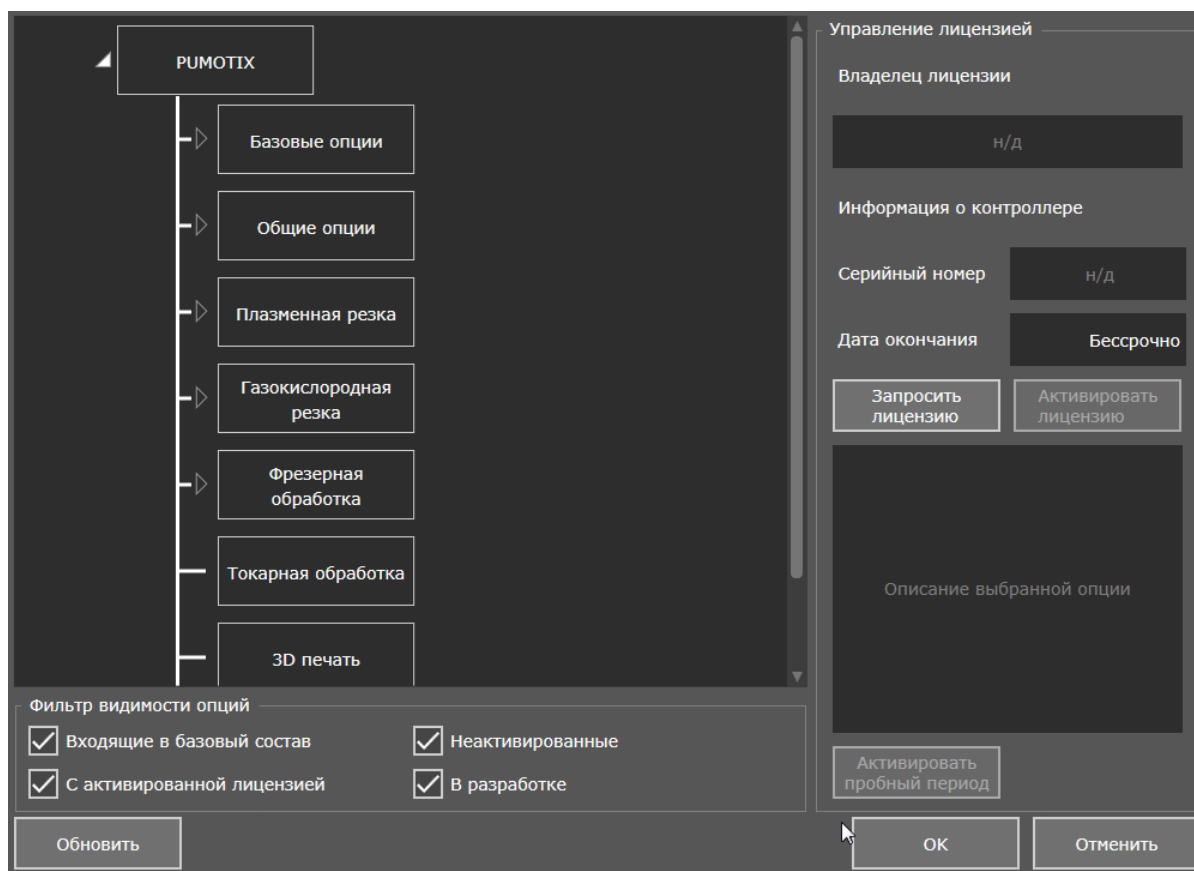
После копирования через кнопку в окне появится соответствующая надпись.



Далее: [Как применить лицензию?](#)

Как применить лицензию?

Вся информация о лицензии, включающая в себя доступные, активные и неактивные **опции**, сроки их действия и данные владельца, доступна в окне программы PUMOTIX «Конфигурация» «Менеджер лицензий».



Менеджер лицензий

Окно состоит из дерева опций, настраиваемое фильтром видимости, и блока управления лицензией, который включает в себя информацию о владельце, информацию об устройстве и кнопки запроса и активации лицензии. Для каждой опции можно посмотреть описание, появляющееся в правой нижней части окна после клика левой кнопкой мыши на любую опцию, или активировать пробный период, если таковой предусмотрен.

Для выбора функций и покупки лицензии воспользуйтесь сайтом pumotix.com.

Перед покупкой можно воспользоваться **пробным периодом**. Для этого выберите интересующую вас опцию прямо в программе и нажмите кнопку "Активировать пробный период". После активации выбранная функция будет подсвечена желтым цветом, а внутри неё появится время до окончания триала.



Внимание

Для некоторых опций пробный период недоступен!

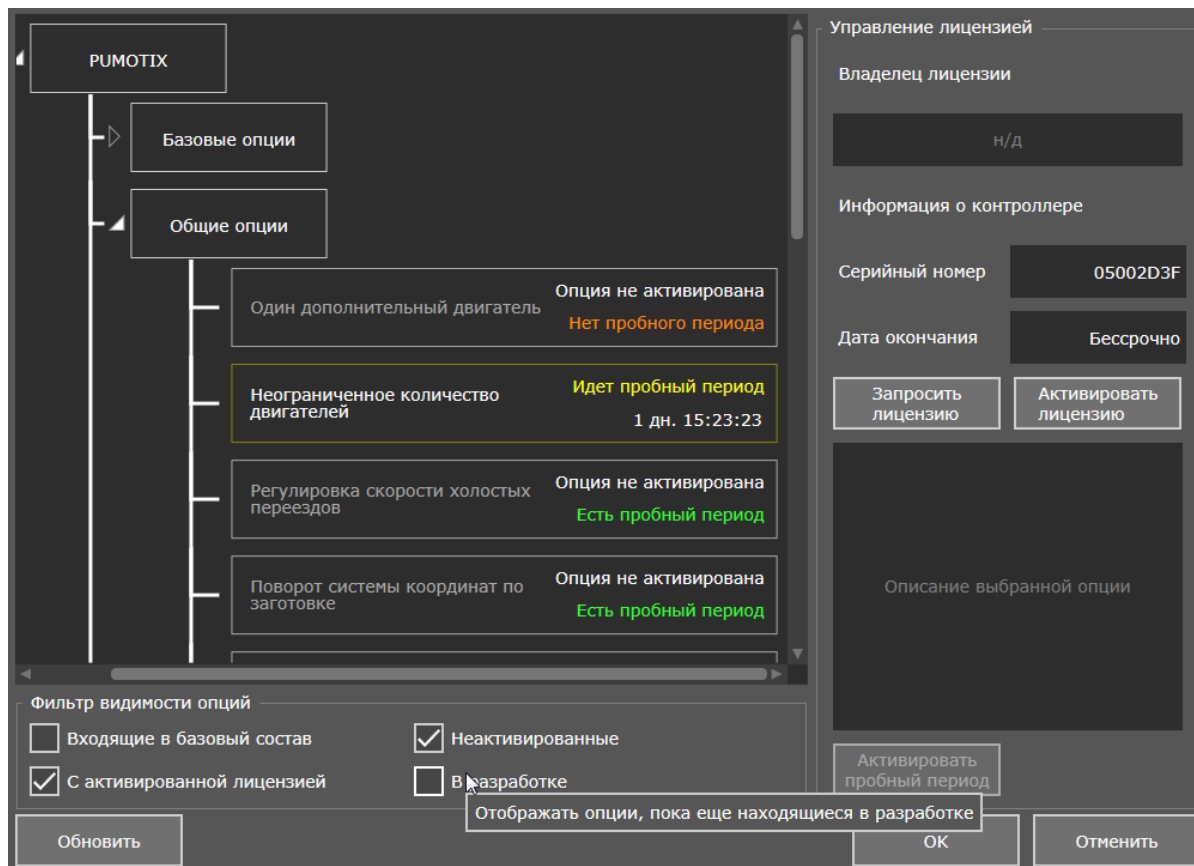
Срок действия пробного периода представлен в виде времени с обратным отсчетом. Длительность пробного периода уменьшается только во время работы станка!

Для **активации лицензии** выполните следующую последовательность действий:

1. На сайте pumotix.com совершить покупку необходимых функций. После оплаты будет доступна генерация индивидуального файла лицензии ([Как запросить лицензию?](#)).
2. Скачать файл лицензии с сайта.

3. Открыть программу PUMOTIX, далее «Конфигурация» «Менеджер лицензий» «Активировать лицензию».
4. Выбрать скаченный файл лицензии, нажать кнопку «Открыть».

После выполнения всех действий лицензия активируется, доступные **опции** в дереве будут подсвечены зеленой рамкой. Также внутри них появится срок действия, который может быть до определенной даты и времени либо бессрочным. В блоке "Управление лицензией" появятся имя владельца и информация о контроллере.



Пример окна с активной лицензией

Для чего нужно делать поиск базы?

"Поиск базы" (homing) - крайне важная операция, которую следует выполнять при каждом включении станка перед началом работы.

Под включением понимается нажатие на кнопку "Включить" в программе. Когда станок выключен с двигателей снимается напряжение и они могут провернуться. А при нажатии на кнопку "включить" PUMOTIX подает напряжение на двигатели, после чего их положение уже не может случайно измениться. После включения PUMOTIX всегда предполагает, что текущее положение приводов неизвестно, т.к. оно **могло** измениться пока система была выключена.

Поиск базы представляет собой операцию, во время которой все двигатели вращаются в заранее заданном направлении (см. [настройки поиска базы](#)) до срабатывания соответствующего датчика. Если датчик имеет высокую повторяемость срабатываний, то поиск базы всегда будет завершаться в одном заранее известном месте, относительно которого можно задать машинную координату.

Проще говоря, после включения станок "не знает" где он сейчас находится, а после поиска баз - "знает".

Так для чего же нужно это делать?

Главным образом для того, чтобы не бояться остановить станок в любой момент. Если перед началом выполнения УП у станка были известные машинные координаты, то можно в любой момент прервать обработку и выключить станок. А на следующий день можно снова выполнить поиск баз и продолжить выполнение УП с той строки, на которой остановились. Точность с которой станок продолжит обработку будет зависеть только от повторяемости срабатывания датчиков базы.

Если перед запуском УП этого не сделать, то в случае остановки найти точку старта будет крайне сложно.

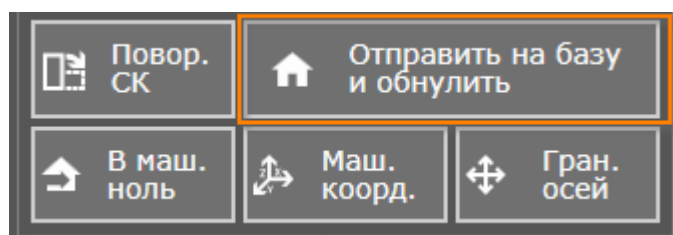


На заметку

Во многих профессиональных системах ЧПУ вообще запрещено начинать обработку, если поиск баз не был сделан.

Как выглядит поиск базы в PUMOTIX?

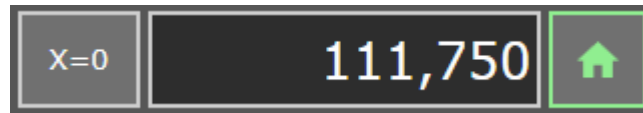
На панели "Управление осями" вкладки "Рабочий процесс" можно найти кнопку "Отправить на базу и обнулить", которая как раз выполняет поиск базы по всем осям. Также рядом с координатой каждой оси есть кнопка с "домиком" для поиска базы для конкретной координатной оси.



При запуске PUMOTIX кнопки баз рядом с осями серого цвета, что означает, что поиск базы не был выполнен.



При выполнении процедуры homing цвет кнопок изменится на зеленый. Это будет означать, что поиск базы выполнен.

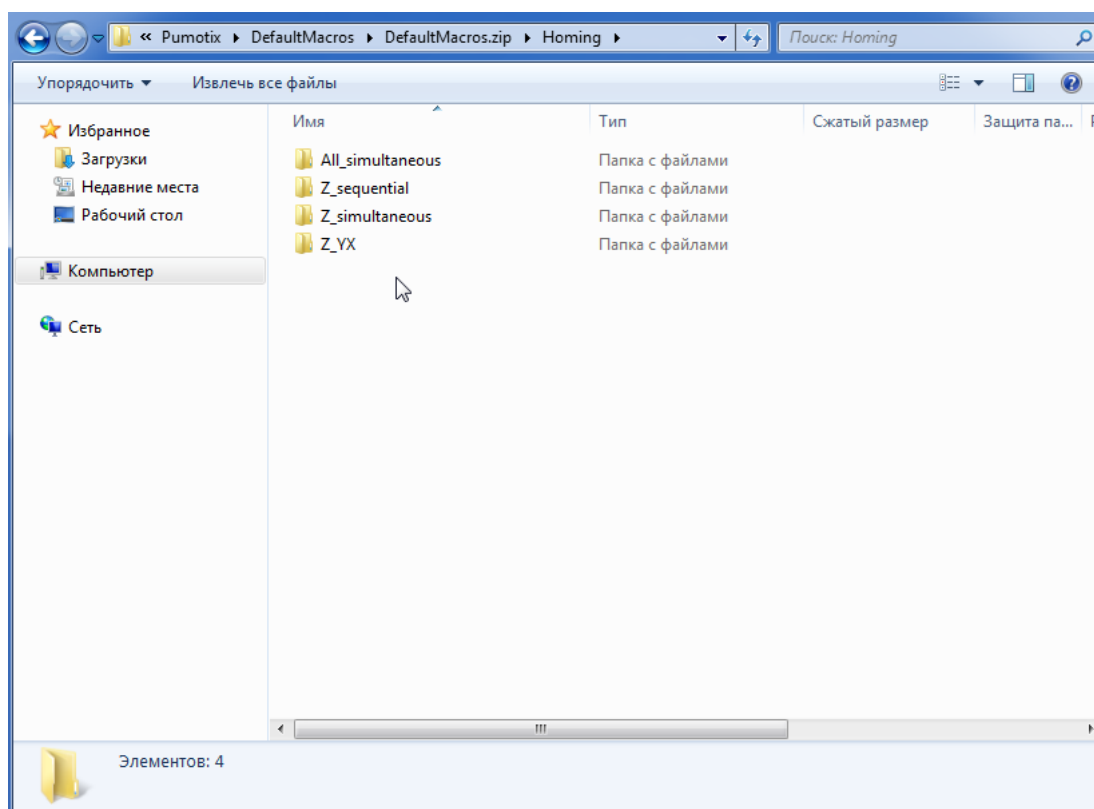


Возможно ли в PUMOTIX подключить две оси на один пин Home?

Да, возможно.

Более того, можно все датчики Home подключить на один вход. Но для того, чтобы система PUMOTIX корректно обрабатывала такое подключение, нужно сменить стратегию поиска баз на последовательную по одной оси.

