

UNIMAT CNC

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНСТРУКТОРА МОДУЛЬНЫХ СТАНКОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ



*Научный редактор Ловягин С. А.
Под общей редакцией Трактуевой С.А.*

UNIMAT 1 - CNC. Использование конструктора модульных станков в учебном процессе.

Методическое пособие. — М.: ИНТ, 2010. — 122 с.

Издание 2-е, дополненное и исправленное.

В пособии не только представлена информация об автоматизации производственных процессов, но и описаны приемы работы на станках с программным управлением и даны основные сведения о создании программ числового управления.

Конструктор модульных станков Unimat CNC с ЧПУ поможет привнести в систему общего образования элементы профессионально-технической подготовки.

При подготовке пособия использовались печатные материалы фирмы CoolTool.

Содержание

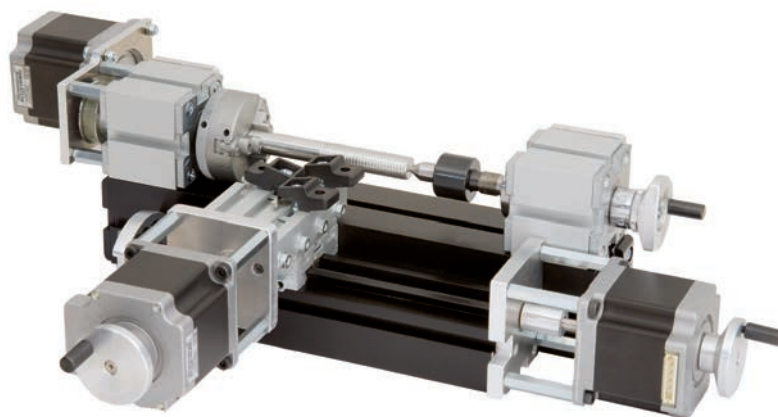
Конструктор модульных станков с ЧПУ UNIMAT CNC: учебные возможности.....	2
1. Числовое программное управление (ЧПУ): основные понятия	5
1.1 Автоматизации производственных процессов: достоинства и недостатки	7
1.2 Автоматизации производственных процессов: этапы развития	8
1.3 О системе CoolCNC на платформах Linux и Windows.....	9
1.4 Станки с числовым управлением: системы координат	10
1.5 Системы управления подачей рабочего инструмента	15
1.6 Создание программ числового управления: основные сведения.....	17
2. Программное обеспечение CoolCNC LINUX (Machinekit).....	29
2.1 Общая информация и установка	31
2.2 Запуск управляющей программы ЧПУ	36
2.3 Интерфейс программы	39
2.4 Запуск готового исполняемого файла	43
2.5 Cetus – упражнение в G-коде (фрезеровка)	48
2.6 Работа с Inkscape®– Gcode Tools®	53
2.7 Работа с Autodesk® Fusion 360®	70
3. Токарный станок с ЧПУ	71
3.1 Токарный станок с ЧПУ: общая информация.....	73
3.2 Токарный станок с ЧПУ: перечень деталей	74
3.3 Токарный станок с ЧПУ: сборка	75
3.4 Примеры проектов для токарного станка с ЧПУ	86
4. Фрезерный станок с ЧПУ	93
4.1 Фрезерование на станках с ЧПУ: общая информация	95
4.2 Трехкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: перечень деталей	98
4.3 Трехкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка	99
4.4 Трехкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: проект	108
4.5 Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: перечень деталей.....	109
4.6 Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка	110
4.7 Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: примеры проектов.....	119

Конструктор модульных станков с ЧПУ UNIMAT CNC: учебные возможности

Конструктор модульных станков Unimat CNC с ЧПУ будет особенно полезен для обучения в старших классах и начальном профессиональном образовании. Модульная конструкция станка делает его практически универсальным. Суппорты токарного и фрезерного станков Unimat CNC оснащены шаговыми двигателями на 2А.

Характеристики:

- Салазки поперечной подачи суппорта: ход 32 мм (расширяемый).
- Салазки продольной подачи суппорта: ход 145 мм (расширяемый).
- Точность: максимально 0,08 мм.
- Токарный станок CNC позволяет нарезать резьбу.
- Токарный станок CNC – до 6 координат.



Управление станками осуществляется с компьютера посредством бесплатного программного обеспечения Machinekit, включенного в пакет CoolCNC Linux. Учащиеся могут установить это программное обеспечение на свои домашние компьютеры и упражняться в удобное для них время.

Все разработки для приложений CAD могут быть конвертированы в машинный код в приложениях CAM. Программное обеспечение Machinekit имеет интуитивно понятный графический интерфейс для G-кода (код подготовительной функции для станков с ЧПУ).

Сотрудник мастерской по дизайну интерьеров в компании HTL Moedling, прислал нам файл в AutoCAD, который мы без проблем сконвертировали в G-код, используя для этого программное обеспечение CAM Deskproto.

При помощи 4-координатного фрезерного станка с ЧПУ из буковой заготовки была изготовлена «эргономичная рукоятка».



Конструктор модульных станков с ЧПУ UNIMAT CNC: учебные возможности

Для обучения и профессиональной работы

Конструктор модульных станков Unimat CNC с ЧПУ поможет привнести в систему общего образования элементы профессионально-технической подготовки, при этом, не сильно увеличивая бюджет. Эти станки, специально разработанные для изготовления макетов и моделей, очень хорошо подходят для использования в сфере образования.

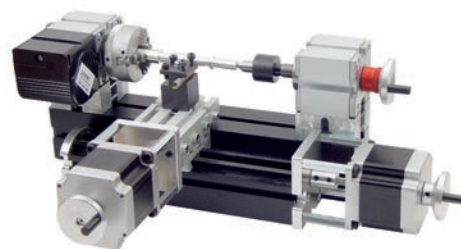
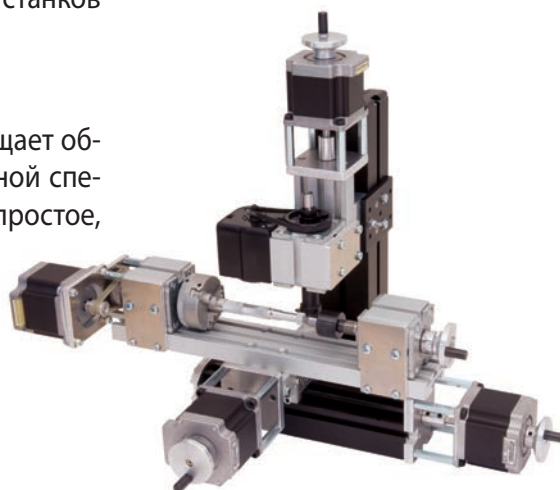
В настоящее время изучение производственных технологий, использующих числовое программное управление – ЧПУ (CNC), стало неотъемлемой составной частью каждой серьезной программы технологического и профессионально-технического обучения. При этом знания о свойствах материалов, характеристиках оборудования, а также умение создавать управляющие программы не должны быть только теоретическими.

Несомненно, обучать учащихся на промышленном оборудовании гораздо предпочтительнее, однако далеко не всякое учебное заведение может себе это позволить.

Благодаря относительно низкой стоимости, можно приобрести несколько конструкторов модульных станков Unimat CNC с ЧПУ, обеспечив каждого учащегося отдельным рабочим местом. Станки имеют высокую степень безопасности, поэтому не требуют непрерывного контроля.

Все, чему учащиеся научатся, работая на этих станках, они смогут использовать и на больших промышленных станках. И нет ничего, специфически присущего только конструктору модульных станков Unimat CNC с ЧПУ.

Простая модульная конструкция станков значительно упрощает обучение работе на них и при этом не требует предварительной специальной подготовки. Обслуживание станков также очень простое, и учащиеся самостоятельно с ним справятся.



Конструктор модульных станков с ЧПУ UNIMAT CNC: учебные возможности

Станки Unimat с ЧПУ

- **Широкие возможности по установке и использованию**

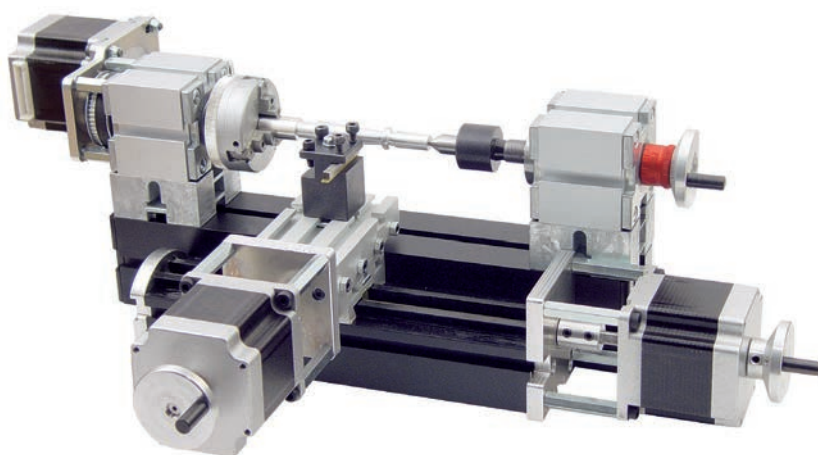
Благодаря своему малому весу и размерам, станки можно размещать и работать на них практически где угодно, как, например, мультимедийные видеопроекторы.

- **Бесплатное профессиональное программное обеспечение**

В комплект поставки станков включен пакет управляющего программного обеспечения CoolCNC. Нужно подключить контроллер ЧПУ (CNC) к компьютеру и все приложения будут запущены автоматически.

Если раньше учащиеся могли поработать на большом промышленном станке всего лишь несколько минут в течение целого учебного года, то теперь они имеют возможность почти самостоятельно работать небольшими группами на станках Unimat CNC над индивидуальными проектами.

Учебная программа для уроков труда в средней школе включает такие темы как оборудование для автоматизированных производств, проектирование и изготовление деталей сложной формы, автоматизация производственных процессов, CAD-CAM проектирования и контроль качества. Изготовление деталей должно быть автоматизировано, но учащиеся должны быть включены в производственную цепочку.





1. Числовое программное управление (ЧПУ)

Основные понятия



Автоматизация производственных процессов: достоинства и недостатки

1.1

Достоинства

- Воспроизводимость процесса обработки в автоматическом режиме.
- Повышение производительности.
- Технологическая гибкость.
- Снижение изнашиваемости инструмента благодаря постоянным условиям эксплуатации.
- Неизменные производственные циклы.
- Станки с ЧПУ можно соединять друг с другом и встраивать в технологическую цепочку.
- Множество вариантов обработки.
- Исполнители могут одновременно управлять несколькими станками.
- Сложные детали легко воспроизводить – для этого достаточно создать всего лишь одну программу.
- Возможность автоматизации производственного процесса за счет его роботизации.

Недостатки

- Высокая стоимость (станки плюс рабочие инструменты).
- Необходимость привлечения специалистов по ЧПУ для обслуживания станочного парка.
- Усложнение деятельности конструкторского отдела (потребуется дополнительные специалисты по CAD/CAM/CIM).
- Увеличение стоимости отдельной детали, обусловленное необходимостью создания и использования программ.
- Необходимость сервисного обслуживания сложного оборудования.

Автоматизация производственных процессов: этапы развития

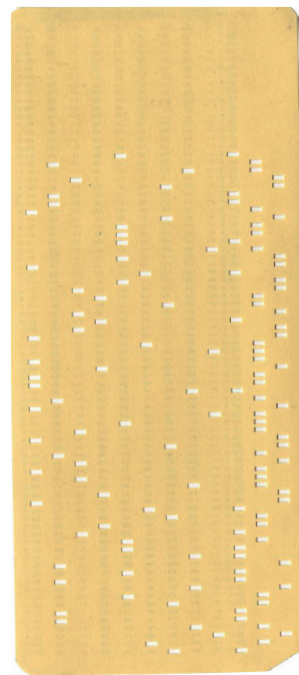
1.2

ЧУ (NC) Числовое управление

Числовое управление станками – с этого началось автоматизация производственных процессов. Первоначально управляющие программы вводили при помощи перфокарт. Такую программу невозможно было изменить непосредственно в станке. Чтобы провести любую коррекцию программы, необходимо было создавать новую перфокарту.



Штамповочный пресс для изготовления перфокарт



Перфокарта

ЧПУ (CNC) Числовое программное управление

Теперь стало возможным изменять программу в любой момент, поскольку изменения производятся в компьютере, откуда программа передается в станок. Изменения в программу также можно внести и непосредственно с панели управления станка.

Для системы CoolCNC изменять программы можно как при помощи компьютера, так и с панели управления станка.

ПЦУ (DNC) Прямое цифровое управление

Один компьютер (сервер) управляет одновременно несколькими станками.

Программное обеспечение CoolCNC Linux является контроллером ЧПУ (CNC). После внесения некоторых изменений эту программу можно использовать в качестве «ПЦУ (DNC) контроллера» (например, одновременно управлять двумя токарными станками).