По умолчанию в PUMOTIX при нажатии кнопки «Отправить на базу и обнулить» производится сначала поиск базы по оси Z, а затем одновременно по всем остальным осям. Помимо этого пользователям доступны ещё три дополнительные модификации макроса, по которому работает поиск базы (M114). Их можно найти, скопировав и вставив в файловый менеджер компьютера адрес **%ProgramFiles%\PUMOTIX\DefaultMacros\DefaultMacros.zip\Homing** и открыв необходимую папку.



Пользователям предоставлены следующие модификации:

1. «All_simultaneous» — все оси перемещаются к датчикам базы одновременно;
2. «Z_sequential» — последовательно в следующем порядке: ZXYABCUVW;
3. «Z_simultaneous» – первой будет базироваться ось Z, затем все остальные оси одновременно (этот вариант используется по-умолчанию);
4. «Z_YX» – последовательно в следующем порядке: ZYX (такой вариант актуален в том случае, если сигналы со всех датчиков баз физически используют один вход контроллера).

Чтобы применить выбранный макрос, скопируйте его и вставьте с заменой в папку, которую можно найти через **%UserProfile%\Local Settings\Application Data\Purelogic\PUMOTIX\Server\Macros** или «Пуск» «Программы» «PUMOTIX» «Working directory» «Server» «Macros».

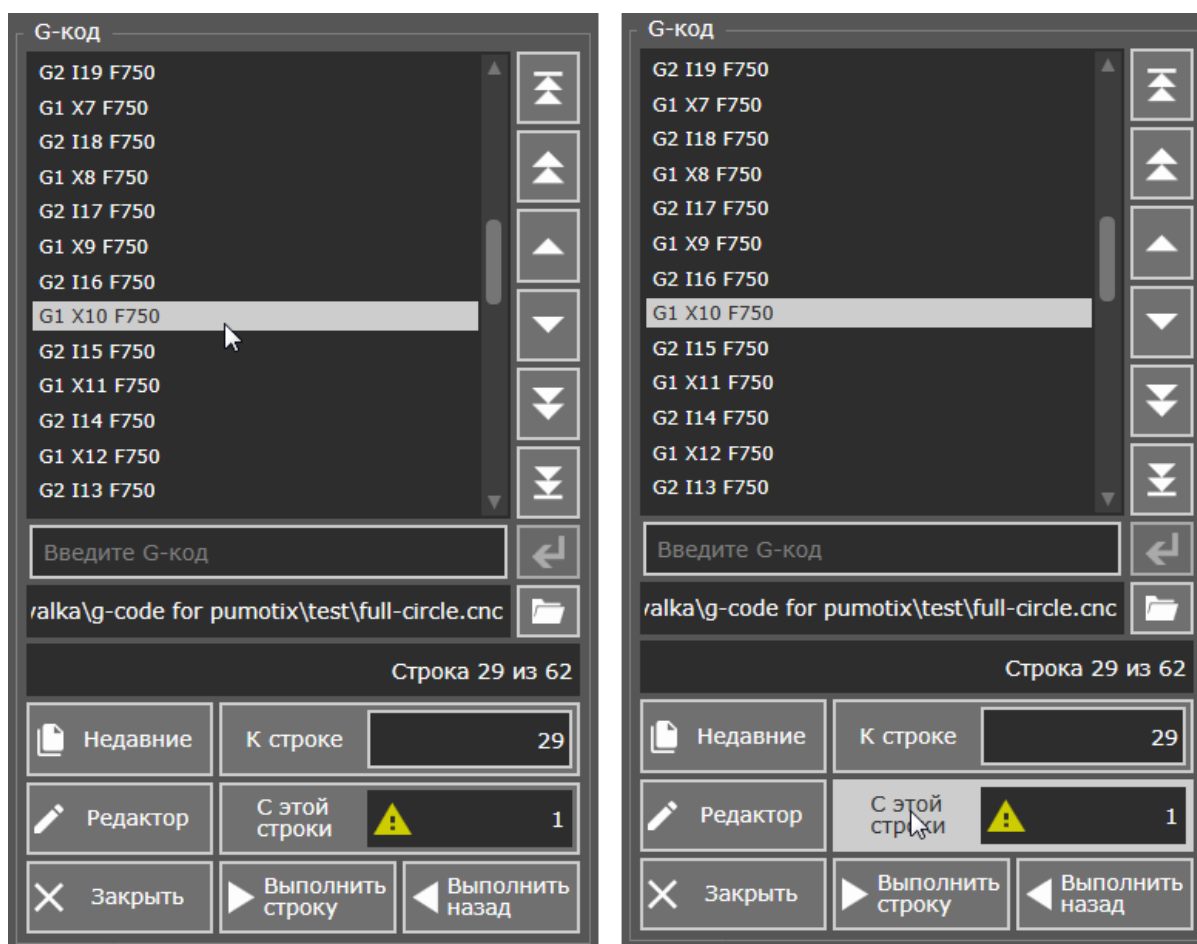
Как продолжить выполнение УП с места остановки?

Если после остановки станок не выключался (кнопка "включить" в программе не отжималась и, следовательно, напряжение с двигателей не снималось), то продолжить очень просто - нужно лишь нажать кнопку "Старт". При этом если инструмент был отведен в сторону от точки остановки, система сама выполнит его возврат к точке продолжения согласно настроенному [способу возврата на траекторию](#). Если у Вас приобретена опция "Продолжение выполнения УП с середины траектории (кадра)", то возврат будет выполнен непосредственно к точке остановки, в противном случае возврат выполняется к началу выбранной траектории.

Если же после остановки система выключалась, то для более точного возврата на траекторию необходимо выполнить поиск базы (см. [Для чего нужно делать поиск базы?](#)). Это позволит восстановить положение рабочего нуля при условии, что перед запуском УП поиск базы также выполнялся. Теперь нужно лишь выбрать желаемую строку УП одним из трех вариантов.

1. Двойным кликом по участку траектории в окне визуализации.
2. Двойным кликом по строке.
3. Одним кликом и кнопкой "С этой строки", в поле которой появится номер выбранной строки.
4. Вводом номера строки в поле "К строке" и нажатием кнопки "С этой строки".

После выполнения одного из предложенных действий остается только нажать "Старт".



Самый плохой случай, если станок выключался и перед началом выполнения УП не выполнялся поиск базы. Здесь остается лишь вручную попытаться проверить, что координаты не сбились и продолжить выполнение.

Как создать пользовательский макрос?



Внимание!

Перед началом работы убедитесь в наличии активной опции «Создание и редактирование макросов».

Код макроса может быть написан в стандартном Блокноте, Notepad++ или в любом другом редакторе. Для написания кода воспользуйтесь функциями, взаимодействующими с PUMOTIX. Список функций и их описание представлен в блоке статей [«Описание функций макроязыка»](#) и, для удобства, поделен на разделы.

Готовый код сохраняем в формате *.pm и переносим в папку %UserProfile%\Local Settings\Application Data\Purelogic\PUMOTIX\Server\Macros.



Очень важно!

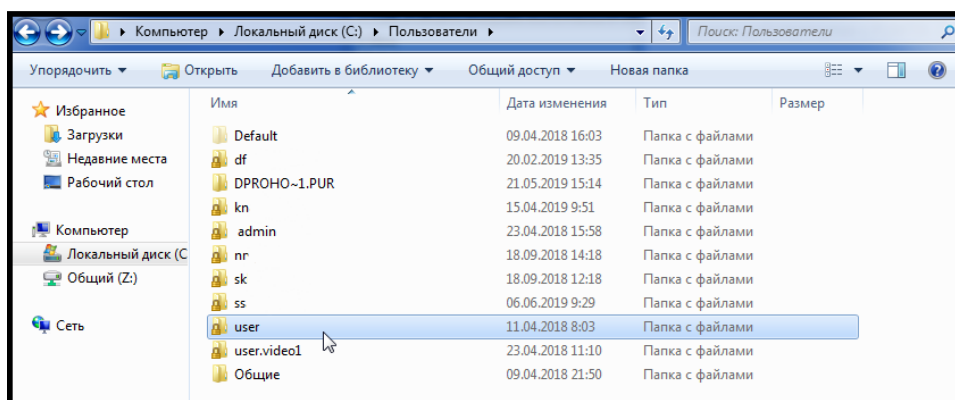
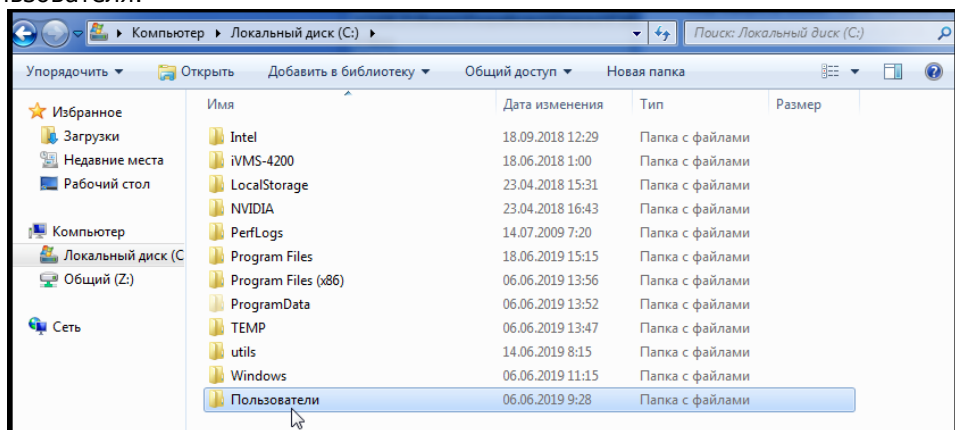
По адресу %ProgramFiles%\PUMOTIX\DefaultMacros находятся **копии** макросов! Если вы сохраните измененные или новые макросы там, программа их не увидит!

Можно найти необходимую директорию самостоятельно двумя способами.

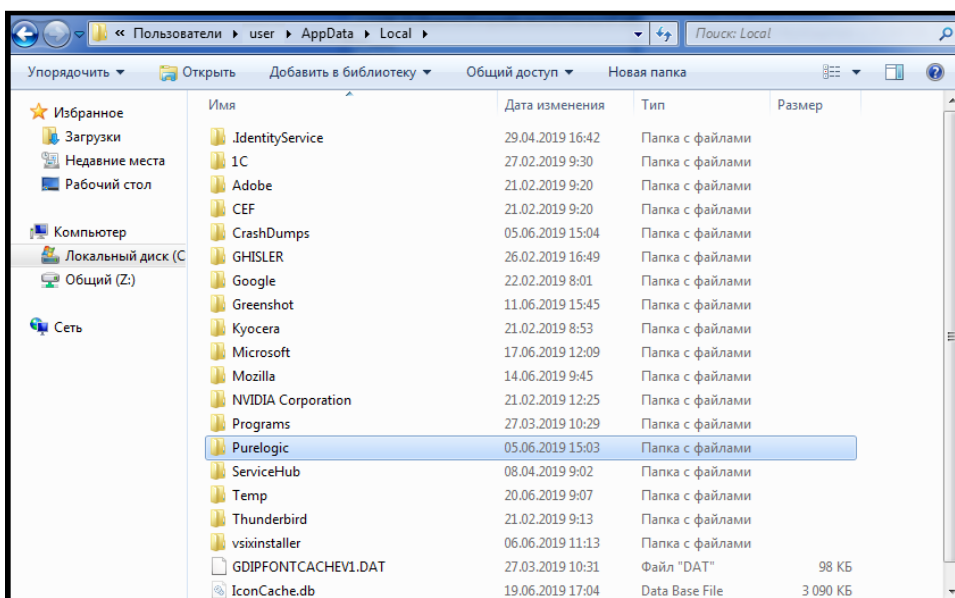
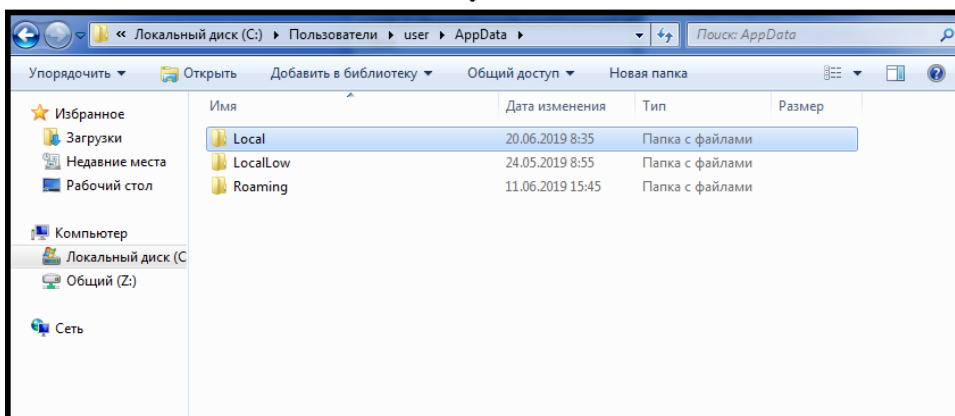
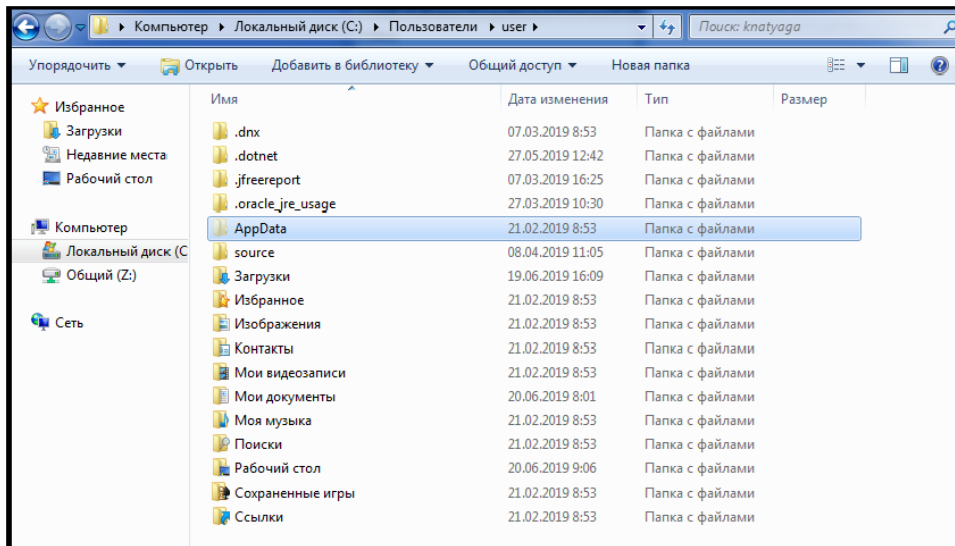
Первый способ

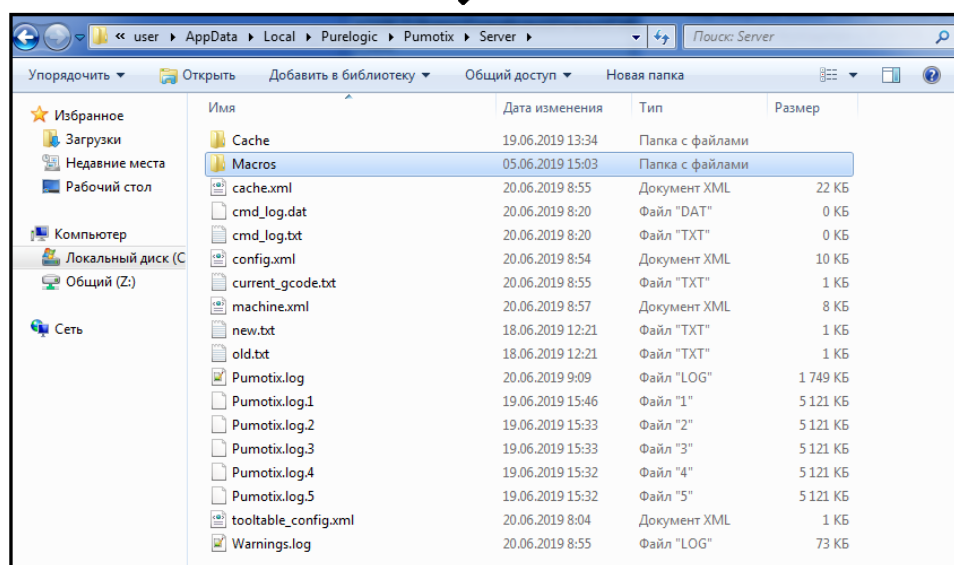
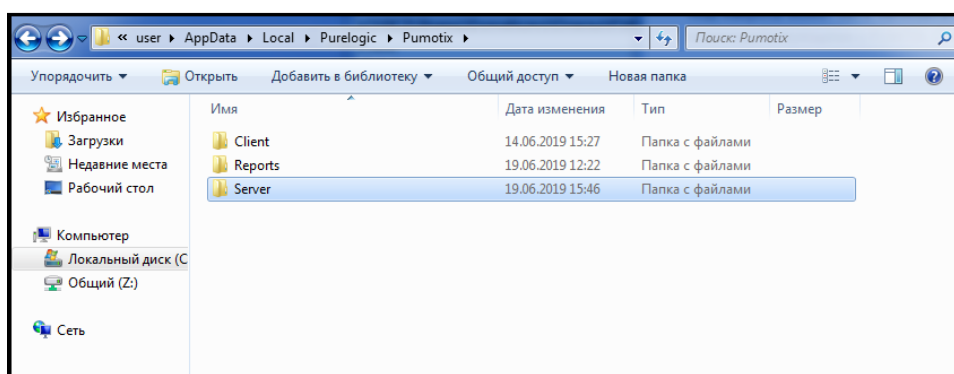
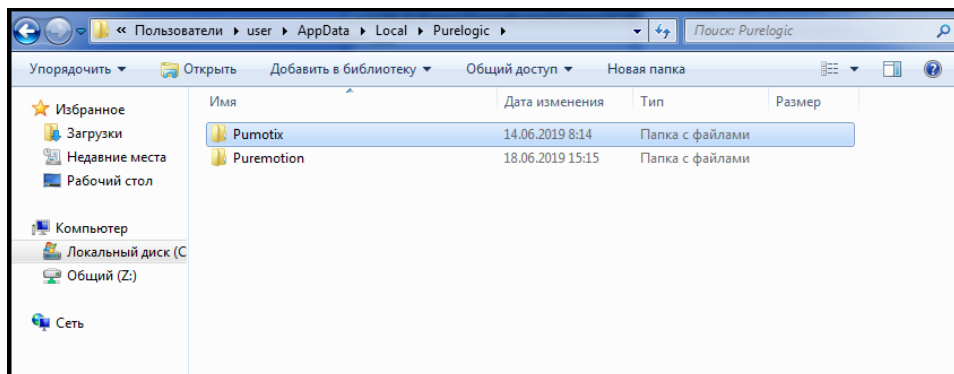
Для поиска необходимой директории скопируйте адрес: %UserProfile%\Local Settings\Application Data\Purelogic\PUMOTIX\Server\Macros в "Проводник" или любой другой файловый менеджер. Далее выполните следующие действия:

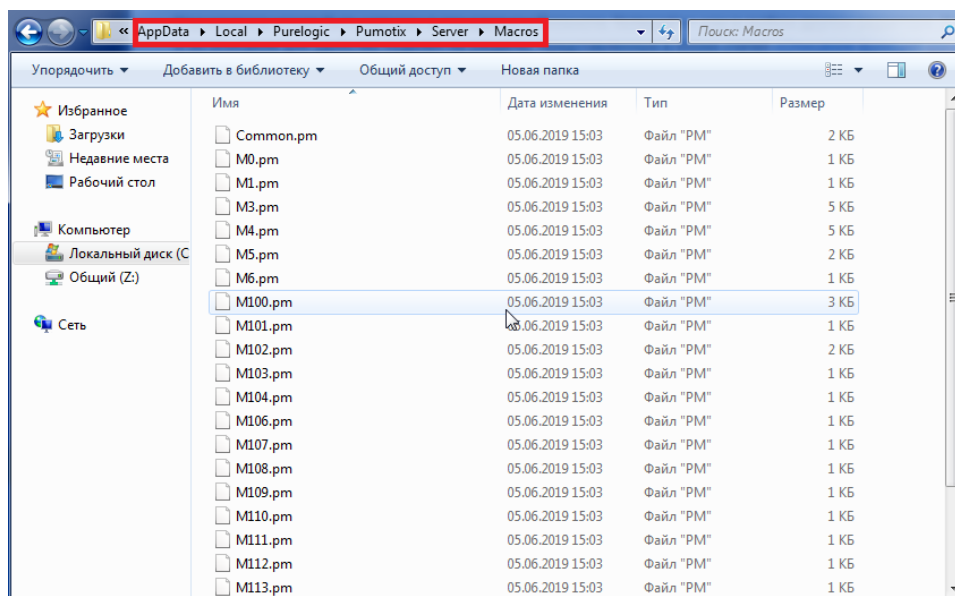
1. Откройте "Проводник", основной локальный диск, папку "Пользователи" и выберите текущее имя пользователя.



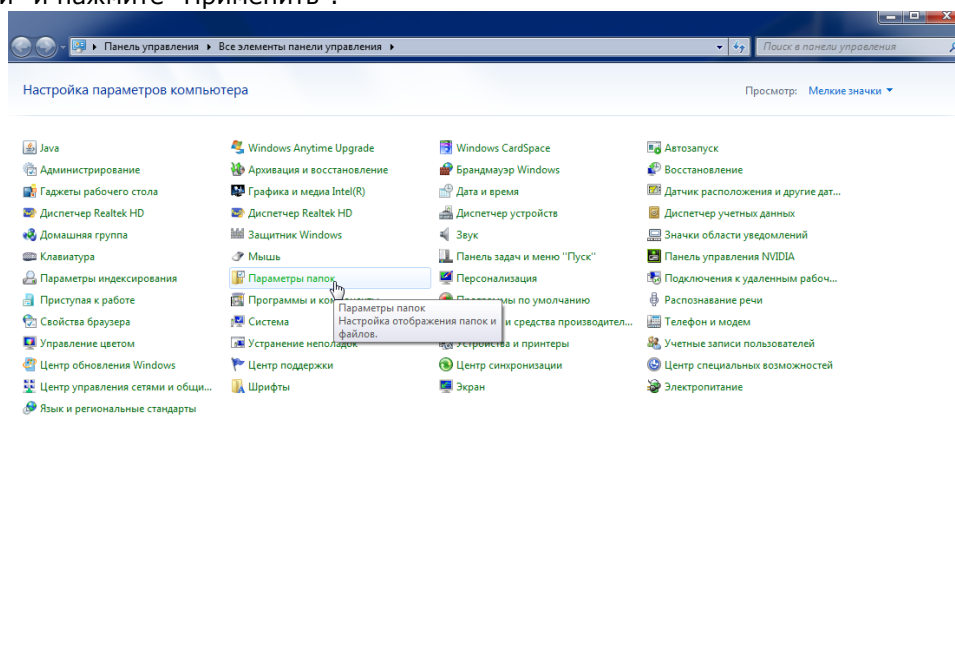
2. В открывшейся папке найдите "AppData", затем "Local" "Purelogic" "PUMOTIX" "Server" "Marcos".

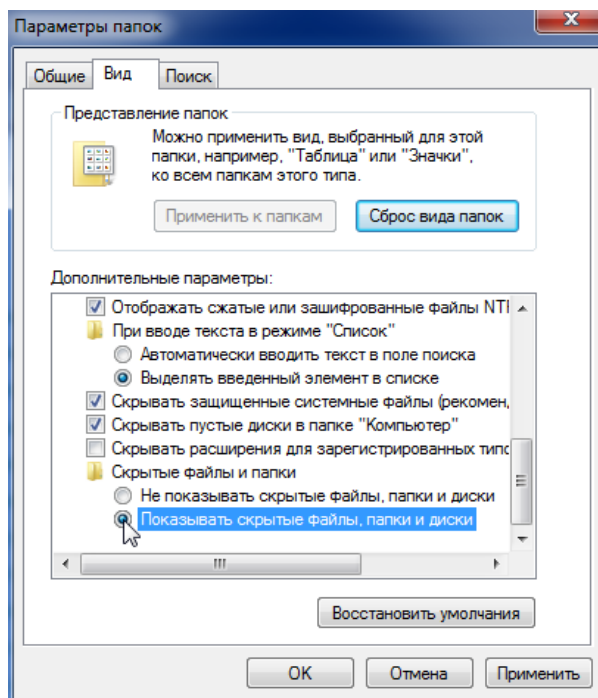






3. Если в папке пользователя вы не нашли директорию "AppData", откройте "Панель управления" "Панель задач" "Панель задач" "Панель задач", выберите пункт "Показывать скрытые файлы, папки и диски" и нажмите "Применить".

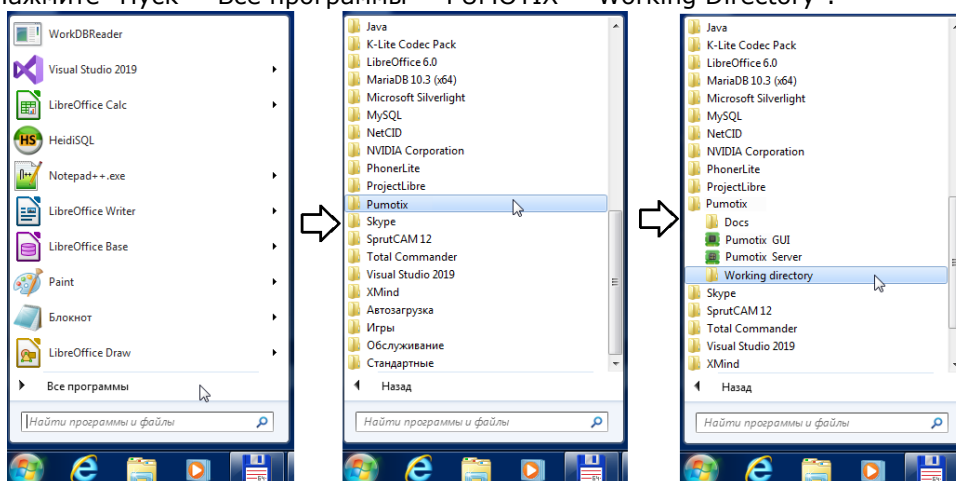




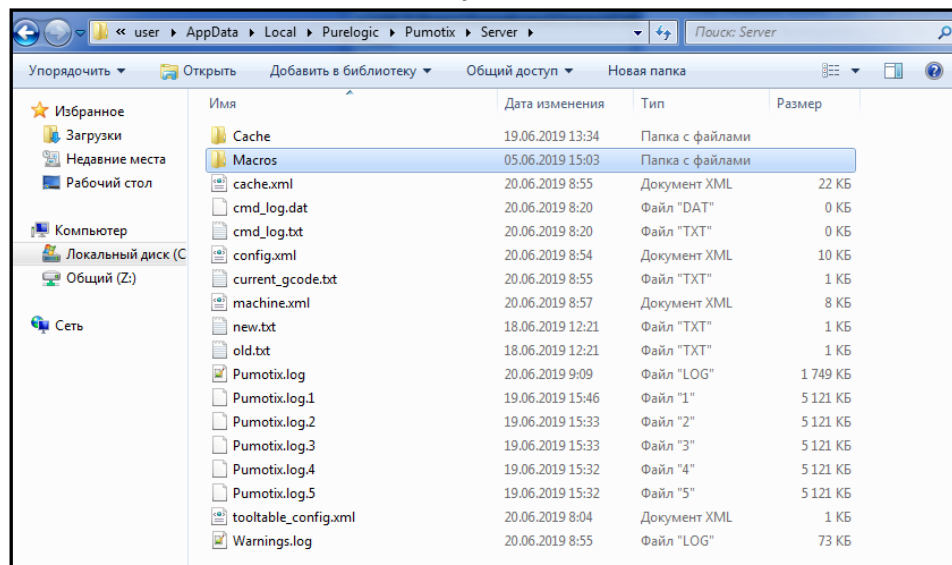
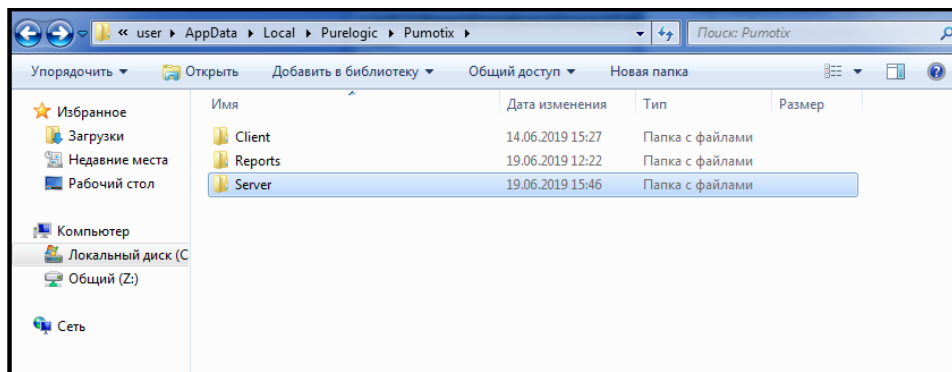
4. Вернитесь к пункту 2.

Второй способ:

1. Нажмите "Пуск" "Все программы" "PUMOTIX" "Working Directory".



2. Данный путь сразу приведет вас в рабочую директорию "PUMOTIX". Выберите папку "Server", затем "Macros".



Напомним, что названия пользовательских макросов должны находиться в диапазоне **M120 – M199**, так как диапазон **M0 – M99**, а также **M100 – M119** выделен под стандартные макросы, используемые в PUMOTIX, причем с возможностью редактирования пользователем.