О системе CoolCNC на платформах Linux и Windows 1.3

CoolCNC Linux (ОС Linux поддерживает режим реального времени)



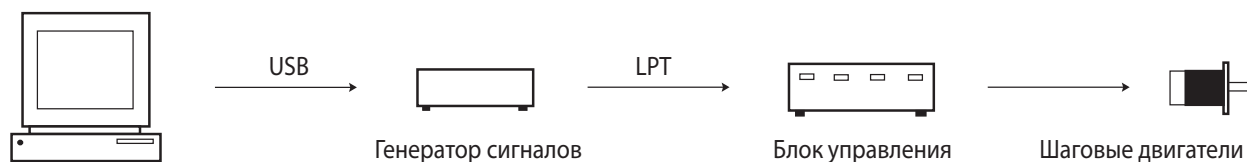
Функции ПК

- 1) Панель пользователя (для введения своего G-кода или открытия файлов G-кода).
- 2) «Ручной» режим управления станком.
- 3) Контроллер ЧПУ (вырабатывает управляющие сигналы для шаговых двигателей в режиме реального времени).

Функции блока управления

Усиление сигналов, поступающих с компьютера и управление шаговыми двигателями (1/2, 1/4, 1/8, ... шага).

CoolCNC Windows (ОС Windows не поддерживает режим реального времени)



Функции ПК

- 1) Панель пользователя (для введения своего G-кода или открытия файлов G-кода).
- 2) «Ручной» режим управления станком.
- 3) Контроллер ЧПУ (вырабатывает пакеты управляющих сигналов для шаговых двигателей – **не в режиме реального времени**).

Функции генератора сигналов

Преобразует информацию, поступающую с компьютера, в управляющие сигналы для шаговых двигателей. Генератор сигналов выдает сигналы в режиме реального времени.

Функции блока управления

Усиление сигналов, поступающих с компьютера, и управление шаговыми двигателями (1/2, 1/4, 1/8, ... шага).

Станки с числовым управлением: системы координат

1.4

При обработке детали применяется декартова система координат.

Ось вращения подвижной шпиндельной (передней) бабки – Z.

Системы координат для вертикально- и горизонтально-фрезерных станков и для токарных станков различные.

Система координат для вертикально- и горизонтально-фрезерных станков

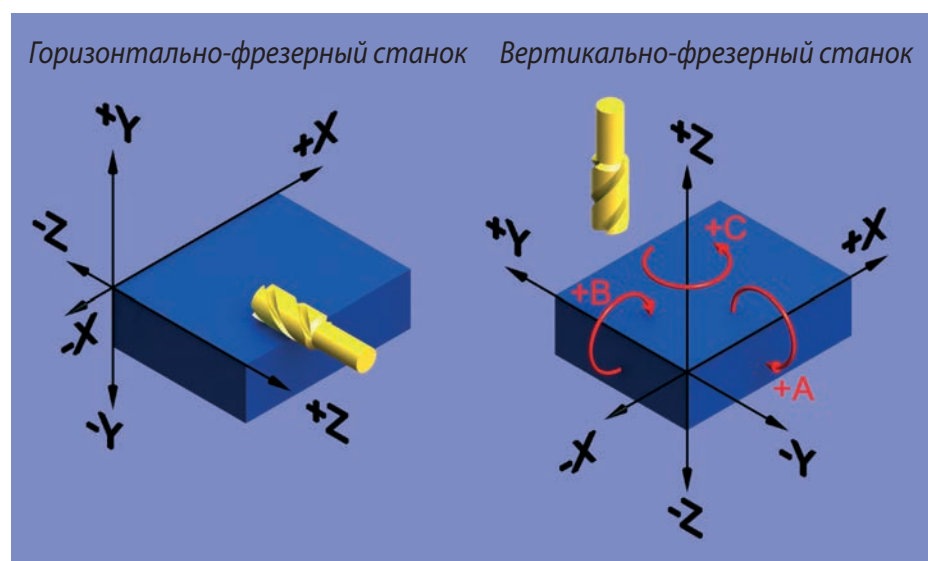


Рисунок 1

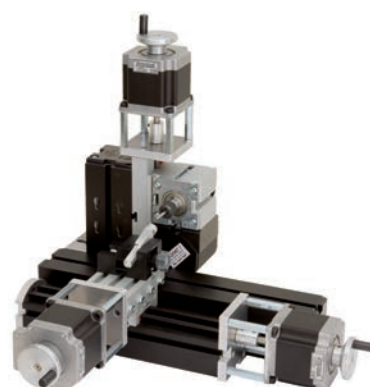
Оси, вокруг которых на станке возможно вращение, называются осями вращения A, B или C (рис. 1).

Наш 4-координатный фрезерный станок может поворачивать обрабатываемую деталь относительно оси X – это будет ось вращения A.

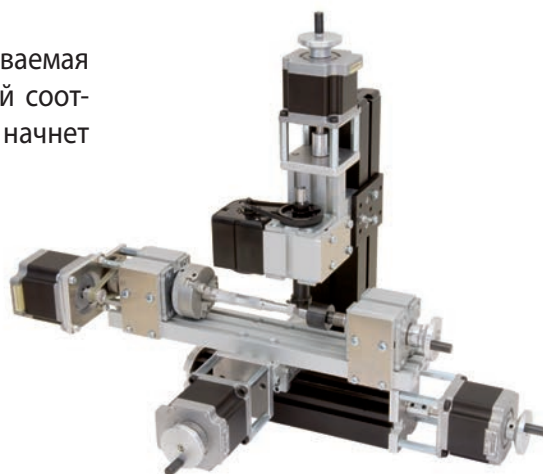
При G-программировании очень важно помнить, что обрабатываемая деталь перемещается. Поэтому мы можем использовать любой соответствующий стандарту G-код для любого станка с ЧУ (NC) – он начнет обработку в правильном направлении.



Вертикально-фрезерный станок



Горизонтально-фрезерный станок



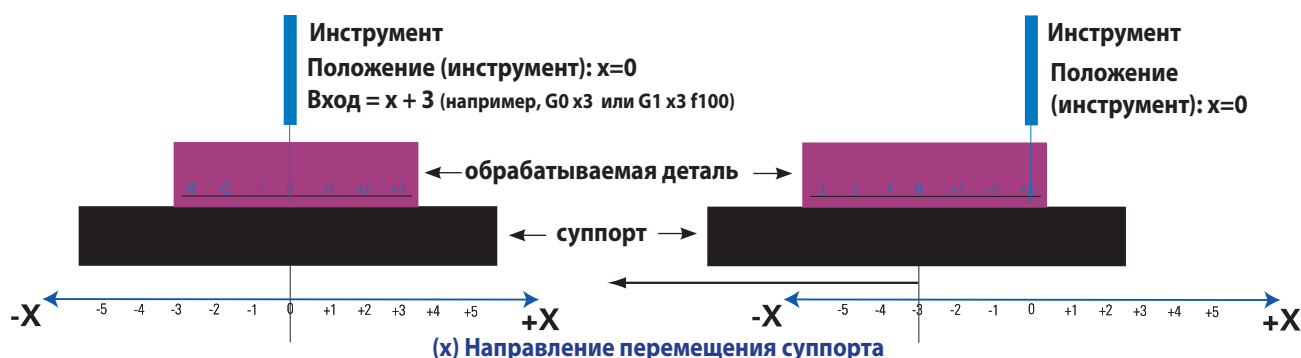
Вертикально-фрезерный станок с осью вращения A

Станки с числовым управлением: системы координат

1.4

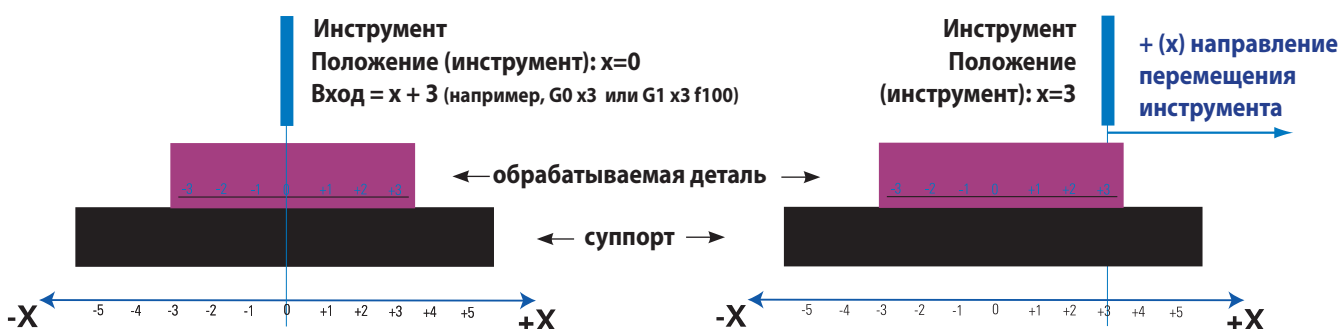
Объяснение

Станки, в которых реализовано перемещение обрабатываемой детали (в плоскости x/y), например, станки Uni-Fraes-V3 и Uni-Fraes4. Если необходимо переместить ось X от нуля до $x+3$, то при этом перемещение суппорта составит -3 .



В данном случае положение инструмента относительно обрабатываемой детали составляет $+3$.

Если в станке, в котором перемещается рабочий инструмент (например, продольно-фрезерный станок с подвижным порталом) необходимо переместить ось X от нуля до $x+3$, то при этом X -перемещение суппорта с инструментом составит $+3$.



В данном случае положение инструмента относительно обрабатываемой детали составляет $+3$.

Станки, в которых рабочий инструмент перемещается вместе с суппортом в направлении Z , действуют по тому же принципу (рис. 2).

Если необходимо переместить ось Z в отрицательном направлении (например, $z-5$), то суппорт с обрабатываемой деталью должен перемещаться в положительном направлении.

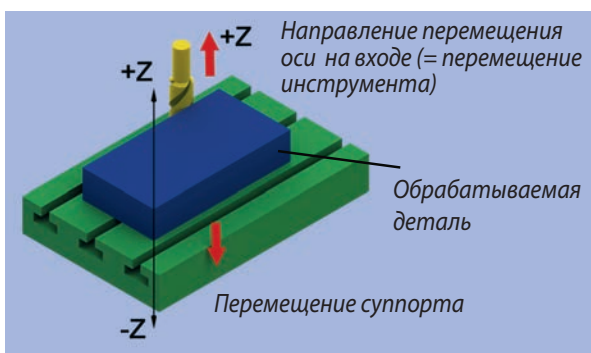


Рисунок 2

Станки с числовым управлением: системы координат

1.4

Токарные станки

Токарные станки имеют 3 рабочие координаты: X, Z и C. Ось вращения шпиндельной бабки – координата C.

Шпиндельная бабка линейно перемещается вдоль оси Z, как во фрезерных станках.

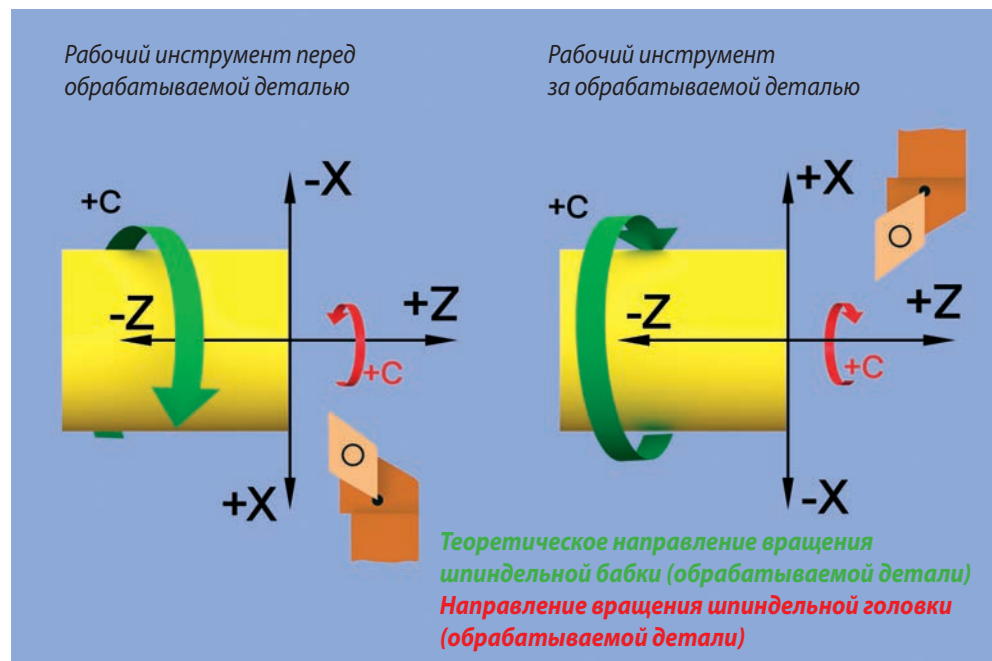


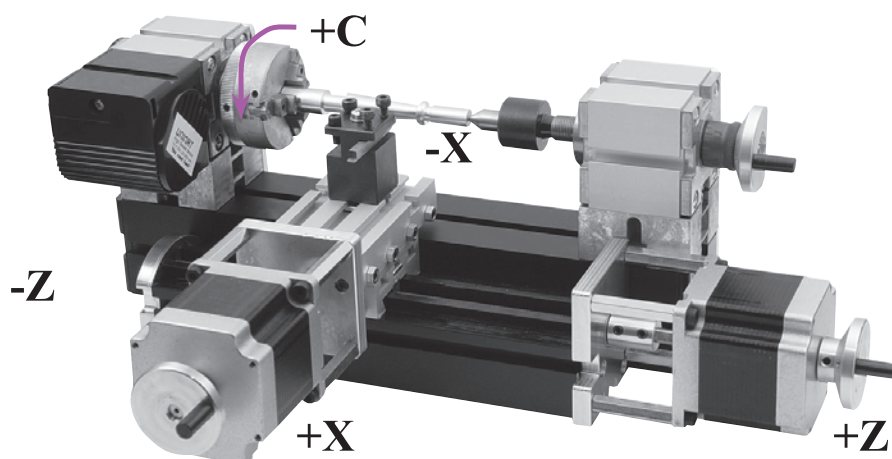
Рисунок 3

Все врезки (перемещения) в обрабатываемую деталь происходят в отрицательном направлении.