Для создания пользовательских макросов, обратите внимание на предлагаемые статьи о языке Lua:

<http://tylernelon.com/a/learn-lua/>

<https://zserge.wordpress.com/2012/02/23/lua-%D0%B7%D0%B0-60-%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%82/>

http://lua.org.ru/contents_ru.html

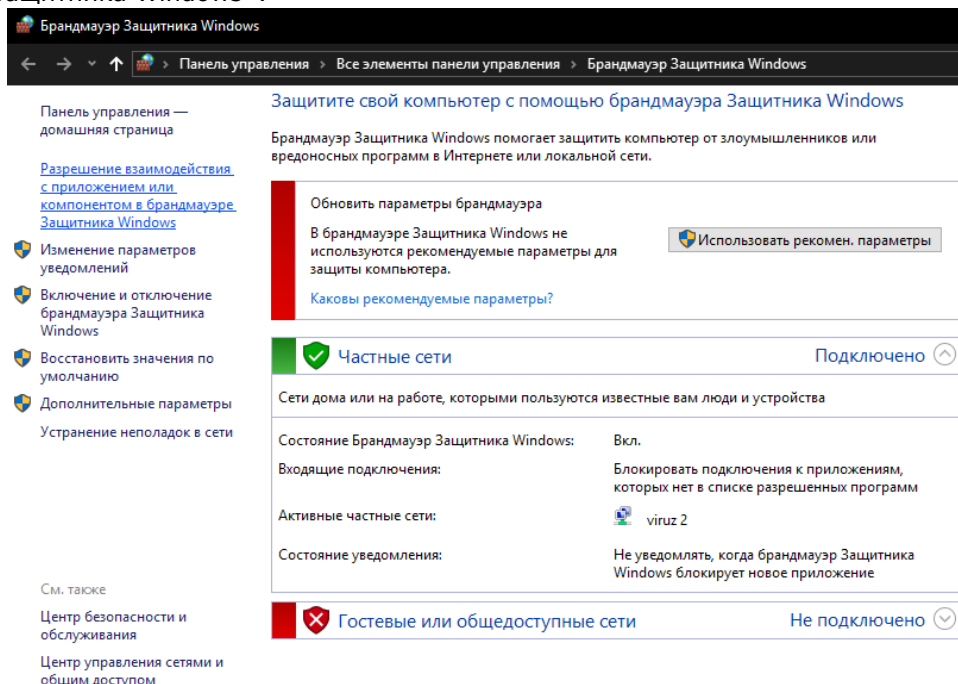
ОШИБКА «Контроллер: операция невозможна»

Рекомендации для пользователей операционной системы Windows 7 и выше.

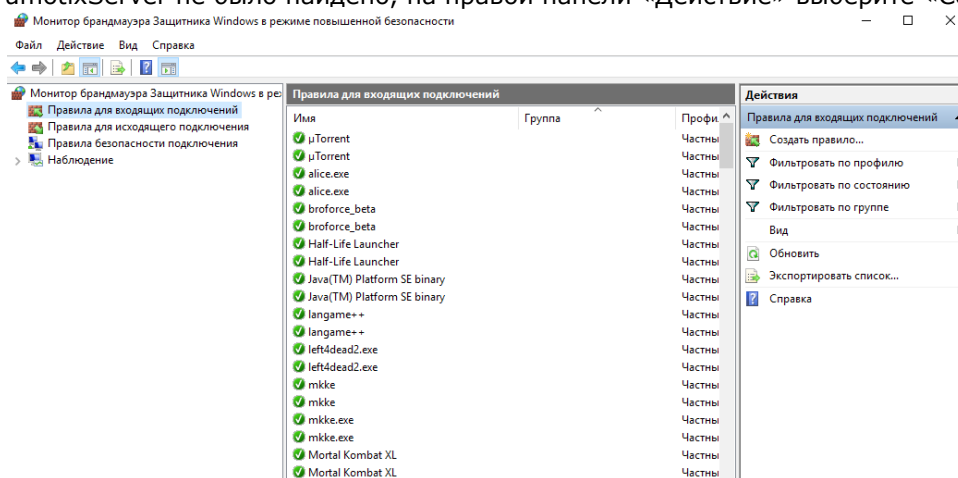
Одной из причин возникновения данной ошибки может быть работа Брандмауэра Windows, который «не доверяет» программе, что приводит к полной блокировке связи или длительной проверке передаваемых данных. В программу установки автоматически встроена утилита для добавление исключения в Брандмауэр, и такая ошибка может появиться, если по какой-то причине она (утилита) не сработала.

Для решения проблемы предлагаем следующий алгоритм действий:

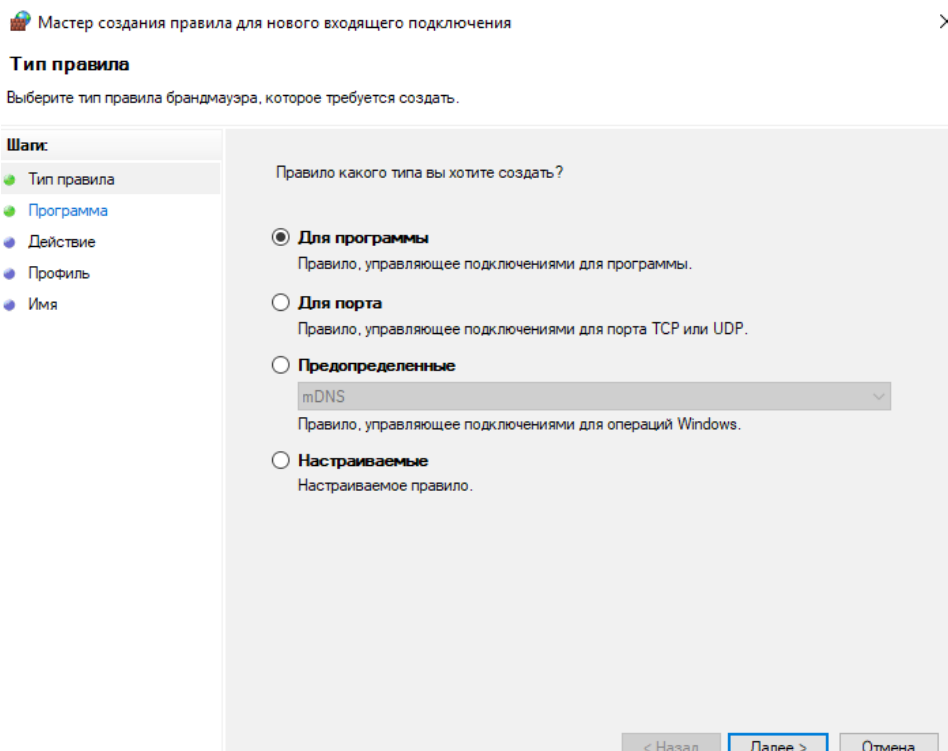
1. Нажмите «Пуск» «Панель управления» «Все элементы панели управления» «Брандмауэр Защитника Windows».



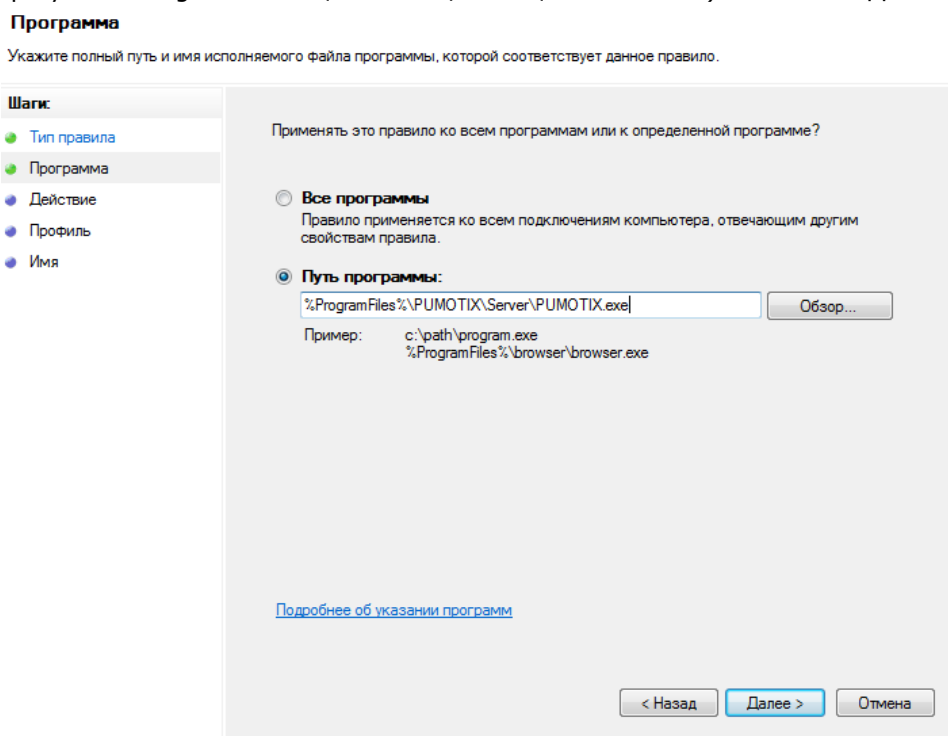
2. На панели слева выберите пункт «Дополнительные параметры». В открывшемся окне на левой панели выберите «Правила для входящих подключений».
3. На центральной панели просмотрите список имеющихся правил. Если правило для PumotixServer не было найдено, на правой панели «Действие» выберите «Создать правило».



4. В появившемся окне выберите тип правила «Для программы». Нажмите «Далее >».



5. Установите маркер «Путь программы», нажмите «Обзор» и добавьте программу PUMOTIX (пример пути: %ProgramFiles%\PUMOTIX\Server\PUMOTIX.exe). Нажмите «Далее >».



6. Установите маркер «Разрешить подключение». Нажмите «Далее >».

Мастер создания правила для нового входящего подключения

Действие

Укажите действие, выполняемое при соответствии подключения условиям, заданным в данном правиле.

Шаги:

- Тип правила
- Программа
- Действие**
- Профиль
- Имя

Укажите действие, которое должно выполняться, когда подключение удовлетворяет указанным условиям.

☒ **Разрешить подключение**
Включая как подключения, защищенные IPSec, так и подключения без защиты.

☐ **Разрешить безопасное подключение**
Включая только подключения с проверкой подлинности с помощью IPSec. Подключения будут защищены с помощью параметров IPSec и правил, заданных в разделе правил безопасности подключений.

☐ **Блокировать подключение**

Настроить...

< Назад **Далее >** Отмена

7. В окне выбора профиля установите все галочки, нажмите «Далее >».

Мастер создания правила для нового входящего подключения

Профиль

Укажите профили, к которым применяется это правило.

Шаги:

- Тип правила
- Программа
- Действие
- Профиль**
- Имя

Для каких профилей применяется правило?

☒ **Доменный**
Применяется при подключении компьютера к домену своей организации.

☒ **Частный**
Применяется, когда компьютер подключен к частной сети, например дома или на работе.

☒ **Публичный**
Применяется при подключении компьютера к общественной сети.

< Назад **Далее >** Отмена

8. В появившемся поле «Имя» введите имя сервера (PumotixServer), поле «Описание» оставьте пустым.

Имя

Укажите имя и описание данного правила.

Шаги

- Тип правила
- Программа
- Действие
- Профиль
- Имя

Имя:

PumotixServer

Описание (необязательно):

< Назад

Готово

Отмена

9. Нажмите «Готово».

Если после выполнения всех действий ничего не изменилось, напишите нам!

support@pumotix.ru

Преимущества контроллера над классическим LPT

Контроллеры серии PLCM представляют собой специализированные контроллеры систем ЧПУ и предназначены для подключения станка ЧПУ к ПК посредством современных интерфейсов, таких как Ethernet или USB.

Контроллер работает с программой PUMOTIX и позволяет управлять 6 двигателями одновременно (в текущем поколении контроллеров PLCM). Траектория перемещения предварительно рассчитывается в PUMOTIX, далее траекторные данные передаются в буфер PLCM. На основании полученных данных контроллер самостоятельно формирует сигналы управления Step/Dir для драйверов двигателей.

Прогрессивные технологии позволяют избежать использования устаревшего интерфейса LPT, чем достигается высокая помехоустойчивость, стабильность работы, для управления станком появляется возможность использовать современные персональные компьютеры и ноутбуки, размещая их на расстоянии до 100 м от станка (в случае соединения по Ethernet). С системными требованиями к компьютеру можно ознакомиться в [этой статье](#).

Фирменное ПО позволяет использовать в PUMOTIX порты ввода-вывода контроллера вместо встроенных в ПК LPT-портов. Если Вы использовали ранее LPT-порт компьютера для подключения драйверов, Вам потребуется отсоединить разъем от LPT-порта компьютера, подключить его к контроллеру PLCM и установить PUMOTIX.

Каждый контроллер имеет как минимум один порт, полностью соответствующий физическому разъему LPT.

Принцип работы

Программное обеспечение контроллеров серии PLCM спроектировано таким образом, чтобы максимально разгрузить Ваш ПК и перенести в контроллер большинство функций управления станком. Основная задача контроллера — максимально стабилизировать частоту формирования управляющих импульсов Step. Помимо этого, контроллер выполняет множество других функций, которые ранее выполнял Ваш ПК.

Например, контроллер имеет встроенный блок формирования управляющей последовательности перемещения. Этот блок используется при ручном управлении осями станка. Когда пользователь в PUMOTIX нажимает кнопку перемещения, Ваш ПК передает в контроллер единственную команду о начале движения по заданной оси в заданном направлении. Контроллер сам выполняет перемещение, учитывая разгонные профили, заданные пользователем в настройках PUMOTIX.

Поиск нуля и поиск рабочей поверхности заготовки также полностью выполняется контроллером PLCM без участия ПК. Это необходимо для минимизации задержки между срабатыванием датчика положения и остановкой инструмента.

Все дополнительные функции, такие как обработка концевых датчиков положения, проверка условий «мягких» пределов (Soft Limits), коррекция высоты инструмента плазмореза (THC), формирование ШИМ, сигнала Enable и т.д. также полностью реализуются внутренним ПО контроллера без участия управляющего ПО, которое занимается только интерпретацией G-кода.

Благодаря такому подходу, с Вашего ПК практически полностью снимается вычислительная нагрузка, поэтому на этом же компьютере во время выполнения УП можно заниматься подготовкой новых программ в CAM-системах.

Про Charge Pump

Функция **ChargePump** – логический аналог сигнала ENABLE, но имеет более сложную физическую реализацию. Включение драйвера происходит не по логическому уровню «0»/«1», а по наличию /отсутствию частоты на входе.

Такой вариант включения драйвера считается более надежным, чем простой логический сигнал. Существует определенная вероятность, что логический уровень «0» или «1», требуемый для включения драйвера, может случайно попасть на ему вход. Это может, например, произойти, если в проводке произойдет замыкание. В связи с тем, что сигнал Charge pump представляет собой изменяющийся с определенной частотой сигнал, вероятность того, что драйвер получит такой сигнал по ошибке практически нулевая.