На рисунке 3 показано, как в зависимости от положения рабочего инструмента относительно обрабатываемой детали (перед ней или за ней), используются различные системы координат.

Токарный станок с ЧПУ Unimat CNC (Uni-Dreh) имеет систему координат как показано на рисунке 3.

В подавляющем большинстве токарных станков с ЧУ (NC) рабочий инструмент расположен перед станком (обрабатываемой деталью). Однако передовые технологии предлагают размещение рабочего инструмента за обрабатываемой деталью, как в станках Unimat.



Станки с числовым управлением: системы координат

1.4

БАЗИСНЫЕ ТОЧКИ

Исходное положение станка (M) (рис. 4)

В этой точке сходятся нулевые положения всех осей (координат) станка. Положение этой точки изменить невозможно. Датчик линейных перемещений привязан к этой точке.

Базисная точка (R) (рис. 5)

Обычно базисная точка станка и исходное положение станка совпадают. Только в станках, в которых невозможно перемещаться к нулевой точке станка вместе с суппортом (например, в токарных), базисная точка не совпадает с нулевой. Когда суппорт движется к базисной точке, система управления (программное обеспечение) знает, где исходное положение станка. Во многих станках предусмотрены переключатели для установки базисной точки.

Базисная точка инструментальной оправки (T) (рис. 5)

Это точка пересечения оси рабочего инструмента и поверхности, на которую этот инструмент устанавливается.

Исходное положение обрабатываемой детали (W) (рис. 6 и 7)

Это очень важная точка. Без знания этой точки вам придется программировать обработку детали, базируясь на координатах исходного положения станка. Это очень неудобно. Такую программу сложно создать, и при этом будет совершенно невозможно применять один и тот же G-код (программу) на различных станках.

В современных станках все координаты обрабатываемой детали (G-программа) привязаны к исходному положению обрабатываемой детали.

Поэтому вы можете применять один и тот же G-код на различных станках.

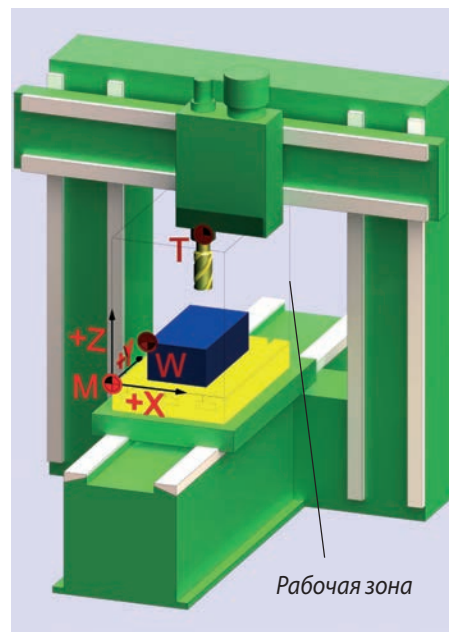


Рисунок 4

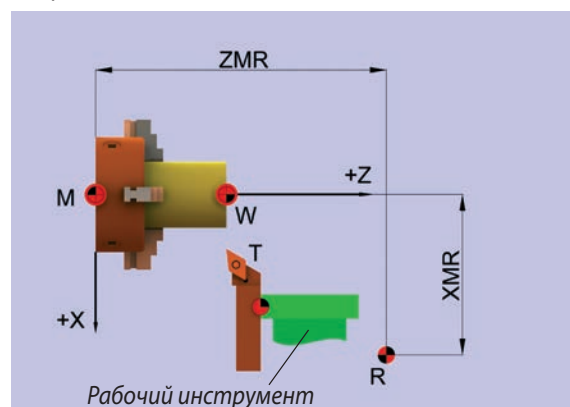


Рисунок 5

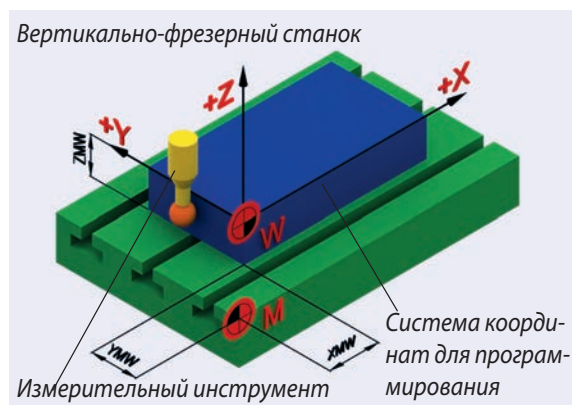


Рисунок 6

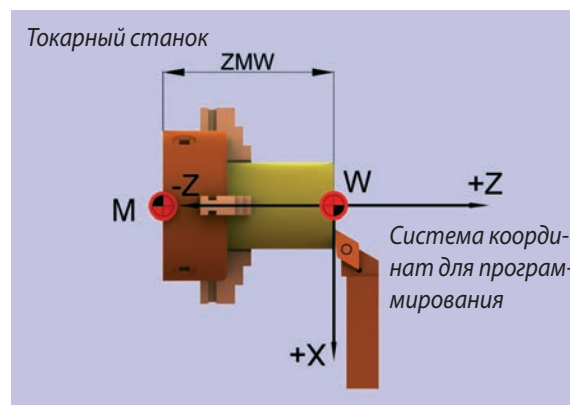
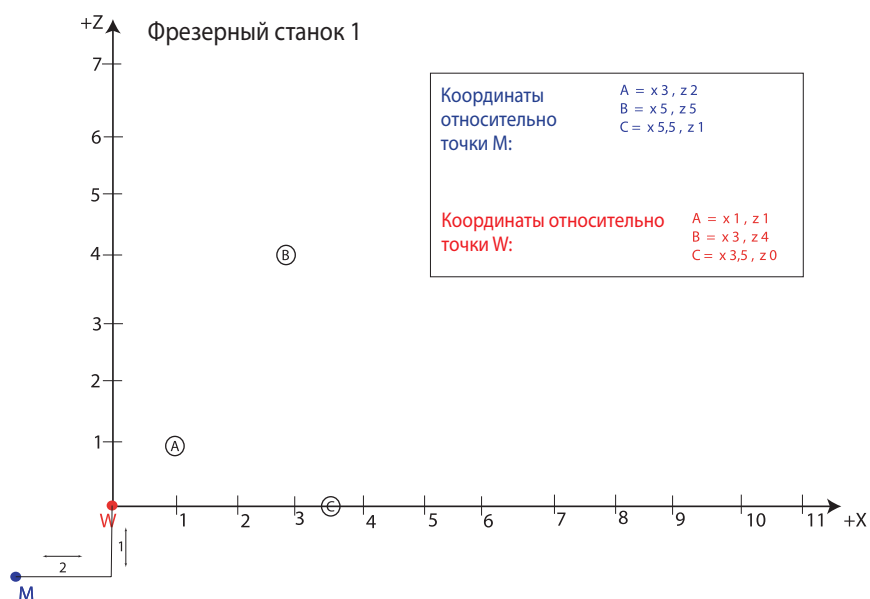
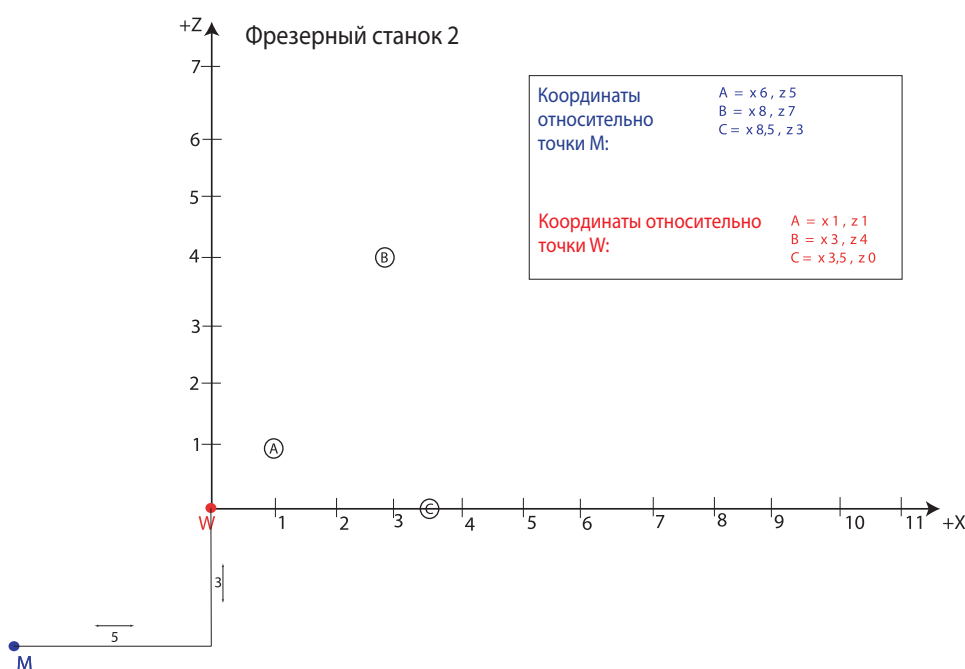


Рисунок 7

Станки с числовым управлением: системы координат

1.4



В системе Unimat можно использовать нулевую (исходное положение) и базисную точки станка, но это не имеет особого смысла, так как система Unimat – модульная и мы не можем использовать базисные переключатели (reference switches).

Каждая программа G-код (чертеж детали) привязана к нулевой точке обрабатываемой детали. Следовательно, необходимо лишь задать нулевую точку обрабатываемой детали. Ее положение, привязанное к самой детали (например, к левому углу, к центру, и т.п.), вставлено как комментарий в файл G-кода. Далее мы рассмотрим такие файлы подробнее.

Управление подачей по заданным точкам (режим позиционного управления)

Эта система управления применяется в сверлильных, перфорационных, штамповочных станках, а также в аппаратах для точечной сварки. При этом подача рабочего инструмента осуществляется не более чем по двум координатам одновременно (то есть, в одной плоскости) – от одного места обработки к другому (рис. 8). В этом случае принимается во внимание лишь конечное положение инструмента (место обработки), а не то, по какой именно траектории этот инструмент перемещается.

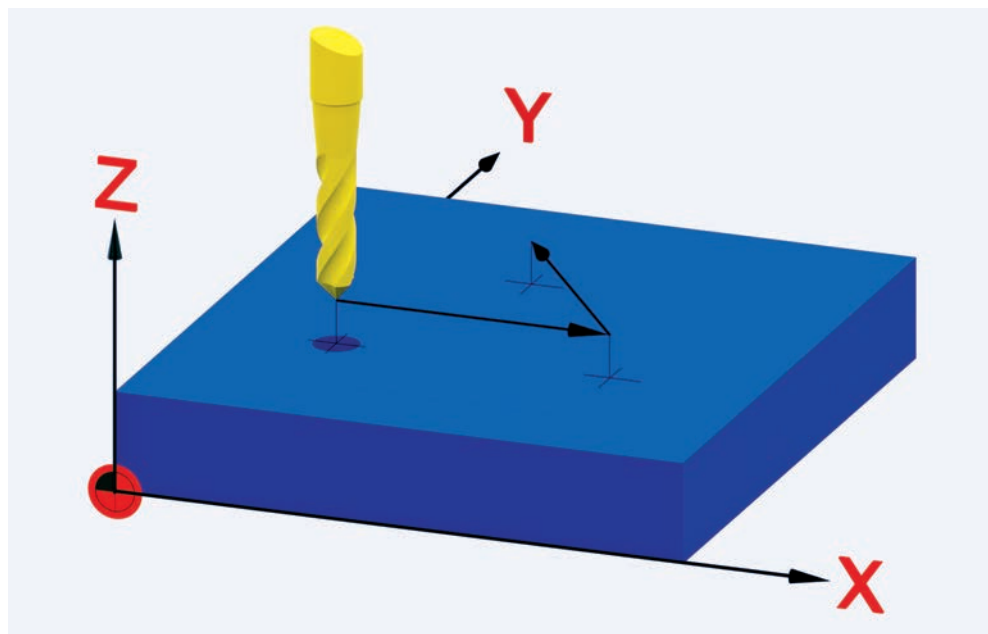


Рисунок 8

Сверло подводится к точке 1, координата Z перемещается вниз и вверх, после чего сверло переводят к точке 2, координата Z снова перемещается вниз и вверх. При этом не важно, по какому именно пути сверло перешло от первой точки ко второй!

Управление подачей по заданному расстоянию

Станок может осуществлять подачу только параллельно какой-либо одной заданной оси. При этом можно получать обработанные поверхности только прямоугольной формы, но не круглой или треугольной (рис. 9).

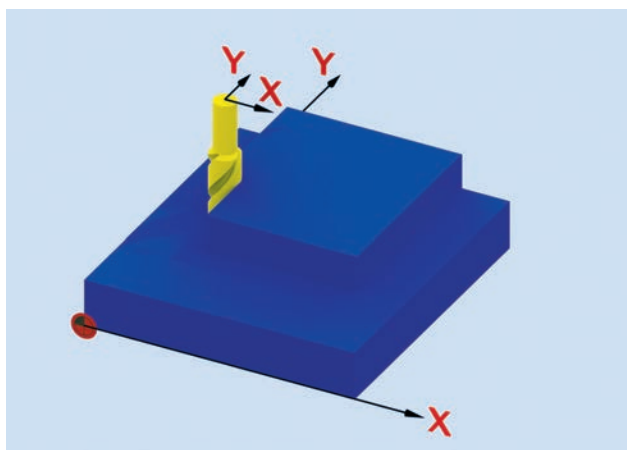


Рисунок 9

Управление подачей по заданному маршруту (режим контурной обработки)

В этом случае подача может осуществляться одновременно по двум и более координатам. Программа интерполирует скорость подачи по координатам, и рабочий инструмент следует точно по заданному маршруту (траектории). При этом важны как конечное положение рабочего инструмента, так и траектория пути, по которому он следует.

2D-слежение

Возможна одновременная подача по двум координатам. Данная система управления – двумерная с фиксированной глубиной обработки (только в плоскости (слое) с координатами X/Y) (рис. 10).

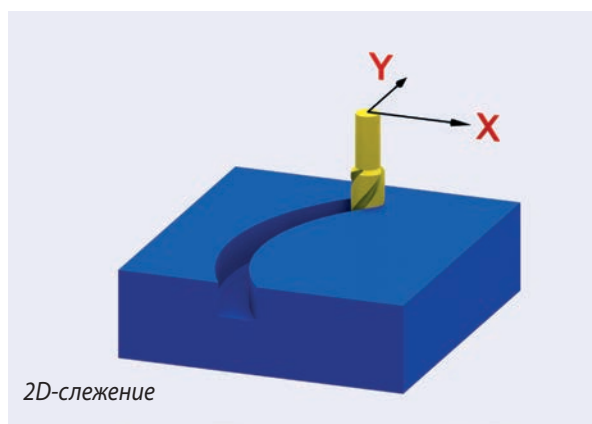


Рисунок 10

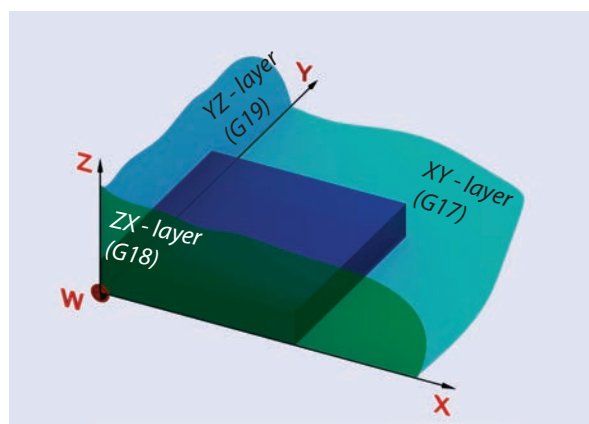


Рисунок 11

2,5 D-слежение

В этом случае также возможна одновременная подача по двум координатам, но при этом допускается фиксированное изменение плоскости обработки (слои X/Y, Z/X, Y/Z) (рис. 11). Вы можете выбрать плоскость обработки и запустить G-программу.

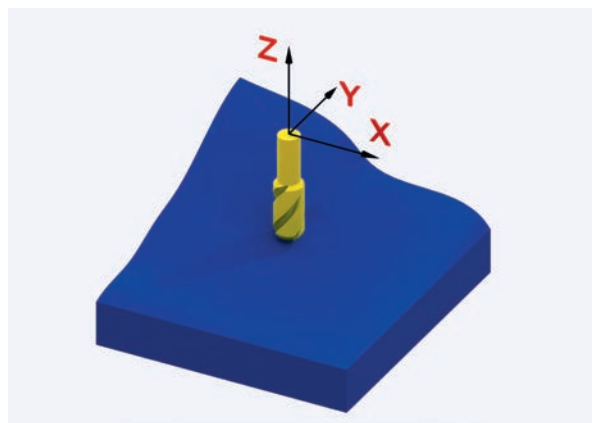


Рисунок 12

3D-слежение

Данная система управления может осуществлять подачу одновременно по трем и более координатам (рис. 12). Большинство современных центров станочной обработки способно работать одновременно по 5 координатам.

Программное обеспечение CoolCNC является 3D-системой управления!

Программное обеспечение CoolCNC Linux может управлять обработкой (производить подачу) по 8 координатам.

Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

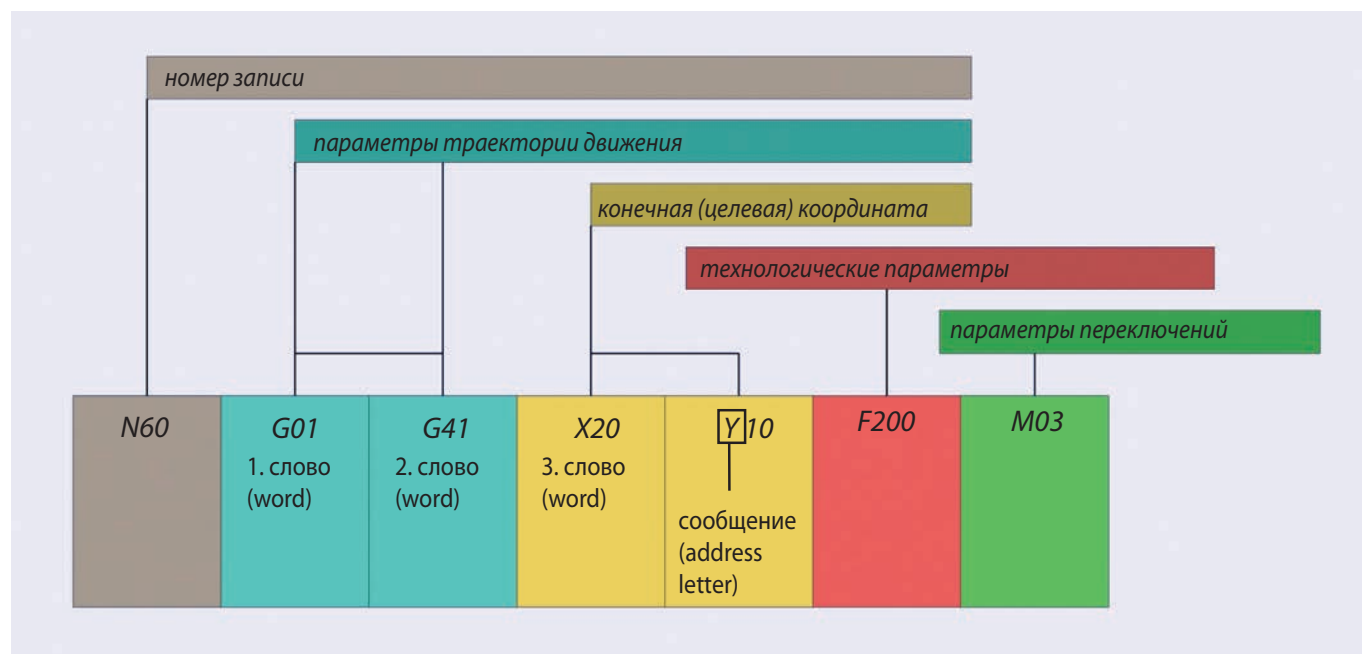
Программы можно создавать:

- Вручную в любом текстовом редакторе или при помощи интерфейса пользователя на станке с ЧПУ.
- Автоматически, используя любое программное обеспечение САМ для преобразования чертежей CAD в программу ЧУ (NC).

В настоящее время, как правило, G –код генерируют при помощи программного обеспечения САМ. При этом очень важно понимание G-программирования, что требуется, например, для отладки программ.

Основные параметры:

N		Номер записи.
Gxx		Параметры траектории движения (линейное или круговое).
X, Y,		Геометрические параметры.
F,S,T		Технологические параметры (скорость подачи, скорость обработки, рабочие инструменты).
M		Параметры переключений (включение и выключение двигателей и т.п.).



Перечень команд, применимых в программном обеспечении CoolCNC Linux

Код	Описание	Параметры
G0	Координированная скорость прямого перемещения	-
G1	Координированная скорость прямой подачи	-
G2, G3	Координированная скорость геликоидальной (винтообразной) подачи	I, J, K или R
G4	Остановка (с выдержкой времени в конце хода рабочего органа)	P
G7, G8	Режим обработки по диаметру или радиусу	-

Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

Параметры описания программы (Code Description Parameters)

Код	Описание	Параметры
G10 L1	Настройка инструментов в накопителе планшайба	P, R, X, Z
G10 L2	Исходные установочные параметры системы координат	P, X, Y, Z, A, B, C
G17	Плоскость XY	-
G18	Плоскость ZX	-
G19	Плоскость YZ	-
G20	Дюймы	-
G21	Миллиметры	-
G28	Вернуться к...	-
G30	Вернуться к...	-
G33	Синхронизированное движение шпинделя	K
G33.1	Жесткое нарезание резьбы	K
G38.2 - .5	Контактное измерение (при помощи измерительного щупа)	-
G40	Отмена коррекции на режущий инструмент	-
G41	Коррекция на режущий инструмент влево	-
G42	Коррекция на режущий инструмент вправо	-
G41.1	Коррекция на режущий инструмент переходная	D, L
G42.1	Коррекция на режущий инструмент переходная	D, L
G43	Применить коррекцию на длину инструмента	H
G49	Отменить коррекцию на длину инструмента	I, K
G53	Движение в системе координат станка	-
G54 - G59	Выбрать систему координат	-
G59.1	Выбрать систему координат	-
G61	Режим обработки	-
G61.1	Точная остановка в режиме обработки	-
G64	Режим контурной обработки с допустимыми отклонениями	P
G73	Цикл сверления с дроблением стружки	R, L, Q
G76	Многопроходное нарезание резьбы (для токарного станка)	P, Z, I, J, R, K, Q, H, L, E
G80	Отмена режимов перемещения	
G81	Отмена цикла сверления	R, L, P
G82 - G89	Отмена стандартных циклов	R, L, P, Q
G90	Режим абсолютного перемещения (Absolut Distance Mode)	-
G91	Интерполировать режим перемещения	-
G92	Сдвиг систем координат и настройка параметров	X, Y, Z, A, B, C
G92.1 - .2	Отменить сдвиги	-
G92.3	Применить параметры к сдвигу систем координат	-
G93	Режимы подачи	-
G94	Режимы подачи (мм/мин.)	-
G95	Режимы подачи (мм/U) (mm/U)	-

Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

Код	Описание	Параметры
G96	Постоянная скорость на поверхности	D, S
G97	Режим RPM (об/мин)	
G98, G99	Стандартный цикл Z режима отвода (рабочего инструмента)	
F	Подача	
S	Скорость	
M0	Пауза	
M1	Пауза	
M2	Завершение программы	
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке	S
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки	S
M5	Остановка шпинделя	-
M6	Смена инструмента T = номер инструмента	T
M7	Включить распыление (Mist on)	-
M8	Включить подачу СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкости) (Flood on)	-
M9	Полностью перекрыть подачу СОЖ	-
M30, M60	Устройство автоматической смены спутников (челночного типа) вертикального (многоцелевого) станка	-
M48 - M53	Ручная коррекция (запрограммированного параметра), управление с блокировкой автоматики	P
M61	Задать номер используемого в данный момент (текущего) инструмента	Q
M62 - 65	Выходной контроль	P
M66	Входной контроль	P, E, L, Q
M100 - 199	Заданные пользователем M-коды	P, Q
O	O коды	-

Более подробную информацию об использовании кодов можно найти на веб-сайте www.linuxcnc.org.

Команды G0 / G00

Быстрый линейный режим – станок осуществляет подачу на максимальной скорости.