Такое управление позволяет обезопасить станок от «зависания» программы управления (если система управления ЧПУ зависнет, то генерация частоты автоматически прекратится и драйвер отключится) и от проблем с проводкой.

Кроме этого, сигнал ChargePump позволяет исключить произвольное включение/выключение реле и драйверов ШД при перезагрузке ПК или при обновлении ПО внешнего контроллера перемещений, т.к. в это время LPT порт ПК, а так же выходы внешнего контроллера находятся в неопределенном состоянии. Благодаря этому драйвер или шпиндель находится в рабочем состоянии только при успешно запущенной/работоспособной программе управления станком ЧПУ.

Традиционно сигнал ChargePump - это меандр частотой от 3 до 15 КГц. Контроллеры PUMOTIX генерируют меандр фиксированной частоты 12,5КГц.

Системы координат станка

Современные ЧПУ системы имеют много систем координат. Одна из них - **машинная система координат**. Она определяется датчиками базы и для каждого станка она неизменна, т.е. начало координат зафиксировано в какой-то физической точке станка. Принято, что нулевой точкой машинных координат является точка базы станка (в которой срабатывают датчики), но это вовсе не обязательное требование. Для точки машинного нуля можно задать любое смещение относительно датчиков базы (см. [параметры поиска базы](#)). Более того, станок может быть не оборудован датчиками базы вовсе. В таком случае оператор вручную подводит оси в требуемую позицию и обнуляет машинные координаты осей в этой точке (имитирование срабатывания датчиков баз).

При подготовке УП в САМ-системе удобно задавать нулевую точку относительно заготовки, причем, зачастую, неизвестно, где именно заготовка будет расположена на рабочем столе станка. Поэтому вводится понятие **рабочей системы координат**. Перед началом выполнения УП системе ЧПУ нужно указать где находится рабочий ноль относительно машинного. В этом случае система управления запоминает смещение рабочего нуля относительно машинного.

Рабочих систем координат может быть несколько и их можно переключать кодами **G54-G59**. Смещение каждой из них относительно машинного нуля сохраняется в энергонезависимую память и при следующем запуске будет автоматически восстановлено после операции поиска баз (см. [Для чего нужно делать поиск базы?](#)). Если поиск базы не сделать, то смещение рабочего нуля все равно будет восстановлено, но пока текущая машинная координата условно неизвестна, то и рабочая также некорректна. Таким образом, основным преимуществом операции «Поиск баз» является точное восстановление рабочих координат станка после выключения питания, что позволяет без проблем продолжить длительную обработку в следующей рабочей смене.

Для чего используют несколько систем рабочих координат?

Рассмотрим в качестве примера фрезерный станок, на рабочем столе которого установлены тиски, поворотная ось и непосредственно в столе имеется несколько крепежных отверстий, машинные координаты которых заведомо известны. В этом случае удобно ноль одной из систем координат поместить в центр вращения поворотной оси, второй где-то в центре поля работы тисков и третий в одном из крепежных отверстий. При этом после каждого поиска базы эти системы координат будут восстанавливать свое положение. Теперь при подготовке УП в САМ системе нужно просто указать где будет находиться рабочий ноль, в зависимости от того, для какого из способов крепления заготовки делается УП.

Как работать со сменой инструмента?

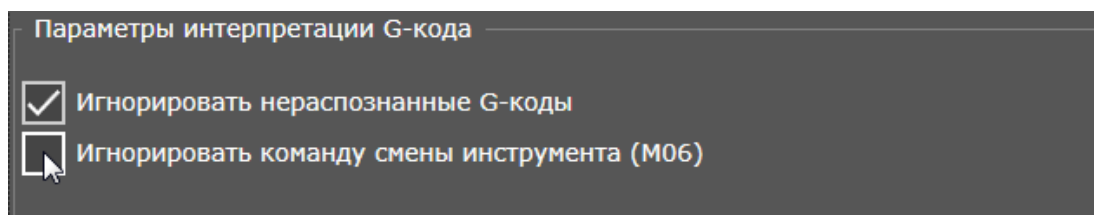
Смена инструмента в управляющей программе вызывается с помощью макроса **M06**, с указанием коэффициента T_x (где x – номер инструмента) или без него.

Программный продукт PUMOTIX предоставляет пользователям возможность смены инструмента по одному из 4-х предлагаемых сценариев.

Сценарий 0: Default - установлен в программе по умолчанию.

Вызов команды смены инструмента в управляющей программе игнорируется без уведомления пользователя.

Чтобы воспользоваться макросом смены инструмента, пройдите «Конфигурация» «Настройки» «G-коды» «Параметры интерпретации G-кода» и снимите галочку напротив поля «Игнорировать команду смены инструмента». Затем нажмите кнопку «Применить» и закройте окно настроек.

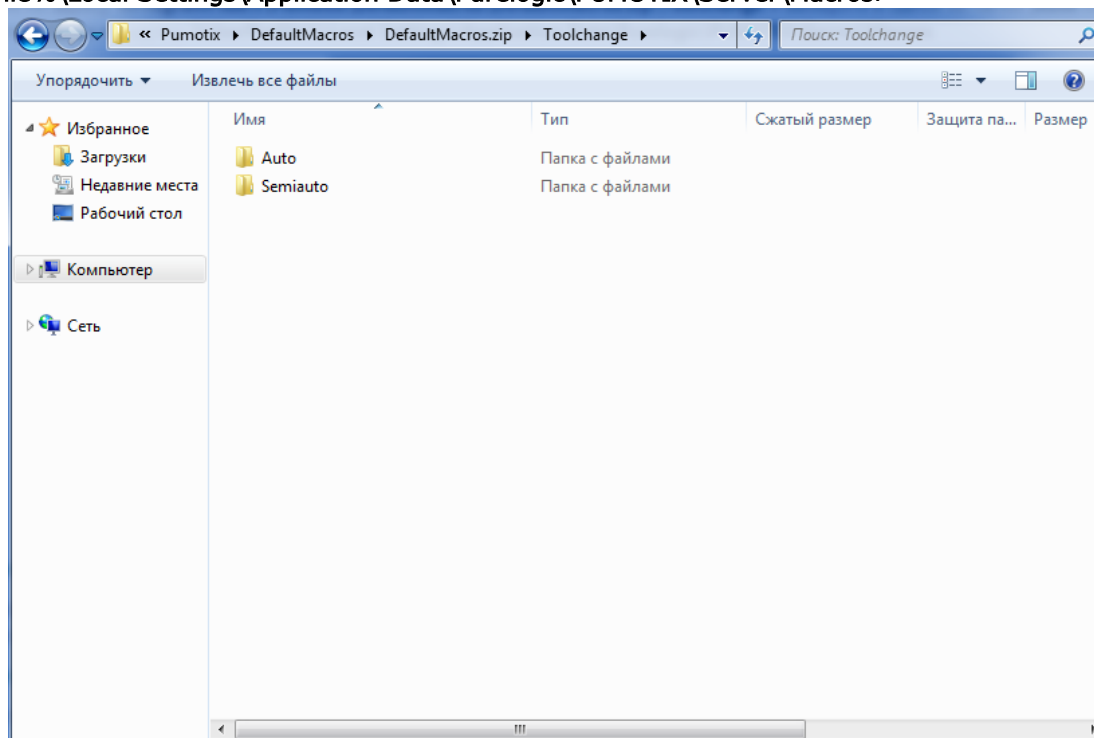


Описанные далее сценарии реализованы с помощью различных конфигураций макроса **M06**.



Рекомендуем установить необходимый режим смены инструмента сразу же после установки PUMOTIX.

Для применения нужной конфигурации пройдите по адресу **%ProgramFiles%\PUMOTIX\DefaultMacros\DefaultMacros.zip\Toolchange** и выберите в одной из папок (**Auto** или **Semiauto**) необходимый сценарий работы макроса **M06**. Затем скопируйте его и замените в папке по адресу **%UserProfile%\Local Settings\Application Data\Purelogic\PUMOTIX\Server\Macros**.



Сценарий 1: Пауза управляющей программы.

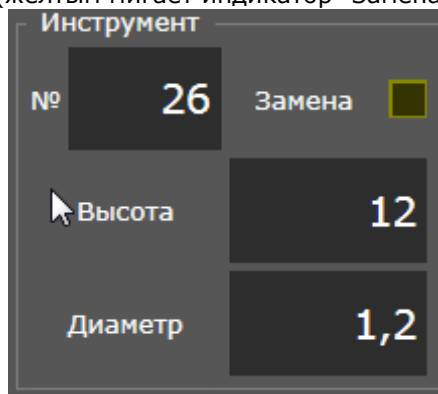
Данный сценарий заложен в стандартном макросе **M06** и будет выполняться без проведения дополнительных изменений. При вызове из УП команды смены инструмента, шпиндель поднимется на

высоту SafeZ, остановит вращение и останется на месте, позволив сделать любые изменения, в том числе провести дополнительные измерения для коррекции координат в программе.

Сценарий 2: Полуавтоматическая смена инструмента (файл макроса находится в папке **Semiauto**).

Полуавтоматическая смена инструмента происходит последовательно по следующему алгоритму действий:

1. Поднятие на высоту SafeZ, если она была задана.
2. Отключение шпинделя.
3. Переезд в точку смены инструмента. ([подробнее...](#))
4. Включение режима ожидания (желтым мигает индикатор "Замена").



Все предыдущие операции выполняются автоматически, получая инструкции из макроса.

5. Замена режущего инструмента (фрезы) - производится оператором вручную, последующие измерения производить необязательно.
6. После замены инструмента оператору необходимо нажать кнопку "Старт" в интерфейсе PUMOTIX, чтобы макрос завершил выполнение программы.
7. Автокоррекция длины инструмента (автопробинг). Процедура не требует дополнительных переездов, так как точка пробинга по умолчанию находится в точке смены инструмента.
8. Включение шпинделя, восстановление исходного состояния системы.
9. Запуск дальнейшего выполнения УП.



ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Для изменения поведения макроса **M06**, вы можете самостоятельно отредактировать его и заложить удобную для вас логику действий! (Подробнее: [Как создать пользовательский макрос?](#))

Сценарий 3: Автоматическая смена инструмента (файл макроса находится в папке **Auto**).

Автоматическая смена инструмента происходит последовательно по следующему алгоритму действий:

1. Поднятие на высоту SafeZ, если она была задана.
2. Отключение шпинделя.
3. Переезд в точку смены инструмента.

Для разбора дальнейших действий заглянем в окно «Таблица инструментов» непосредственно в программе PUMOTIX («Конфигурация» [«Таблица инструментов»](#)).

Добавить инструмент		Удалить инструмент						
№ инструмента	№ ячейки	Длина, ед	Диаметр, ед	Описание				
Инструмент №7	Ячейка №1	15,000	0,200	Добавить...				
Инструмент №26	Ячейка №2	12,000	1,200	Добавить...				

Режим

Позиция смены инструмента

☐ Из таблицы инструментов

☒ Общая для всех инструментов

X A U

Y B V

Z C W

OK

Отмена

В нижней части окна находится поле «Режим», содержащее выбор и ввод координат точки смены инструмента.

При выборе «Из таблицы инструментов» для каждого из добавленных в таблицу инструментов появляется возможность ввести индивидуальные координаты смены. По этим координатам и происходят дальнейшие действия, которые выглядят следующим образом:

1. Переезд к ячейке текущего инструмента.
- 2.
3. Сброс текущего инструмента в ячейку.
- 4.
5. Переезд к ячейке нового инструмента.
- 6.
7. Захват нового инструмента.

При выборе «Общая для всех инструментов» задается единая точка смены, а сама смена инструмента содержит следующие шаги:

1. Переезд к точке смены и сброс текущего инструмента.
- 2.
3. Захват нового инструмента.

На месте пунктов 2, 4 и 6 вручную прописывается индивидуальная логика управления, исходя из особенностей аппарата для смены инструмента, его подключения и других условий.

После захвата нового инструмента, программа делает автокорректировку высоты с учетом параметра «Длина» из «Таблицы инструментов», а затем возвращается к выполнению УП.

При использовании данного сценария вмешательство пользователя не требуется, все действия выполняются как часть управляющей программы.

Для чего нужна «Таблица инструментов»?

В статье будут рассмотрены следующие вопросы:

Заполнение таблицы инструментов

В каких случаях учитывается диаметр инструмента?

Когда применяется значение из поля «Длина»?

Заполнение таблицы инструментов

«Таблицу инструментов» можно найти через путь «Конфигурация» «Таблица инструментов». Ниже представлен внешний вид пустой таблицы инструментов.

№ инструмента	№ ячейки	Длина, ед	Диаметр, ед	Описание

Режим

Позиция смены инструмента

☐ Из таблицы инструментов

☒ Общая для всех инструментов

X A U

Y B V

Z C W

OK Отмена

В верхней левой части окна нажмите кнопку «Добавить инструмент» для добавления нового инструмента в таблицу. По умолчанию, новому элементу присваивается номер инструмента и номер ячейки, а значения длины и диаметра равны нулю. Обязательными для заполнения являются только первые два столбца описания инструмента, остальные могут быть нулевыми или пустыми.

В нижней левой части окна находится поле, предоставляющее возможность выбора режима смены инструмента. По умолчанию выбран режим позиции смены инструмента «Общая для всех инструментов», а координаты точки смены нулевые. Изменение координат необходимо сделать прямо здесь, тогда во время работы макроса **M06** шпиндель переместится в указанную точку.

При выборе позиции смены «Из таблицы инструментов» пользователь получает возможность задать координаты точки смены для каждого инструмента в таблице.

№ инструмента	№ ячейки	Длина, ед	Диаметр, ед	Координаты ячейки	Описание
Инструмент №7	Ячейка №1	15,000	0,200	Изменить...	Добавить...

Режим

Позиция смены инструмента

☒ Из таблицы инструментов

☐ Общая для всех инструментов

X 0,000 A 0,000 U 0,000

Y 0,000 B 0,000 V 0,000

Z 0,000 C 0,000 W 0,000

В столбце «Координаты ячейки» нажмите «Изменить...», чтобы появилось окно ввода координат точки смены инструмента.

Установка координат ячейки

Позиция ячейки, в которую будет помещен инструмент

X 0,000 A 0,000 U 0,000

Y 0,000 B 0,000 V 0,000

Z 0,000 C 0,000 W 0,000

OK Отменить

Полностью заполненная таблица имеет следующий вид (пример):

Добавить инструмент Удалить инструмент

№ инструмента	№ ячейки	Длина, ед	Диаметр, ед	Описание
Инструмент №1	Ячейка №3	12,000	1,200	Добавить...
Инструмент №5	Ячейка №9	10,000	4,300	Добавить...
Инструмент №7	Ячейка №1	15,000	0,200	Добавить...
Инструмент №26	Ячейка №2	12,000	5,000	Добавить...
Инструмент №30	Ячейка №5	12,000	1,500	Добавить...