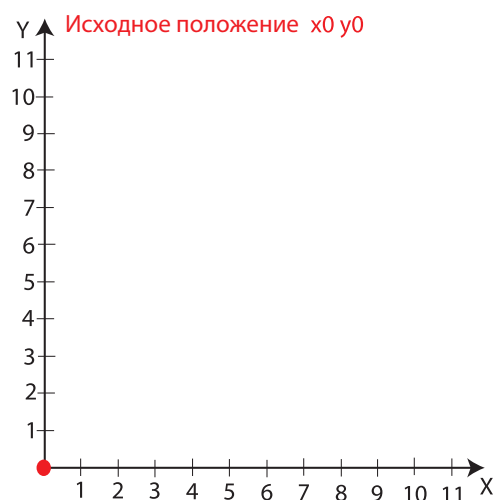
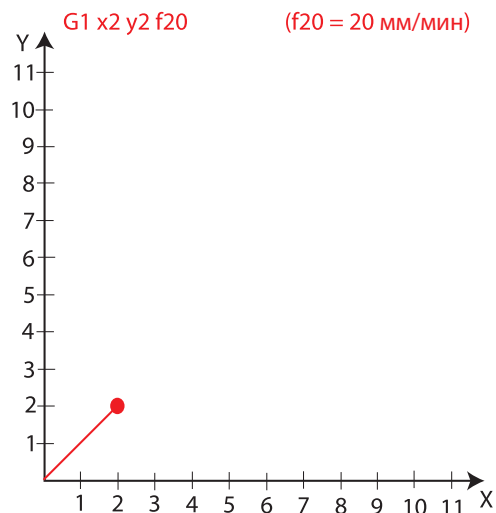
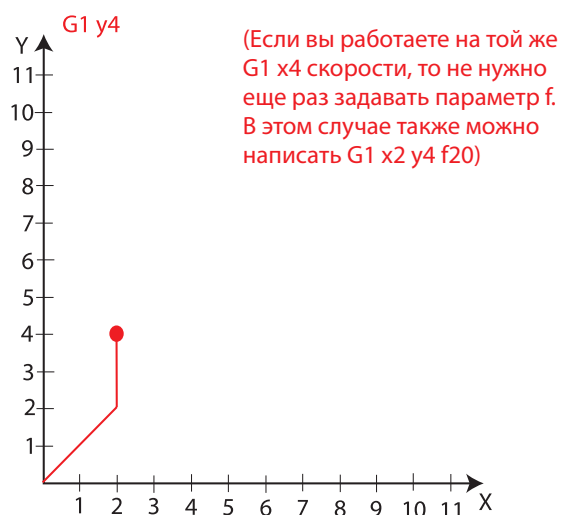
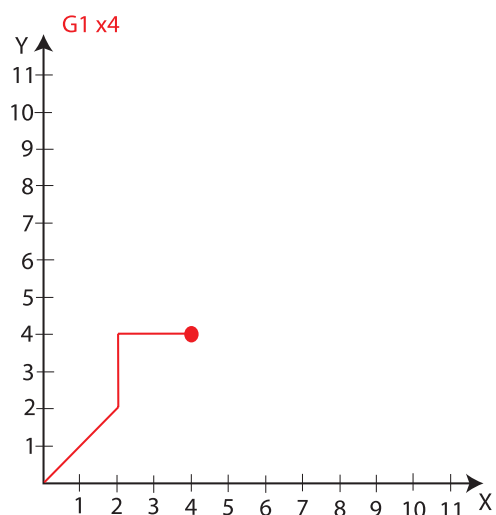
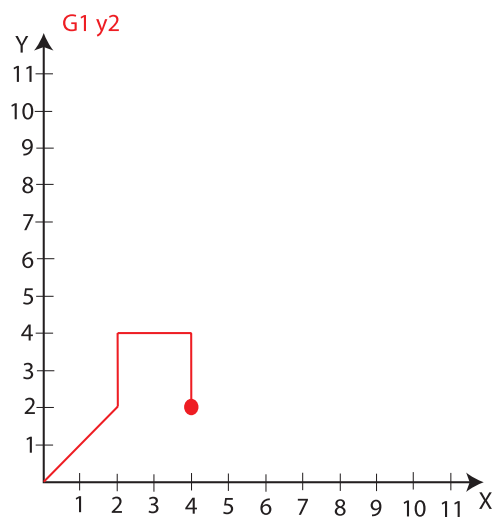
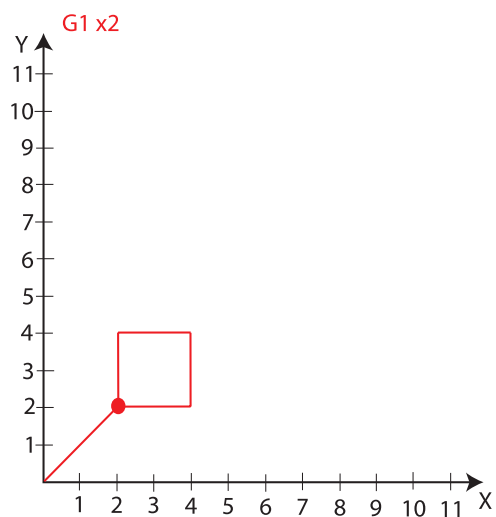
Команды G1 / G01

Линейное интерполированное движение. Также необходимо задать скорость.

Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

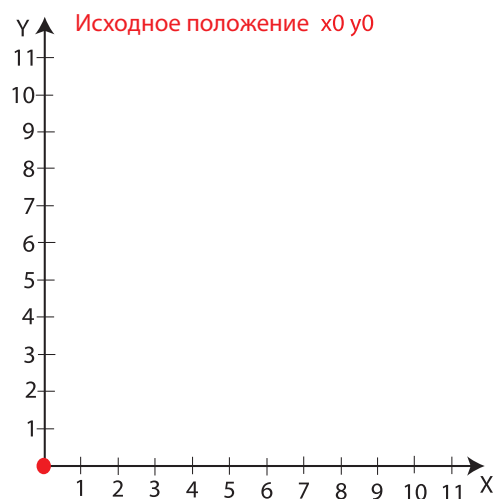
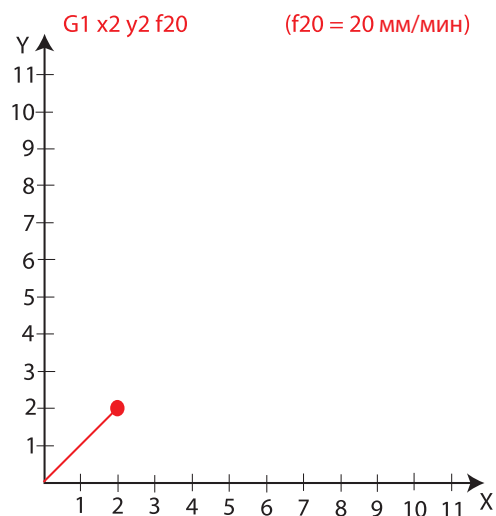
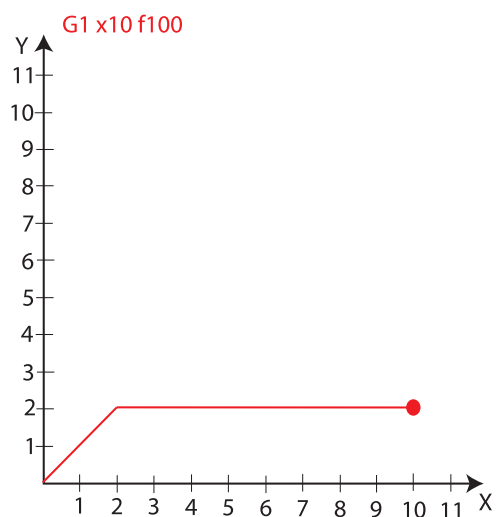
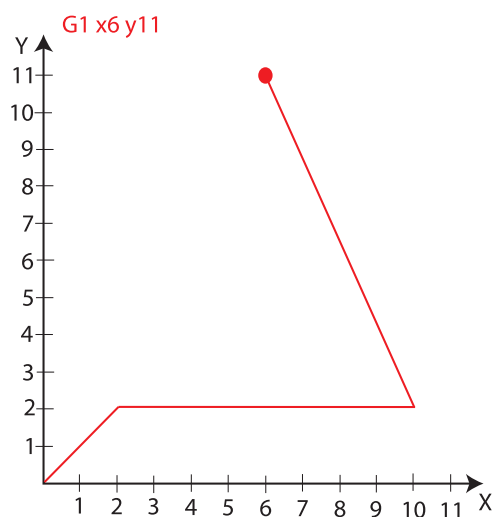
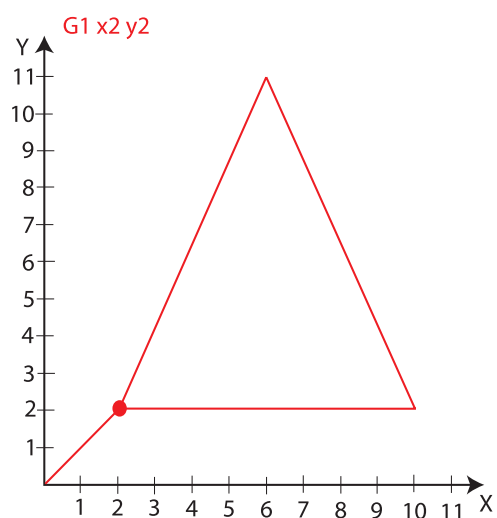
Пример 1



Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

Пример 2



Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

Команды G2 и G3 / G02 и G03

Интерполированное круговое перемещение. Также необходимо задать скорость.

G2/G02 – это круговое перемещение по часовой стрелке.

G3/G03 – это круговое перемещение против часовой стрелки.

По команде G02 рабочий инструмент начинает перемещаться в направлении по часовой стрелке по круговой траектории из исходной точки (текущее положение инструмента) к заданной конечной точке в выбранной плоскости (см. команды G17-G19). Параметры I, J и K представляют постепенно увеличивающиеся (приращиваемые) расстояния X, Y и Z (соответственно) от исходной точки до центра описываемой инструментом дуги (рис. 13).

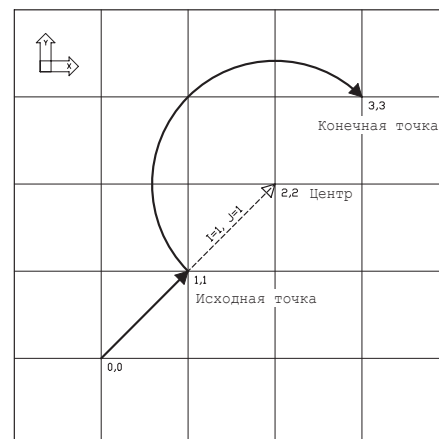


Рисунок 13

Пример

G1 x1 y1 f3

G2 x3 y3 i1 j1

Рабочий инструмент перемещается в положение, описываемое координатами X=1, Y=1 со скоростью подачи 3 дюйма/мин. Рабочий инструмент перемещается по интерполированной круговой траектории (с центром с координатами X=2, Y=2) по часовой стрелке в положение, описываемое запрограммированными координатами X=3, Y=3 со скоростью подачи 3 дюйма/мин.

Расстояние до центра описываемой инструментом дуги также можно точно определять, задавая радиус при помощи параметра R (рис. 14). Вообще-то такой способ проще, чем определение точных значений I, J и K. По определению, любой заданный радиус может описать две возможные дуги: первая – изгибающуюся под углом менее 180 градусов; вторая – изгибающуюся под углом более 180 градусов (рис. 14). Чтобы получить угол менее 180 градусов, задайте положительное значение параметра R, а чтобы получить угол более 180 градусов, задайте отрицательное значение параметра R.

G1 x1 y1 f3

G2 x2 y2 r1 (или r-1)

Рабочий инструмент перемещается в положение, описываемое координатами X=1, Y=1 со скоростью подачи 3 дюйма/мин.

Рабочий инструмент перемещается по интерполированной круговой траектории (с центром с координатами X=2, Y=2) по часовой стрелке в положение, описываемое запрограммированными координатами X=2, Y=2.

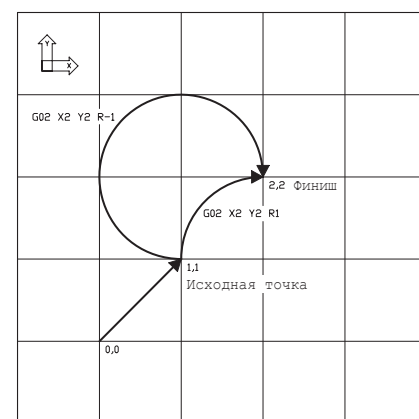


Рисунок 14

При использовании слова R, необходимо принимать во внимание следующее:

- Если дуга изгибается под углом точно 180 градусов, то уже не важно, какое значение имеет параметр R – отрицательное или положительное.
- Если конечная точка совпадает с исходной, то программное обеспечение CoolCNC будет игнорировать команду до тех пор, пока не будет определена центральная точка.

Создание программ числового управления:

основные сведения

1.6

Вы можете использовать команду G02 для задания геликоидального (винтового, спирального) перемещения (так называемая, винтовая интерполяция). При этом круговое перемещение, рассмотренное ранее, объединяется с линейным поступательным перемещением, направленным перпендикулярно плоскости, в которой инструмент описывает дугу. Например, круговое движение в плоскости XY комбинируется с поступательным движением вдоль оси Z, в результате чего инструмент движется по спирали.