Режим

Позиция смены инструмента

☐ Из таблицы инструментов

☒ Общая для всех инструментов

X 15,000 A 0,000 U 0,000

Y 10,000 B 0,000 V 0,000

Z 10,000 C 0,000 W 0,000

OK Отмена

После заполнения таблицы, нажмите «OK» для применения изменений.

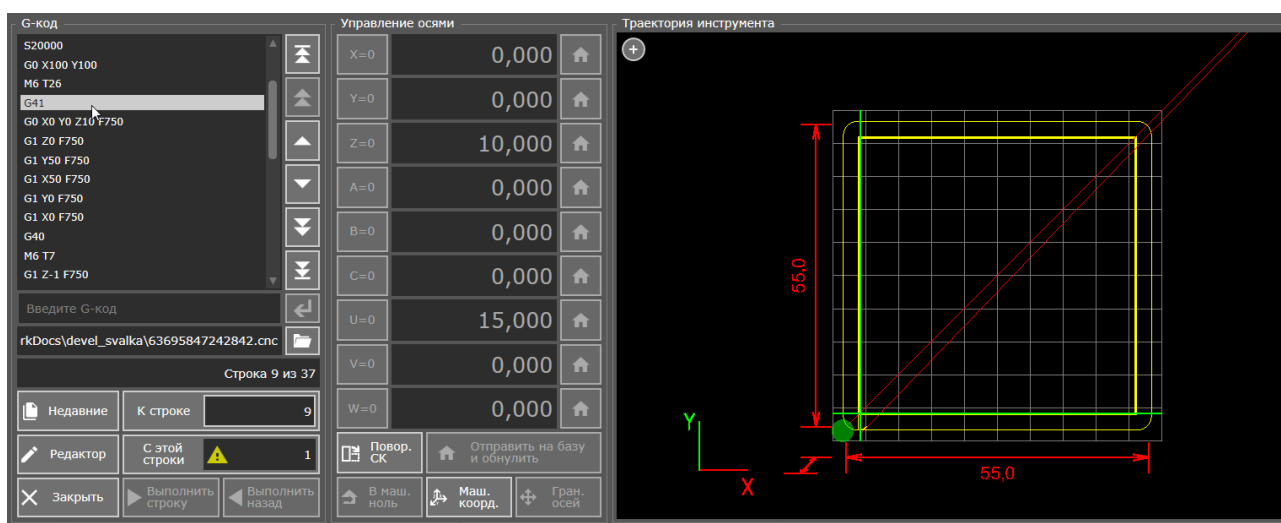
Теперь при вызове в G-коде команды смены инструмента (**M06**) с указанием номера инструмента (Tx, где x - номер инструмента из таблицы) на вкладке «Рабочий процесс» отобразится номер и параметры инструмента, который был выбран.

Инструмент	
№	26
Замена	☐
Высота	12
Диаметр	5

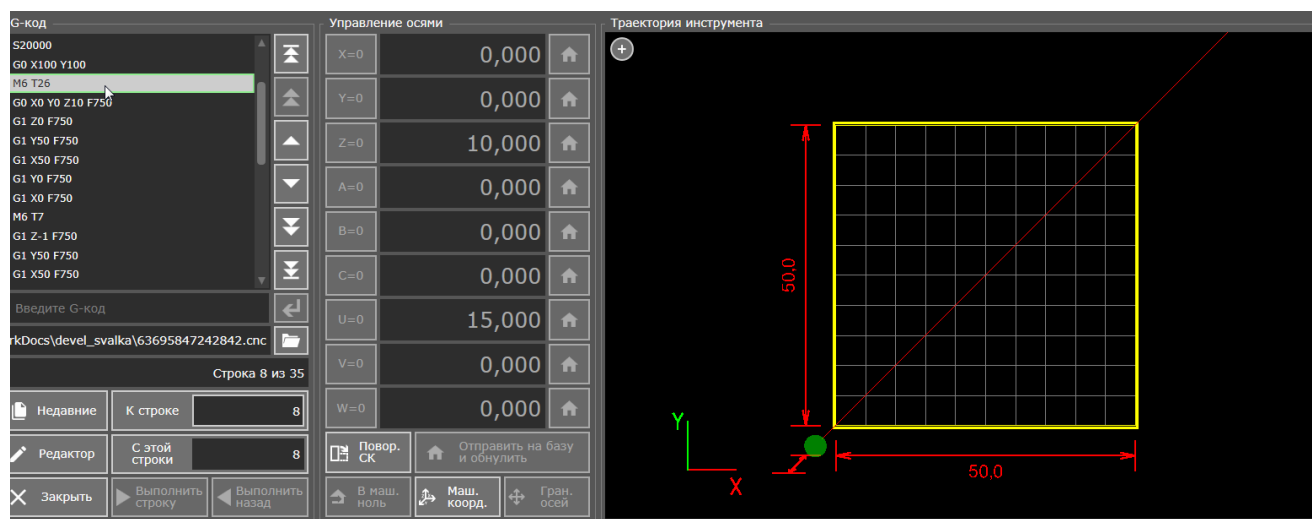
В каких случаях учитывается диаметр инструмента?

Для учета диаметра инструмента, указанного в «Таблице инструментов», необходимо добавить специальную команду в управляющую программу (**G40**, **G41**, **G42**) после команды смены с указанием номера инструмента (**M06 Tx**, где x - номер инструмента из таблицы) или с объявлением номера инструмента в G-коде (Tx). Данная процедура называется «Компенсация диаметра инструмента».

Работа команды заключается в корректировке траектории с учетом диаметра инструмента, чтобы итоговый результат соответствовал исходной задаче и не приходилось переделывать УП каждый раз, когда приходится менять режущий инструмент. Программа автоматически изменяет траекторию реза в зависимости от выбранного режима компенсации ([подробнее...](#)). Наглядный пример работы команды можно увидеть в окне визуализации программы PUMOTIX.



Траектория УП с учетом диаметра инструмента



Траектория УП без учета диаметра инструмента

Когда применяется значение из поля «Длина»?

Значение поля «Длина» из таблицы инструментов учитывается при автоматической смене инструмента для корректировки высоты шпинделя. Подробнее читайте на странице [«Как работать со сменой инструмента?»](#)

Формируем логи PUMOTIX

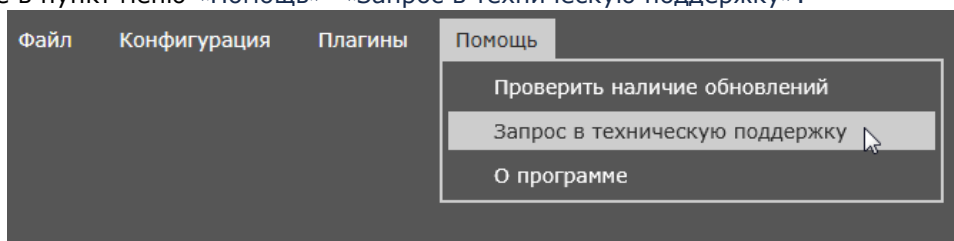
Чтобы ответы нашей технической поддержки были полными и оперативными, необходимо сразу же после возникновения неполадки сформировать архив с диагностической информацией и приложить его к сообщению или электронному письму. Архив содержит массу информации, ценной для сотрудника технической поддержки. В частности, в архиве есть текущие настройки станка, полное состояние системы, например, смещение и поворот системы координат, выбранный инструмент, и, конечно, последние записи в журнал событий системы. По этим данным сотрудник техподдержки сможет разобраться с тем, что происходило в системе, не задавая Вам дополнительных вопросов.



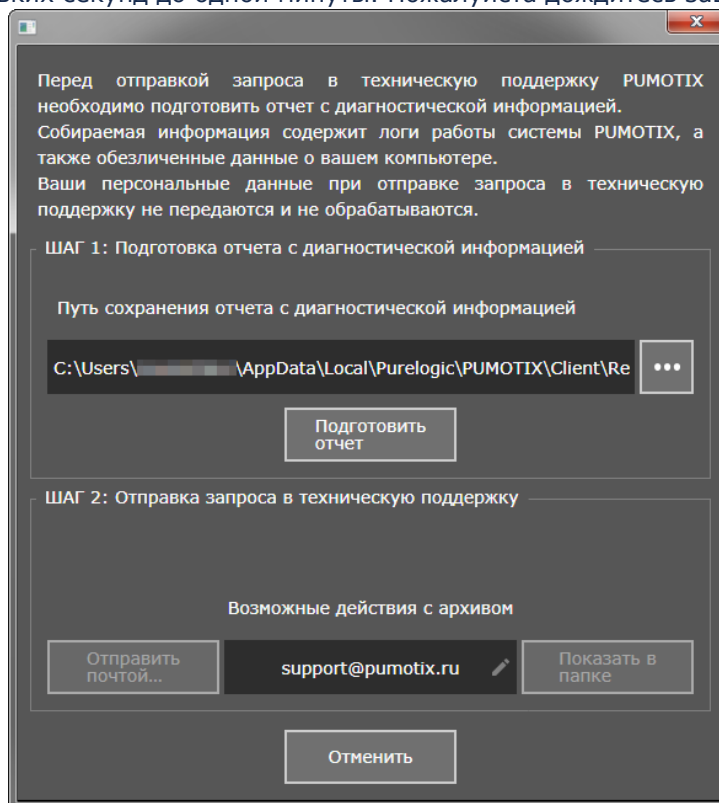
Ваши персональные данные при отправке запроса в техническую поддержку не передаются и не обрабатываются!

Как сформировать архив с диагностической информацией?

1. Пройдите в пункт меню «Помощь» «Запрос в техническую поддержку».

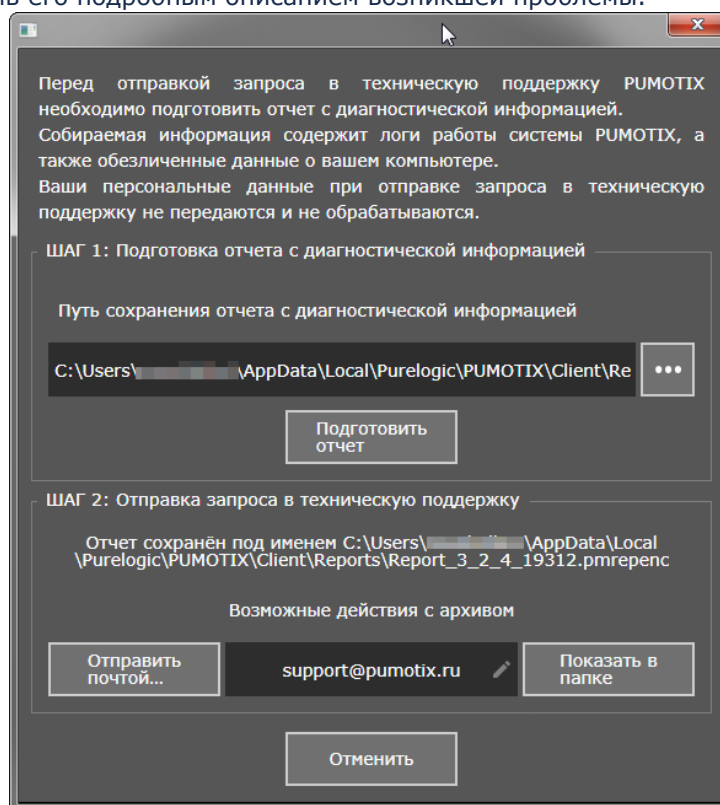


2. В открывшемся окне программы нажмите «Подготовить отчет». Подготовка отчета может занимать от нескольких секунд до одной минуты. Пожалуйста дождитесь завершения шага 1.



3. Как только отчет будет сформирован, Вы увидите сообщение с именем сохраненного файла, который нужно предоставить специалистам технической поддержки PUMOTIX. Сделать это можно несколькими способами:
 - а. Если у Вас в операционной системе Windows установлен и настроен любой почтовый клиент, например Mozilla Thunderbird, Вам будет доступна кнопка "Отправить почтой по адресу", после нажатия на которую автоматически сформируется шаблон письма на указанный адрес электронной почты. Файл с диагностической информацией будет так же вложен в письмо. Необходимо только дополнить письмо комментарием по возникшей проблеме.

- b. Если стандартный почтовый клиент не зарегистрирован в системе, то необходимо открыть папку с сохраненным отчетом с помощью кнопки "Показать в папке". Полученный файл необходимо вручную отправить на указанный адрес электронной почты, подкрепив его подробным описанием возникшей проблемы.



4. Ожидайте ответа от специалистов технической поддержки.

Личный кабинет пользователя на pumotix.ru

В этой статье мы рассмотрим наиболее важные вопросы использования личного кабинета, такие как:

- 1 [Зачем мне регистрироваться на сайте?](#)
- 2 [Какие преимущества дает личный кабинет пользователю?](#)
- 3 [Как я могу добавить контроллер и/или активировать опцию?](#)

Зачем мне регистрироваться на сайте?

Регистрация на сайте pumotix.ru позволит пользователю самостоятельно управлять своими устройствами и набором функционала, упростит процесс оформления заказа, а также предоставит возможность включения оповещения обо всех новостях и обновлениях.

Зарегистрироваться на сайте очень просто! (процесс займет не более 2-х минут)

Для этого найдите в верхнем правом углу экрана кнопку личного кабинета  и нажмите "Регистрация".

Главная

Регистрация

Фамилия Имя Отчество *

Е-mail *

Является также логином для входа на сайт

Телефон *

Пароль *

Длина пароля не менее 6 символов

Подтверждение пароля *

☒ Я согласен на обработку персональных данных

ЗАРЕГИСТРИРОВАТЬСЯ

После заполнения всех полей форму регистрации и нажатия кнопки "Зарегистрироваться", Вы уже можете пользоваться своим личным кабинетом.

Какие преимущества дает личный кабинет пользователю?

В личном кабинете пользователя доступны функции:

1. Изменить имя, адрес электронной почты, номер телефона, сменить пароль.
2. Увидеть список имеющихся контроллеров, а также опции, привязанные к каждому из них.
3. Просматривать историю заказов, сделанных на сайте.
4. Настроить подписку на новости и обновления PUMOTIX.
5. Составлять и оформлять заказ без дополнительных усилий.

6. Самостоятельно активировать опции и выгружать актуальную лицензию.

Личный кабинет сокращает число посредников между пользователем и информацией об устройствах, хранящейся в нашей базе. Проще говоря, каждый теперь может посмотреть состояние своих устройств в реальном времени прямо из базы лицензирования, а также внести туда необходимые изменения. О том, как это сделать, читайте ниже.

Как я могу добавить контроллер и/или активировать опцию?

Прежде всего, необходимо ввести свой логин и пароль для входа в личный кабинет. Для этого воспользуйтесь кнопкой  в верхней правой части экрана, а затем заполните поля в появившейся форме. Пример заполнения:



Вход в личный кабинет

Логин *

0123456789@gmail.com

Пароль *

.....