Для задания такого движения по спирали, введите в команду параметры X, Y или Z, чтобы обозначить конечную точку для линейного перемещения. В следующем примере параметр Z был введен в команду G02 для дуги в плоскости XY.

```
G1 x1 y1 z1 f3
```

```
G2 x3 y3 z2 i1 j1
```

Рабочий инструмент перемещается в положение, описываемое координатами X=1, Y=1, Z=1 со скоростью подачи 3 дюйма/мин. Рабочий инструмент перемещается по интерполированной круговой траектории (с центром, имеющим координаты X=2, Y=2) по часовой стрелке в положение, описываемое запрограммированными координатами X=3, Y=3, и одновременно с этим инструмент перемещается по прямой вдоль оси Z в точку Z=2.

Точность геликоидального перемещения относительно теоретически идеальной спирали контролируется настройкой функции **Helical Interpolation Accuracy (Точность геликоидальной интерполяции)** на панели G-программирования в диалоговом окне **Configuration (Настройки)** (см. «G-Code Settings» («Настройки G-кода») в разделе **Initial Setup (Начальные настройки)**)).

При использовании команды G02, необходимо принимать во внимание следующее:

- Это модальная команда, подразумевающая, что все последующие перемещения будут производиться как круговые с подачей по часовой стрелке до тех пор, пока не поступит другая модальная команда (G00, G01 или G03).
- Интерпретация координат X, Y и Z на самом деле зависит от команд G90/ G91. Команды G90/G91 не изменяют значения параметров I, J и K.
- Рабочий инструмент будет перемещаться с текущей скоростью подачи, заданной командой F, отданной последней.
- Когда действует команда G17, обработка может производиться только по дуге, проходящей в плоскости XY. Когда действует команда G18, обработка может производиться только по дуге, проходящей в плоскости XZ. Когда действует команда G19, обработка может производиться только по дуге, проходящей в плоскости YZ. Инструмент не может перемещаться по дугам, направленным по осям A или W.
- Положительный конец неиспользуемой оси (это ось, расположенная не в плоскости перемещения) показывает направление перемещения по часовой стрелке. Например, дуга, описываемая по команде G02, проходит в плоскости XY по часовой стрелке, как это можно увидеть по положительному концу оси Z (то есть, сверху). На рисунке 15 показано поведение дуг во всех трех плоскостях.

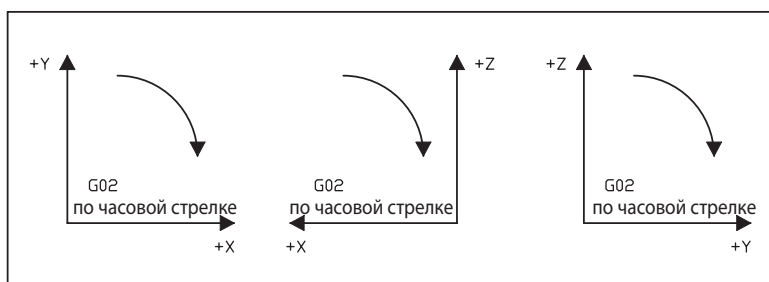


Рисунок 15

Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

В некоторых случаях дуга, поворачивающаяся по часовой стрелке, как это было рассмотрено ранее, будет показана в демонстрационном окне поворачивающейся против часовой стрелки. Например, в приложениях для токарного станка, настройка **Lathe Tool** (Инструмент «Токарный станок») (на панели **Machine Tool (Станок)** диалогового окна **Configuration (Настройки)**) определяет, как направлено положительное перемещение по X – вверх или вниз – в демонстрационном окне ZX. Если задать настройку **Lathe Tool (Инструмент «Токарный станок») – Near Side (Ближняя сторона)**, то положительное перемещение по оси X будет направлено вниз, а дуга G02 будет показана на экране, загибающейся против часовой стрелки (рис. 16).

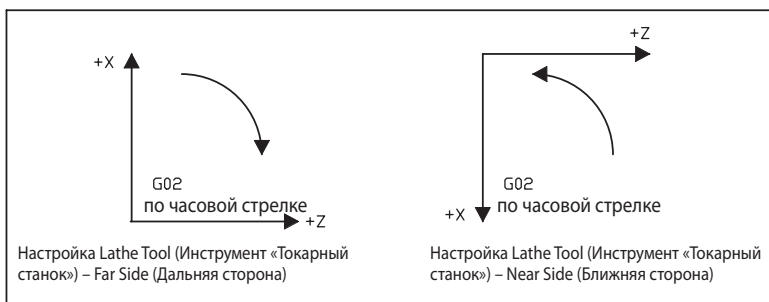


Рисунок 16

Команда G03 идентична команде G02, но по ней рабочий инструмент перемещается по дуге, идущей против часовой стрелки, а не по часовой стрелке (рис. 17).

Пример

G1 x1 y1 f3

G3 x3 y3 i1 j1

Рабочий инструмент перемещается в положение, описываемое координатами X=1, Y=1 со скоростью подачи 3 дюйма/мин. Рабочий инструмент перемещается по интерполированной круговой траектории (с центром, имеющим координаты X=2, Y=2) против часовой стрелки в положение, описываемое запрограммированными координатами X=3, Y=3 со скоростью подачи 3 дюйма/мин.

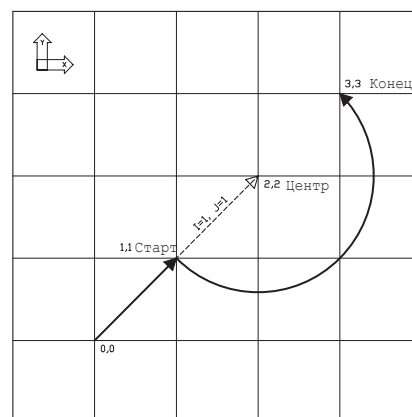


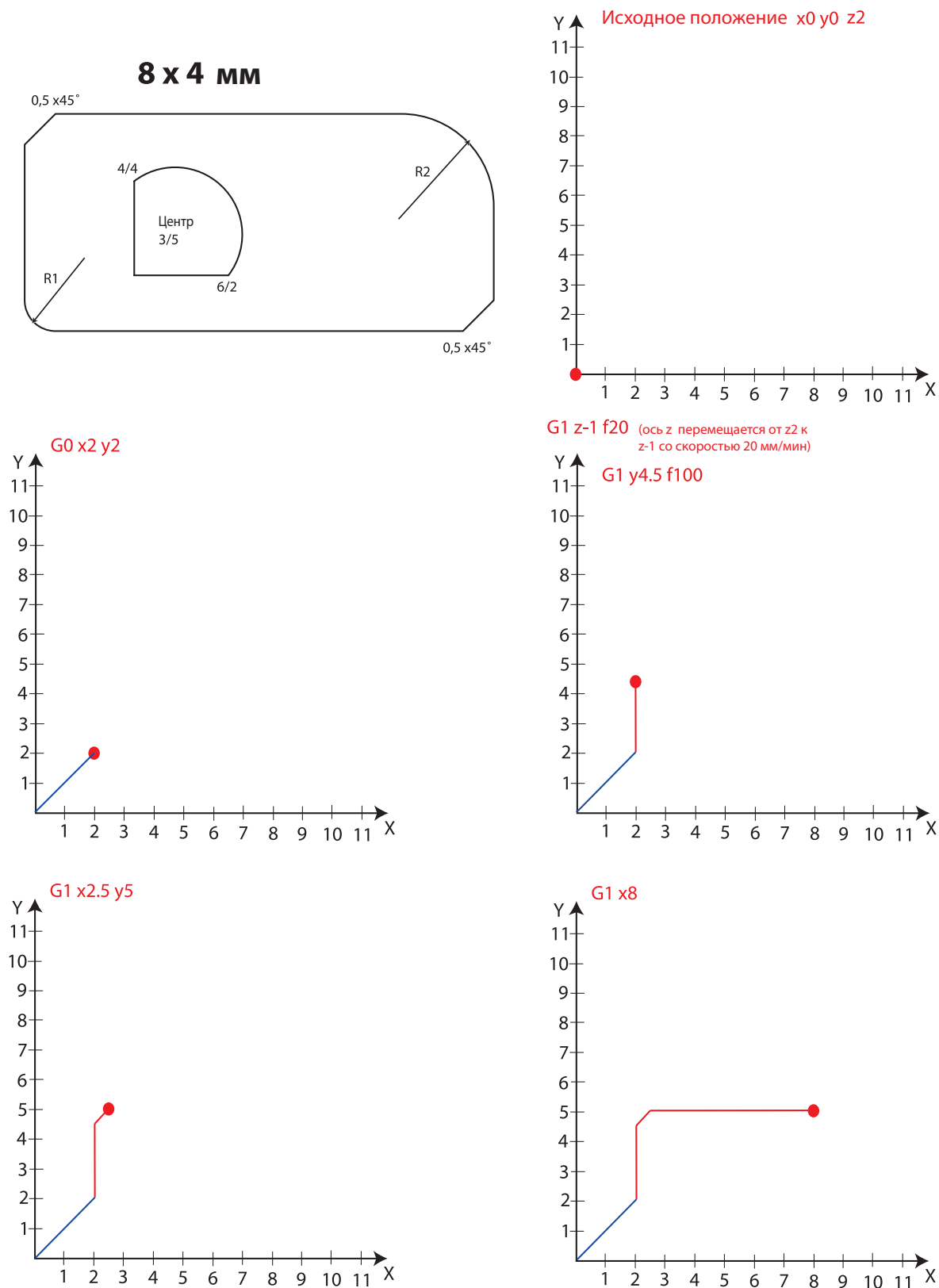
Рисунок 17

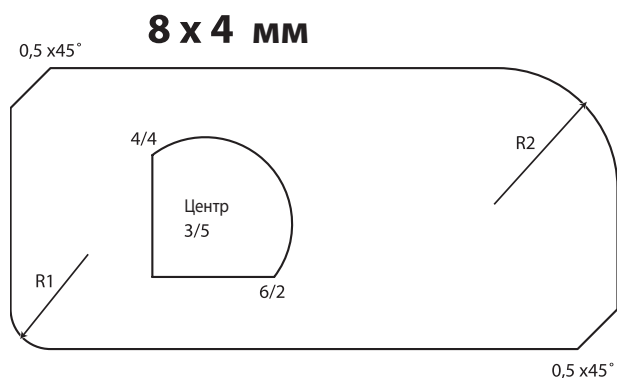
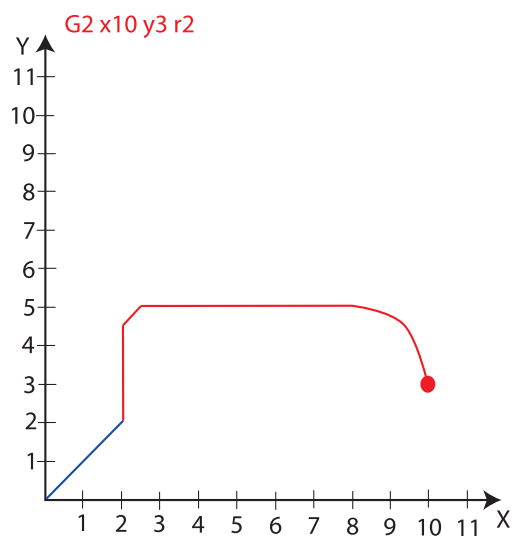
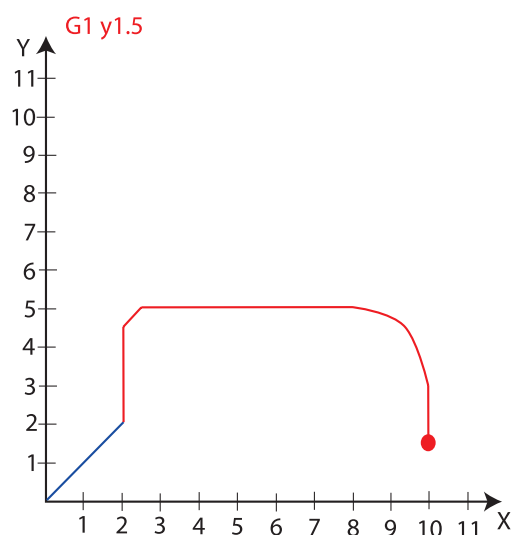
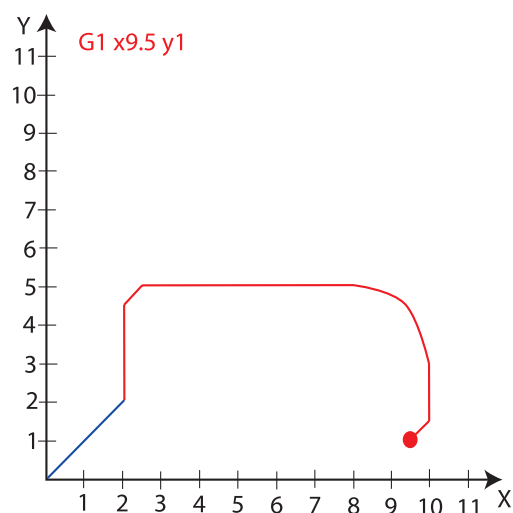
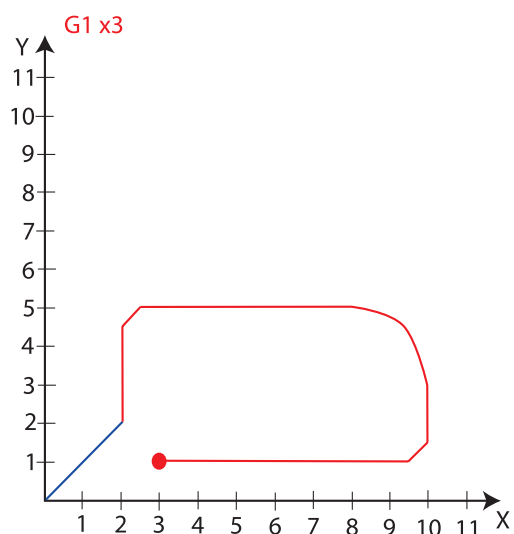
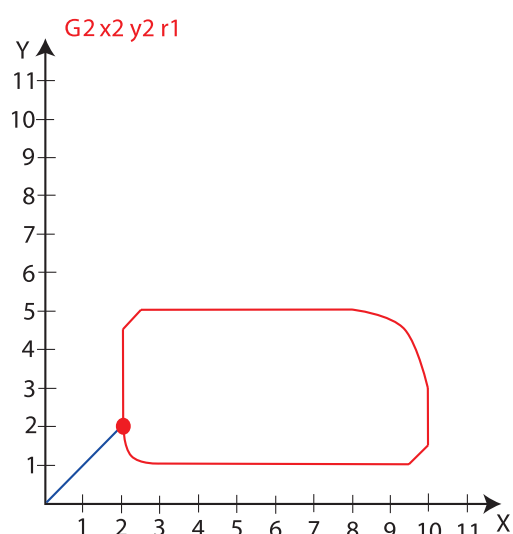
Программное обеспечение Cool CNC может работать с параметрами I, J и K, а также с параметром **R** (радиус).

Создание программ числового управления: основные сведения

1.6

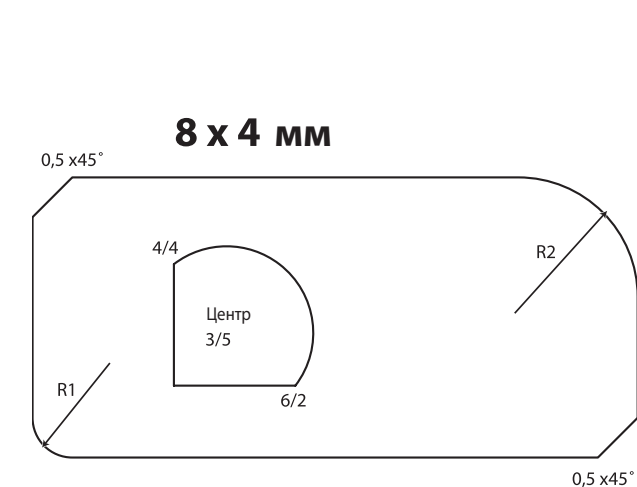
Пример 3



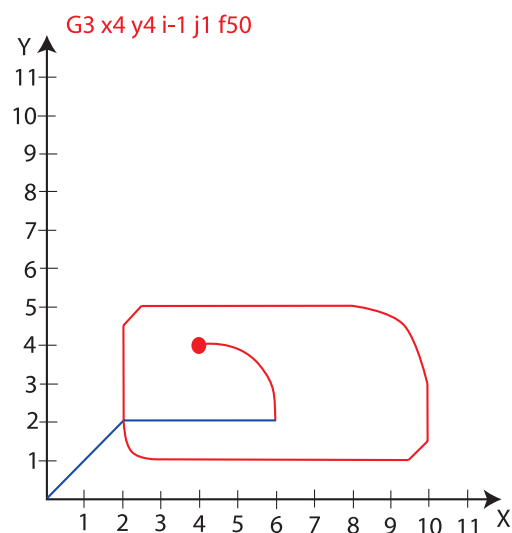
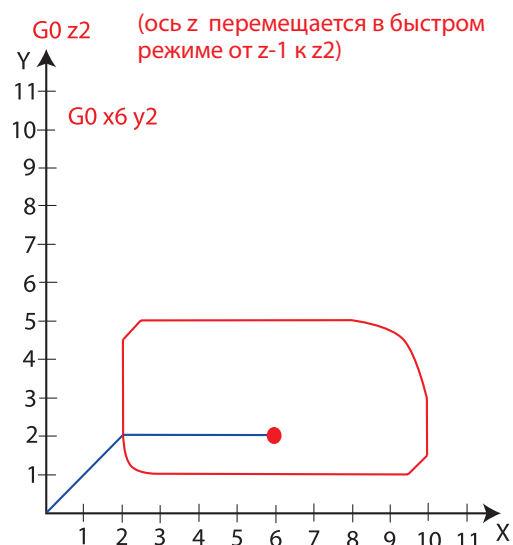
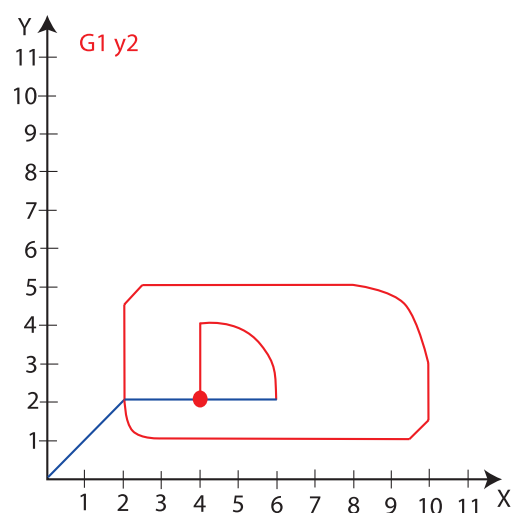
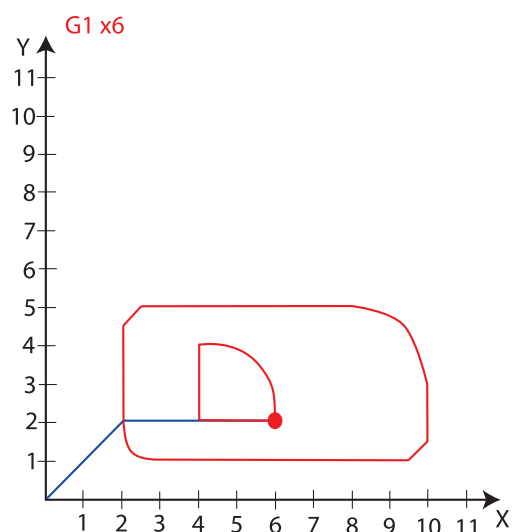


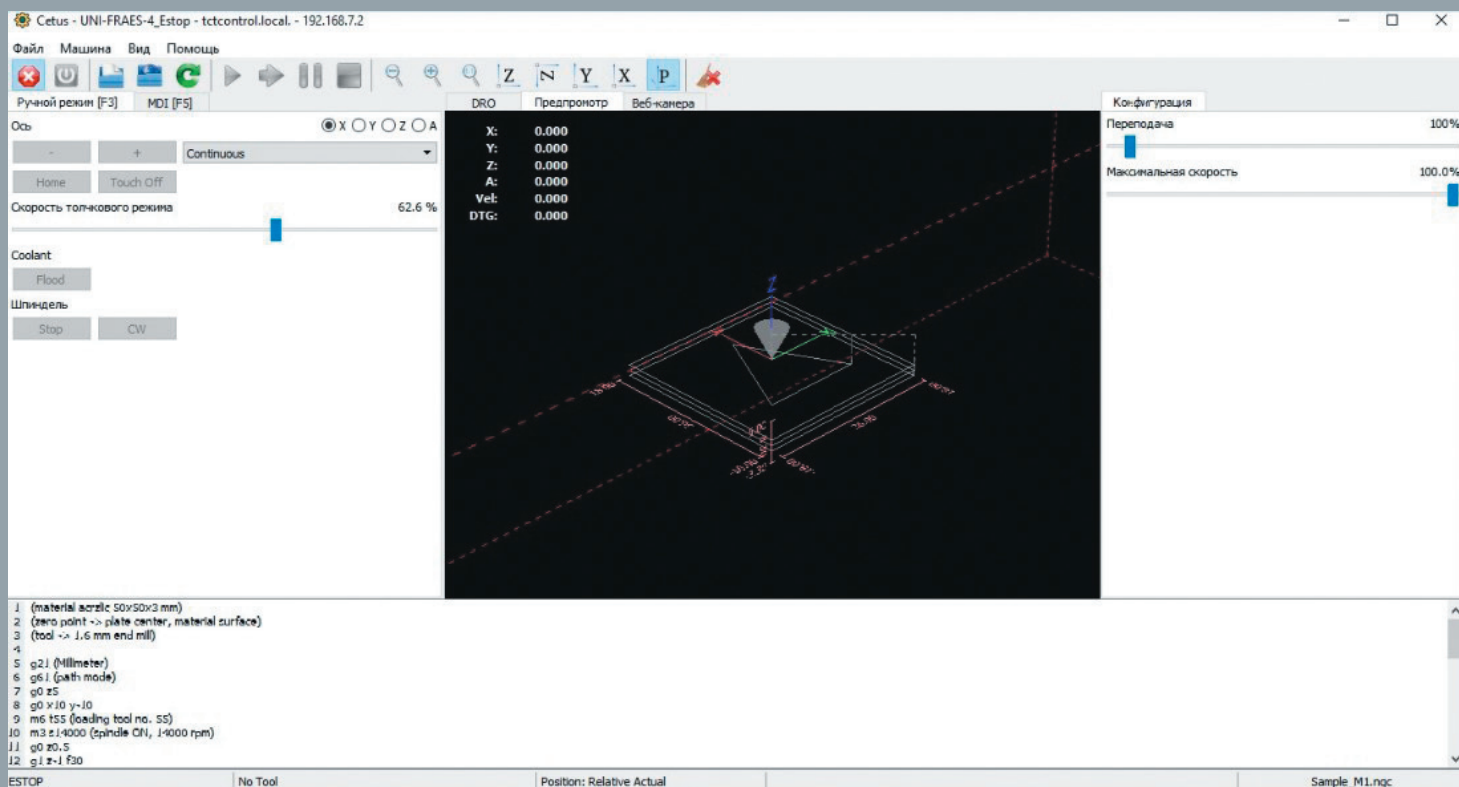
Создание программ числового управления: основные сведения

1.6



G1 z-1 f20 (ось z перемещается от z2 к z-1 со скоростью 20 мм/мин)





2. Программное обеспечение CoolCNC LINUX (Machinekit)



Общие рекомендации по использованию блока управления TCTControl

Блоки управления TCTControl поставляются в 4- или 6-осном варианте. Оба варианта имеют выходы для шаговых двигателей, а также USB-клиент, USB-хост, 10/100 ethernet, вход кнопки аварийного отключения, 6х входов сигнала (например, для концевых выключателей), выход управления шпинделем, 2 релейных выхода, порт UniPrint3D и разъем питания (адаптер переменного тока входит в комплект поставки).

ВНИМАНИЕ!

- 1) Никогда не подключайте и не отключайте шаговые двигатели во время работы. Сначала необходимо выключить «МАШИНУ» [3]. Это также относится ко всем другим входам и выходам на задней панели.
- 2) Используйте блок управления в сухом помещении при температуре окружающей среды от -10 до +35 °C.
- 3) Используйте только входящие в состав набора шаговые двигатели.
- 4) Включайте «МАШИНУ» только после запуска управляющего программного обеспечения Machinekit (Cetus/Machineface). Для симуляции проектов на экране выключите «МАШИНУ».



1. Кнопка включения/выключения (программная часть).
2. Подключение к ПК (USB).
3. ВКЛ/ВЫКЛ (шаговые двигатели).
4. Сетевое подключение.
5. USB-порт для подключения адаптера WLAN, флеш накопителей.
6. Индикатор состояния:

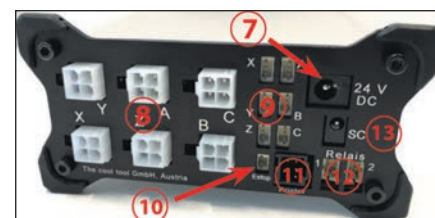


Горит синий индикатор

Программное обеспечение TCTControl работает.

Горят синий и красный индикаторы

Приложение ЧПУ работает статус программного обеспечения -> питание машины включено (Кнопка ВКЛ./ВЫКЛ. без функции)



7. Разъем питания (адаптер 24 В).
8. Разъемы для подключения управляемых осей (шаговых двигателей).
9. Дополнительные входы.
10. Разъем для подключения кнопки аварийной остановки Е-стоп (артикул 164425CNC).
11. Разъем для подключения UniPrint3D.
12. Выходы 1 + 2 (сигнал 24 В).
13. Выход управления шпинделем (0-10 В).

Подключите TCTControl к ПК используя прилагаемый USB-кабель.