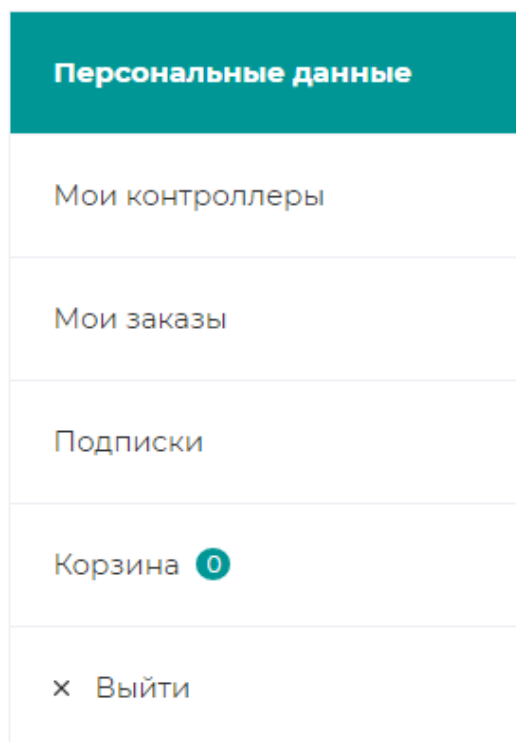
☐ Запомнить меня

[ЗАБЫЛИ ПАРОЛЬ?](#)

ВОЙТИ

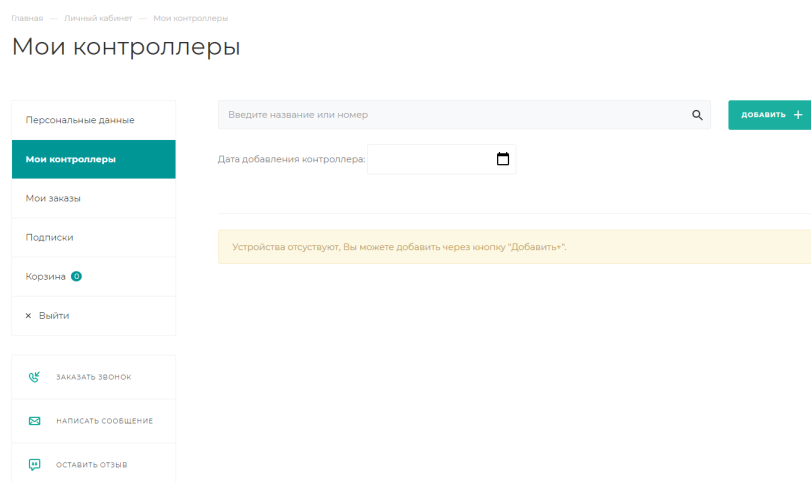
РЕГИСТРАЦИЯ

Личный кабинет включает в себя страницы с различным набором функционала. Для добавления контроллера и активации опции нам понадобится страница "Мои контроллеры".

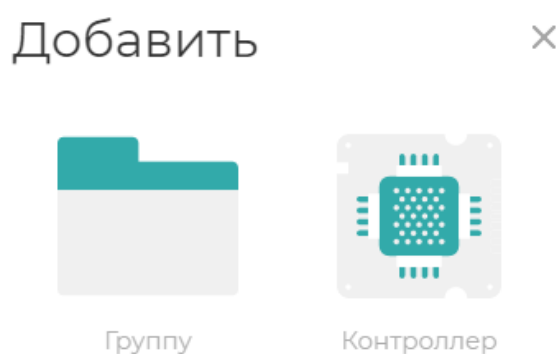


Добавление контроллера:

1. Зайдите на страницу "Мои контроллеры".



2. Нажмите кнопку "Добавить".



3. Выберите "Контроллер".

Контроллер



Необходимо ввести код запроса лицензии, для управления модулями контроллера

ДОБАВИТЬ

ОТМЕНИТЬ

4. В открывшемся окне в поле ввода занесите код запроса лицензии. ([Как запросить лицензию?](#))
Если всё прошло успешно, появится соответствующее окно.

Контроллер



Котроллер успешно добавлен

ЗАКРЫТЬ

ПОЗДРАВЛЯЮ! Мы только что добавили первый контроллер в личный кабинет пользователя. Теперь при открытии страницы "Мои контроллеры" будет отображаться следующая информация:

[Главная](#) — [Личный кабинет](#) — [Мои контроллеры](#)

Мои контроллеры

Персональные данные

Мои контроллеры

Мои заказы

Подписки

Корзина 0

✕ Выйти

ЗАКАЗАТЬ ЗВОНОК

НАПИСАТЬ СООБЩЕНИЕ

ОСТАВИТЬ ОТЗЫВ

ДОБАВИТЬ +

Дата добавления контроллера:



Контроллер PLCM-E1b
(Ethernet)

26.00.2026 05000000

1

При двойном нажатии на контроллер появится расширенная страница, отображающая список активных и доступных для данного контроллера опций.

Контроллер PLCM-E1b (Ethernet)

[НАЗАД](#)

05000266



Дата добавления контроллера: 26.00.2026

Код запроса лицензии:

2330020900800400DBD2339A70000F6FA700FC002329400E008BE167B37D5007-05000000

Файл лицензии:

[ПРИМЕНИТЬ](#)[СКАЧАТЬ](#)

Активированные опции

Работа поворотной оси A в индексном режиме

Бессрочно

Редактирование макроса пробинга

Бессрочно

Расчет времени выполнения УП

Бессрочно

Поворот системы координат из УП

Бессрочно

Если вы покупаете опции на сайте, будьте готовы к тому, что они появятся в личном кабинете и станут доступны для активации только после оплаты счета!

Активация опции:

1. Выберите контроллер, для которого Вы хотите активировать опцию. Откройте его страницу.

Контроллер PLCM-E1b (Ethernet)

[НАЗАД](#)

05002D3F



Дата добавления контроллера: 26.00.2026

Код запроса лицензии:

2330020900800400DBD2339A70000F6FA700FC002329400E008BE167B37D5007-05000000

Файл лицензии:

[ПРИМЕНИТЬ](#)[СКАЧАТЬ](#)

Активированные опции

Режим работы сервера "Газокислородная резка"

до 27.08.2019

Неактивированные опции

Неограниченное количество двигателей

Бессрочно ☐

2. Если у Вас есть неактивированные опции, они появятся на странице контроллера вместе с активированными. Для активации необходимо кликнуть курсором на переключатель.

Контроллер PLCM-E1b (Ethernet)

[НАЗАД](#)

05002D3F



Дата добавления контроллера: 26.00.2026

Код запроса лицензии:

2330020900800400DBD2339A70000F6FA700FC002329400E008BE167B37D5007-05000000

Файл лицензии:

[ПРИМЕНИТЬ](#)[СКАЧАТЬ](#)

Активированные опции

Режим работы сервера "Газокислородная резка"

до 27.08.2019

Неограниченное количество двигателей

Бессрочно

3. Теперь остается только нажать кнопку "Применить" и "Скачать" новую лицензию для вашего контроллера.

Контроллер PLCM-E1b (Ethernet)

[НАЗАД](#)

05002D3F



Дата добавления контроллера: 26.00.2026

Код запроса лицензии:

2330020900800400DBD2339A70000F6FA700FC002329400E008BE167B37D5007-05000000

Файл лицензии:

[ПРИМЕНИТЬ](#)[СКАЧАТЬ](#)

Активированные опции

Режим работы сервера "Газокислородная резка"

до 27.08.2019

Неограниченное количество двигателей

до 07.09.2019

Как найти параметр "Количество сигналов Step"

Обычно шаги STEP считаются формулами:

Для расчета STEP зубчатой рейки:

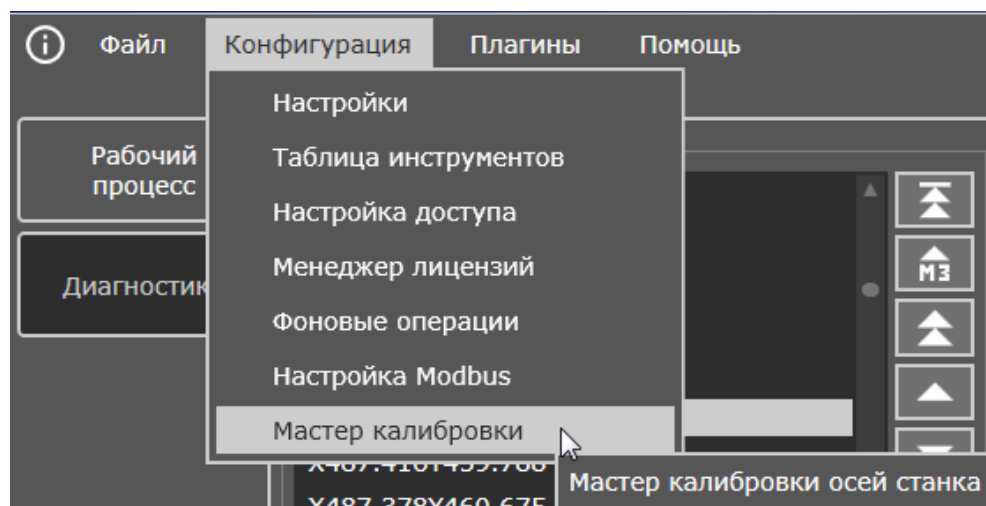
$(\text{Число полных оборотов} * \text{микрошаг}) / (\text{число ПИ} * \text{модуль рейки} * \text{число зубцов в шестерни на валу двигателя}) = \text{STEP}$

Для расчета STEP ШВП:

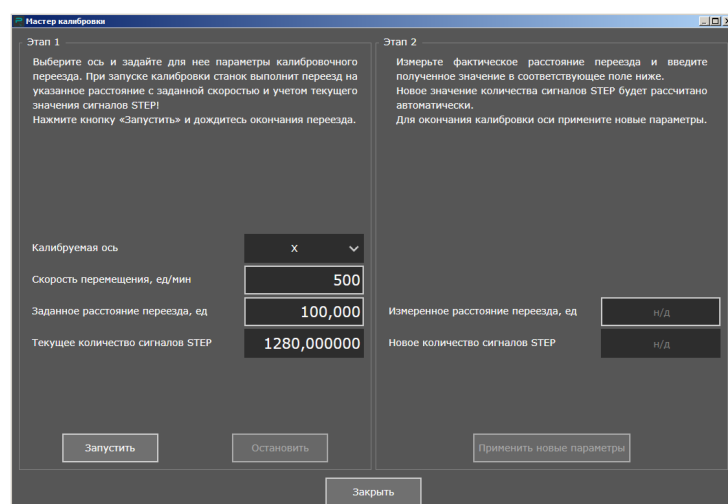
$(\text{Число полных шагов на оборот} * \text{микрошаг}) / \text{Шаг винта} = \text{STEP}$

В PUMOTIX с версии 3.2.4 появилась Мастер калибровки осей, который рассчитывает STEP автоматически используя пользовательские замеры.

Для расчета необходимо зайти в Конфигурация - Мастер калибровки (при этом должен быть выбран контроллер и включен станок):



1. Выбираем калибруемую ось, то есть ось которую мы хотим калибровать.
 2. Скорость перемещения по выбранной оси.
 3. Заданное расстояние переезда, это расстояние при на которое переместиться выбранная ось, желательно указывать круглые, целые числа для упрощения измерений.
- Так же отображается Текущее количество сигналов STEP, данный параметр изменить нельзя он нужен для информации.



При нажатие на кнопку запустить ЗАПУСТИТЬ осуществиться перемещение выбранной оси на заданное ранее расстояние и заданной ранее скоростью.

Как только перемещение закончится активируется правая часть окна мастера калибровки (Этап 2)

Теперь необходимо как можно точнее измерить расстояние переезда и результат внести в параметр "Измеренное расстояние переезда", после чего нажать на клавиатуре кнопку "Enter".

В параметре "Новое количества сигналов STEP" отобразиться новое, пересчитанное значение STEP.

Для завершения калибровки необходимо нажать кнопку "Применить новые параметры".

Мастер калибровки

Этап 1

Выберите ось и задайте для нее параметры калибровочного переезда. При запуске калибровки станок выполнит переезд на указанное расстояние с заданной скоростью и учетом текущего значения сигналов STEP! Нажмите кнопку «Запустить» и дождитесь окончания переезда.

Калибруемая ось: X

Скорость перемещения, ед/мин: 500

Заданное расстояние переезда, ед: 100,000

Текущее количество сигналов STEP: 1280,000000

Запустить Остановить

Этап 2

Измерьте фактическое расстояние переезда и введите полученное значение в соответствующее поле ниже. Новое значение количества сигналов STEP будет рассчитано автоматически. Для окончания калибровки оси примените новые параметры.

Измеренное расстояние переезда, ед: 90,000

Новое количество сигналов STEP: 1422,222222

Применить новые параметры

Заккрыть

Для более точной калибровки осей желательно:

1. Указывать расстояние переезда по все доступной длине оси.
2. Сделать несколько калибровок с разными расстояниями переезда.

Плагины

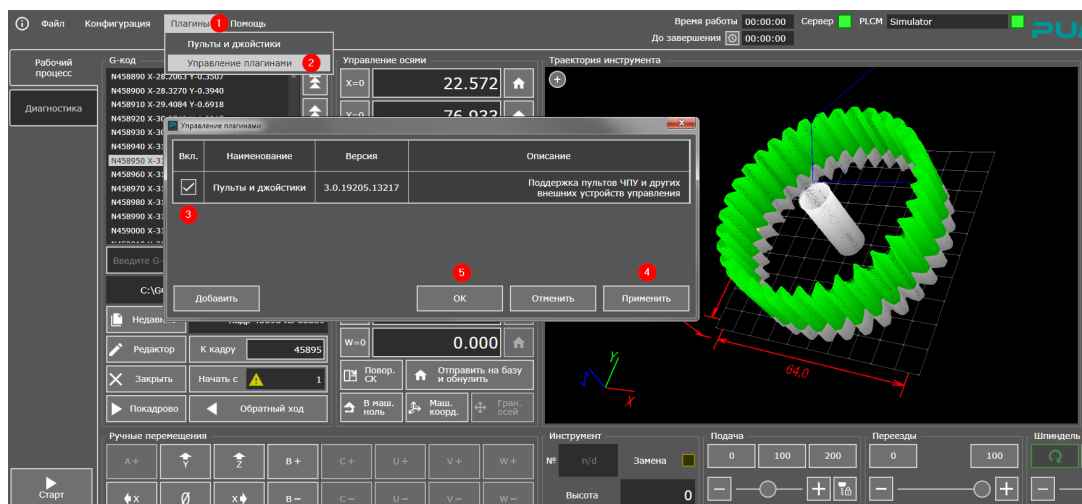
Программное обеспечение PUMOTIX имеет возможность расширения базового функционала путем подключения Плагинов PUMOTIX. В текущем поколении PUMOTIX поддерживаются плагины только для Клиентской части приложения. Плагин представляет собой некий дополнительный модуль, который может динамически подключаться и отключаться от основного приложения. Несколько разных плагинов могут работать параллельно, не оказывая никакого влияния друг на друга. Безопасность и удобство использования плагинов заключается в том, что их можно подключать в любое время и непредвиденное зависание процесса плагина в операционной системе не сможет оказать негативного влияния на работоспособность основного приложения PUMOTIX и потерять контроль над работающим оборудованием.

Актуальный список плагинов для PUMOTIX:

- [Поддержка внешних устройств управления \(пульта и джойстики\)](#)

Управление плагинами

Управление плагинами осуществляется через специальное окно, вызов которого осуществляется через меню "Плагины Управление плагинами". В открывшемся окне будет отображен список обнаруженных плагинов, информация о версии и краткое описание возможностей плагина. Включение и выключение плагина осуществляется путем изменения состояния отметки "Вкл" (метка №3 на скриншоте).



Если плагин был включен и работает нормально, то он отображается непосредственно в выпадающем меню "Плагины". Если в меню "Плагины" заголовок плагина не отображается (или отображается как неактивный), это говорит о том, что плагин не смог запуститься. Попробуйте выключить плагин, применить изменения и повторно его включить. Если эти действия не приводят к успеху, [обратитесь в техническую поддержку](#).

Пульты и джойстики

Общая информация

Плагин позволяет подключить к системе PUMOTIX дополнительные устройства ввода, такие как:

- специализированные пульты для станков с ЧПУ;
- геймпады (джойстики) от популярных игровых консолей.

Список поддерживаемых устройств

Промышленные пульты с проводным подключением:

- [PLCM-R1 \(Ethernet\)](#)
- [XHC LHB04 \(USB\)](#)

Промышленные беспроводные пульты:

- [XHC WHB04-L](#)
- [XHC WHB04B-4](#)
- [XHC WHB04B-6](#)

Геймпады (джойстики):

- [Xbox 360](#) (проводное и беспроводное подключение).
- [Xbox One](#) (проводное и беспроводное подключение).
- другие XInput-геймпады (например, [SPEEDLINK SL-6566-BK](#)).



Плагин поддерживает только джойстики со стандартом ввода XInput. Стандарт ввода DirectInput не поддерживается! Обращайте пожалуйста внимание на совместимость стандарта ввода перед покупкой геймпада для PUMOTIX. Информацию о поддерживаемом типе стандарта ввода уточняйте у продавца (или производителя) оборудования.

История обновлений

Версия 3.2.4 (v. 3.2.19298.22005)

Версия 3.0.1 (v. 3.0.19218.17238)

Версия 3.0.0 (v. 3.0.19185.15130)

Версия 2.4.1 (v. 2.4.19109.10037)

Версия 3.2.4 (v. 3.2.19298.22005)

Дата публикации: 24.10.2019

- Русская версия
 - Реализована поддержка [ModBus RTU](#), в том числе [управление шпинделем по ModBus](#) по шине RS-485 с помощью фоновых операций.
 - Добавлен мастер калибровки осей станка. Теперь можно автоматически рассчитать число шагов на единицу перемещения для оси не прибегая к ручным аналитическим вычислениям.
 - Добавлен новый 5-осевой фрезерный модуль.
 - Расширено API макросов и фоновых операций.
 - Повышена стабильность работы плагина "Пульты и джойстики".
 - Улучшена поддержка разрешения экрана 1366x768.
 - . . .

[Полный список изменений, вошедших в версию 3.2.4](#)

Publish date: 10.24.2019

- English version
 - [Modbus RTU](#) support added. [Spindle control via Modbus](#) RS-485 bus using background operations is now available.
 - Axis calibration wizard added. Now you can calibrate the 'Steps per Unit' value without performing mathematical calculations of gear ratios.
 - New 5-axis milling module added.
 - Macros and background operations API was extended.
 - Pendant support plugin: stability improved.
 - 1366x768 display resolution support improved.
 - . . .

[Full release notes for version 3.2.4](#)

3.2.4 ru.html

Клиент: сборка v. 3.2.19298.22005

Сервер: сборка v. 3.2.4

1. Реализована поддержка [ModBus RTU](#), в том числе [управление шпинделем по ModBus](#) по шине RS-485 с помощью фоновых операций.
2. Добавлен мастер калибровки осей станка, позволяющий выполнить расчёт количества сигналов Step на основе фактически пройденного расстояния переезда.
3. Добавлен новый 5-осевой фрезерный модуль.
4. Повышена стабильность работы плагина "Пульты и джойстики".
5. В настройки шпинделя добавлена опция "Автоматически отключать шпиндель по команде Стоп".
6. Добавлена возможность ввода значений в поля блоков "Подача", "Переезды" и "Шпиндель".
7. Улучшена поддержка разрешения экрана 1366x768.
8. Параметр оси "Количество сигналов Step" теперь имеет 6 знаков после запятой.
9. Общее время выполнения G-кода отображается с учётом переопределения подачи и холостых переездов.
10. Команда M30 устанавливает модальные параметры G-кода, заданные в параметрах строки инициализации (Настройки G-коды).
11. Расширено API макросов и фоновых операций.
12. Режим плазменной резки: добавлено предупреждение о том, что автозахват напряжения используется при нулевой задержке регулирования.
13. Режим плазменной резки: добавлено предупреждение о невозможности использования аппаратного ArcOK при установленном нулевом значении длительности переноса дуги.
14. Режим газовой резки: режущий факел может быть включен и выключен во время ручных перемещений (горячей клавишей).
15. Вкладка настроек "G-коды" обновлена (переработан блок "Компенсация радиуса инструмента").
16. Другие незначительные улучшения и исправления в графическом интерфейсе.

Версия 3.0.1 (v. 3.0.19218.17238)

Дата публикации: 08.07.2019

- Русская версия
 - Реализована возможность создания [фоновых операций](#), выполняющихся параллельно с работой основной программы.
 - Добавлена поддержка выхода [ChargePump](#).
 - Улучшена совместимость с ОС Windows 10.
 - Добавлено отображение названия загруженного G-кода в заголовок окна программы.
 - Добавлено сообщение о том, что для двигателя не настроены выходы Step/Dir.
 - Значение шага по умолчанию для переопределения скорости подачи, холостых переездов, оборотов шпинделя и ручных перемещений уменьшено до 5%.
 - ...

[Полный список изменений, вошедших в версию 3.0.1](#)

Publish date: 07.08.2019

- English version
 - Implemented possibility to create [background operations](#) executing in parallel with the main program.
 - [ChargePump](#) output added.
 - Improved compatibility with Windows 10.
 - Loaded G-code file name is displayed in window caption.
 - A message that Step/Dir outputs are not configured for the motor have been added.
 - Default changing step for FRO, RRO, SSO and JRO decreased to 5%.
 - ...

[Full release notes for version 3.0.1](#)

3.0.1 ru.html

1. Реализована возможность создания [фоновых операций](#), выполняющихся параллельно с работой основной программы.
2. Добавлена поддержка выхода [ChargePump](#).
3. Улучшена совместимость с ОС Windows 10.
4. В газовый модуль добавлена возможность назначить горячую клавишу на функцию "Стоп + откл. всех газов". Можно также назначить эту функцию на пульт. Видимой кнопки в интерфейсе для этой функции нет.
5. В модулях "Фрезеровка 4 оси", "Плазменная резка" и "Газокислородная резка" добавлено отображение реально настроенной поворотной оси А, В или С (раньше всегда отображалась только ось А). Если ни одна из поворотных осей не настроена, то она не отображается на основной вкладке.
6. Добавлено отображение названия загруженного G-кода в заголовок окна программы.
7. Добавлено сообщение о том, что для двигателя не настроены выходы Step/Dir.
8. Кнопка "Выполнить назад" отображается нажатой при выполнении УП назад.
9. Окна "Поворот системы координат" и "Сообщения" теперь закрываются по нажатию Esc.
10. Значение шага по умолчанию для переопределения скорости подачи, холостых переездов, оборотов шпинделя и ручных перемещений уменьшено до 5%.
11. Незначительно переработана вкладка "Рабочие параметры" и окно "Библиотека параметров" модуля плазменной резки. Устранен эффект дрожания элементов управления на некоторых разрешениях.
12. Исправлена проблема с обнаружением устройства в сети, которое было подключено после запуска PUMOTIX.
13. Исправлено задание номера TCP порта для подключения Клиента PUMOTIX в конфигурации Сервера из верхнего диапазона (>33000).

Версия 3.0.0 (v. 3.0.19185.15130)

Дата публикации: 04.07.2019

- Русская версия
 - Переработана [система лицензирования](#).
 - Переработана часть ядра, отвечающая за исполнение УП, добавлена многопоточность.
 - Минимизировано количество обращений к жёсткому диску при выполнении УП.
 - Оптимизировано сетевое взаимодействие между серверной и клиентской частью программного обеспечения.
 - Оптимизирован механизм поиска устройств в локальной сети.
 - ...

[Полный список изменений, вошедших в версию 3.0.0](#)

Publish date: 07.04.2019

- English version
 - [Licensing system](#) refined.
 - Core module controlling G-code execution was refined. Multithreading support added.
 - Hard disk drive usage during G-code execution was minimized.
 - Network communication between server and client software optimized.
 - Device discovery in the local network optimized.
 - ...

[Full release notes for version 3.0.0](#)

3.0.0 ru.html

- Переработана система лицензирования
- Переработана часть ядра, отвечающая за исполнение УП, добавлена многопоточность. Это позволило значительно сократить время открытия файлов УП на компьютерах с многоядерными процессорами.
- Минимизировано количество обращений к жёсткому диску при выполнении УП.
- Оптимизировано сетевое взаимодействие между серверной и клиентской частью программного обеспечения.
- Оптимизирован механизм поиска устройств в локальной сети.
- Убрано отображение избыточного сообщения «Макрос: выполнение прервано».
- Добавлено отображение состояния осей В и С на вкладке "Диагностика" для модулей Фрезеровка (4 оси), Плазменная резка (4 оси), Газокислородная резки (4 оси).
- В модуль [Газокислородная резка \(4 оси\)](#) добавлены параметры для настройки автоматического снижения скорости на окружностях радиусом менее указанного.

Версия 2.4.1 (v. 2.4.19109.10037)

Новые функции системы

- Добавлена возможность переключения между координатными системами G54, G55 и т. д. с помощью кнопок на странице диагностики, клавиатуры или внешних устройств управления.
- Доступен выбор одного из трёх режимов подъёма на безопасную высоту (SafeZ): в рабочих координатах, в машинных координатах и относительно текущей позиции. Переключение режимов осуществляется на вкладке «Инструмент» в настройках программы.
- Добавлена функция "Подъем на SafeZ", вызов которой доступен как с клавиатуры, так и с внешних устройств управления. При активации данной функции система выполнит подъем оси Z согласно выбранному режиму в настройках программы (см. предыдущий пункт).
- Добавлена возможность ввода произвольных значений машинных координат и рабочих смещений на странице диагностики.
- Стандартные макросы обновлены с учётом новых функций в API макросов.
- Добавлена поддержка команды M0 (пауза при выполнении G-кода).
- Переработан механизм кэширования G-кодов, позволяющий в значительной степени ускорить повторную загрузку объемных файлов УП. Теперь ограничение кэша задается не количеством файлов, а максимальным объемом памяти, выделенным на диске. Так же в реальном времени отображается фактически занятый объем памяти.
- В режиме Симулятора добавлен ряд функций, ранее доступных только при работе с контроллером PLCM.
- Запрещено выполнение команд ручного ввода G-кода при сработавшем конце датчика.

Изменения в интерфейсе

- Добавлена индикация длительной подготовки к выполнению G-кода при запуске УП с произвольной строки.
- Переработана строка «Состояние модальных групп»: добавлено отображение активного допуска сглаживания для режима G64.
- Укорочены и частично переименованы некоторые названия функций при настройке сочетаний клавиш для клавиатуры и привязке функций к кнопкам в плагинах.
- Добавлена новая вкладка настроек - «Инструмент».

Модуль плазменной резки

- Добавлено предупреждение об отключенном блоке делителя напряжения ТНС при работе с устройствами ТНС производства Purelogic.
- Исправлена проблема с выбором процесса плазменной резки из библиотеки параметров после создания нового процесса или переименования имеющегося.

Работа с внешними пультами управления

- Добавлена поддержка новой модификации пультов WHB04B-4 и WHB04B-6 с оранжево-синей расцветкой кнопок. При первом подключении пульта к программе оператору необходимо выбрать модификацию устройства по предложенным изображениям. Повторно перейти к странице выбора модификации WHB04B-X можно с помощью соответствующей кнопки в правом верхнем углу окна плагина.
- Добавлен новый режим перемещений — MPG. Режим используется только для пультов с энкодерами. Для клавиатуры режим MPG никак не отличается от режима постоянных ручных перемещений.
- Полностью переработан режим управления ручными перемещениями для пультов и джойстиков. Теперь доступно три режима ручных перемещений: постоянный, шаговый и MPG (ручной генератор импульсов). Режим MPG поддерживают только пульты с энкодером (PLCM-R1, HB-04L, WHB04B-4 и WHB04B-6). Выбор активного режима осуществляется с помощью соответствующих элементов управления на пульте либо с помощью клавиатуры или кнопок в интерфейсе программы.
- Для геймпадов, работающих по протоколу XInput (Xbox 360, Xbox One, SPEEDLINK SL-6566-BK и др.) теперь доступны аналоговые ручные перемещения при использовании мини-джойстиков (sticks) без зажатых модификаторов. Принцип работы аналогового режима: чем больше

отклонение мини-джойстика, тем быстрее начинает двигаться ось в заданном направлении. Для перехода в режим постоянных перемещений необходимо зажать модификатор LT. Для перемещений в шаговом режиме — модификатор RT.

Исправления и незначительные улучшения

- Добавлено отображение фиксированных пинов контроллера в настройках программы. Например, для контроллера PLCM-E4 выход управления оборотами шпинделя фиксированный и не может быть переназначен в настройках программы. В новой версии он будет автоматически назначен на выход ШИМ в настройках шпинделя фрезерных модулей.
- Добавлена возможность запуска экземпляра клиента с указанием отдельного рабочего каталога.
- Укорочены наименования вкладок в окне «Настройки».
- Исправлена ситуация с нежелательным перебросом Клиента, подключенного к удаленному Серверу на локальный Сервер при открытии окна «Настройки» или повторном поиске серверов.
- Исправлена проблема со сменой IP-адреса пульта PLCM-R1.
- Исправлены проблемы с работой некоторых горячих клавиш.
- Исправлена ситуация с сообщением об ошибке при одновременном запуске нескольких экземпляров клиента на одном компьютере.
- Исправлена ситуация с временным «замораживанием» интерфейса при активном диалоговом окне (например, окно с сообщением «Контроллер: Сработал вход аварийной остановки»).