Дождитесь подключения.

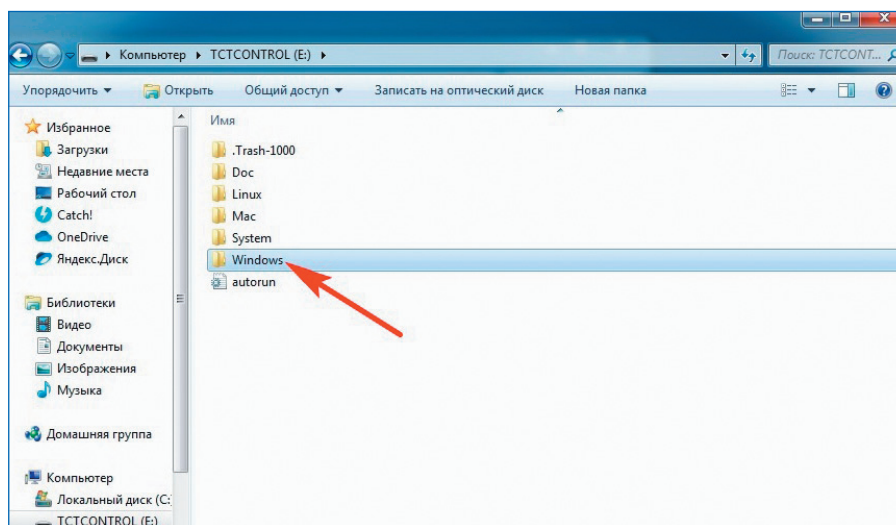
Контроллер должен появиться как съемный носитель.
(Для ПК с Windows 7 или выше).



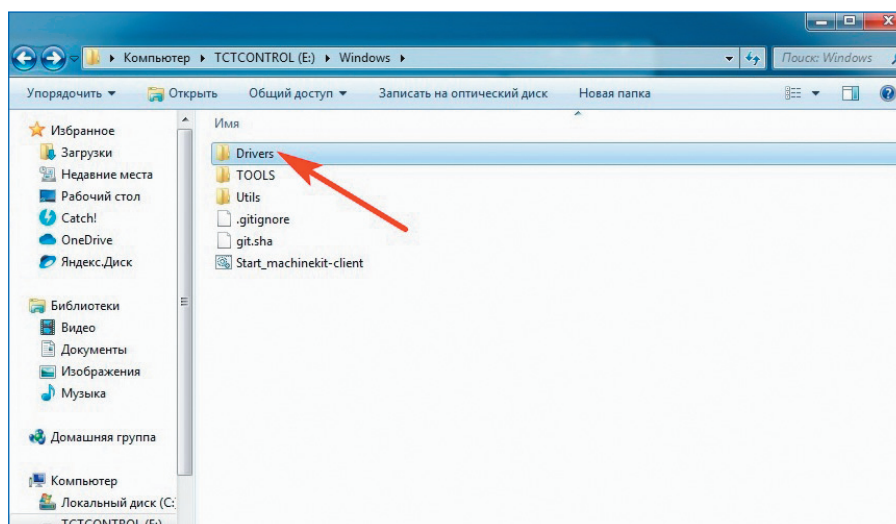
Для пользователей Win8 и Win10:

Прежде чем продолжить отключите проверку подписи драйвера, или перейдите по ссылке для просмотра инструкции <https://youtu.be/y-rFVQpIUWs>

Откройте папку **Windows** (или вашу операционную систему) на TCTControl.

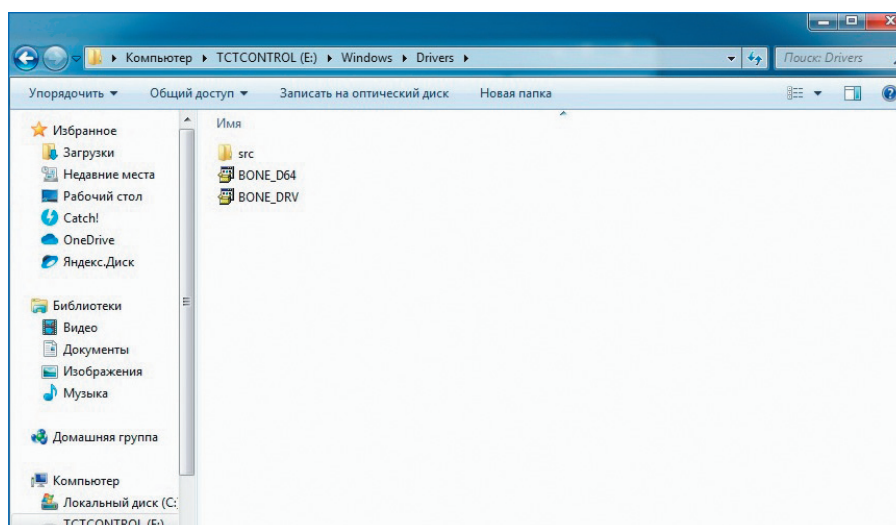


Зайдите в папку **Drivers**

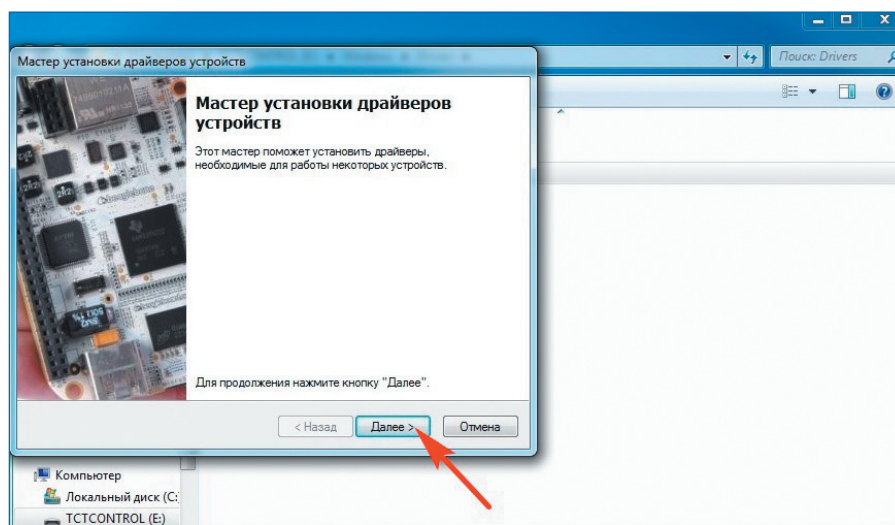


Запустите драйвер 64bit или 32bit (зависит от разрядности вашей операционной системы).

start «BONE_DRV» for 32bit OS
start «BONE_D64» for 64bit OS



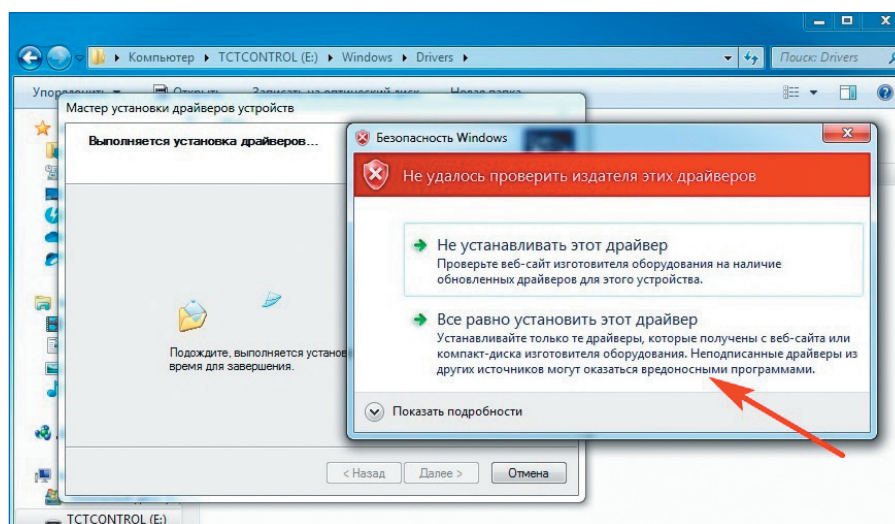
Нажмите **Далее**



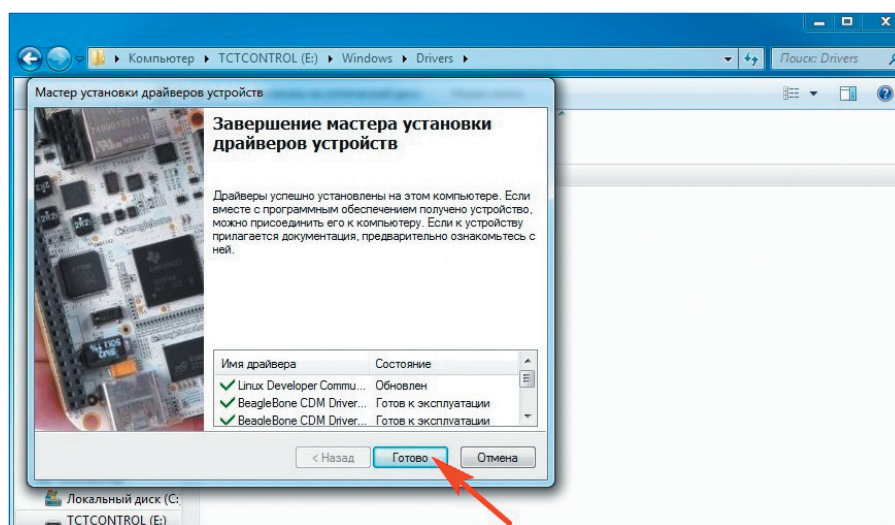
Нажмите **Все равно установить этот драйвер!**

(повторить несколько раз)

Также подтвердите все сообщения брандмауэра и антивирусного сканера, касающиеся TCTControl.



Нажмите **Готово**

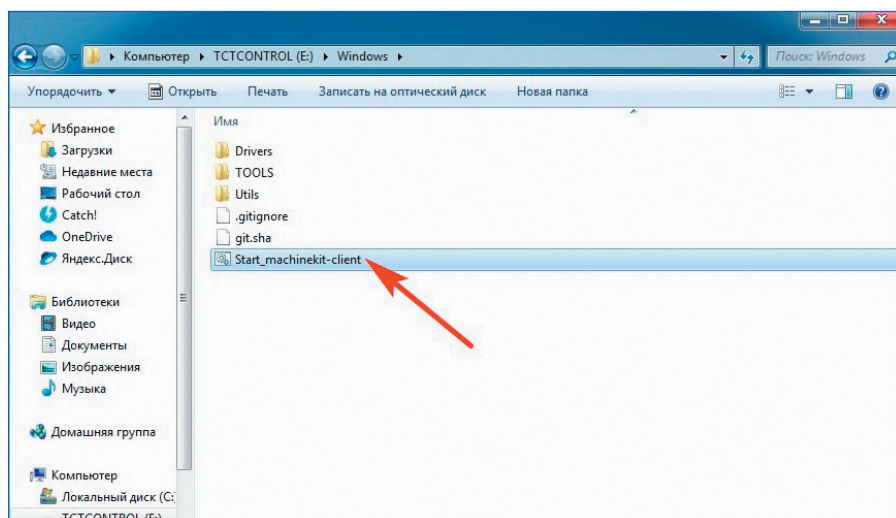


Вариант А:

Запустите **Machinekit-client** непосредственно из TCTControl.

Путь:

TCTControl\Windows\start «Start_machinekit-client.bat»

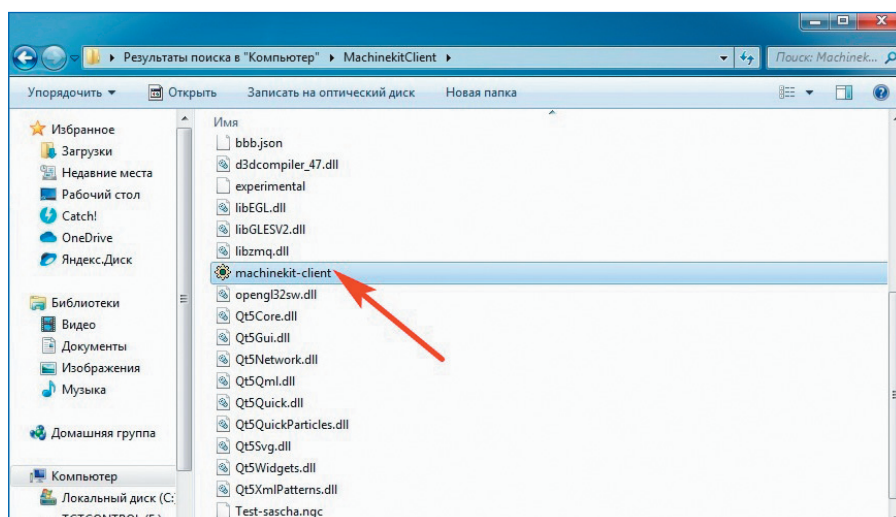


Вариант В:

Запустите **Machinekit-client** из вашей системы Windows.

Путь:

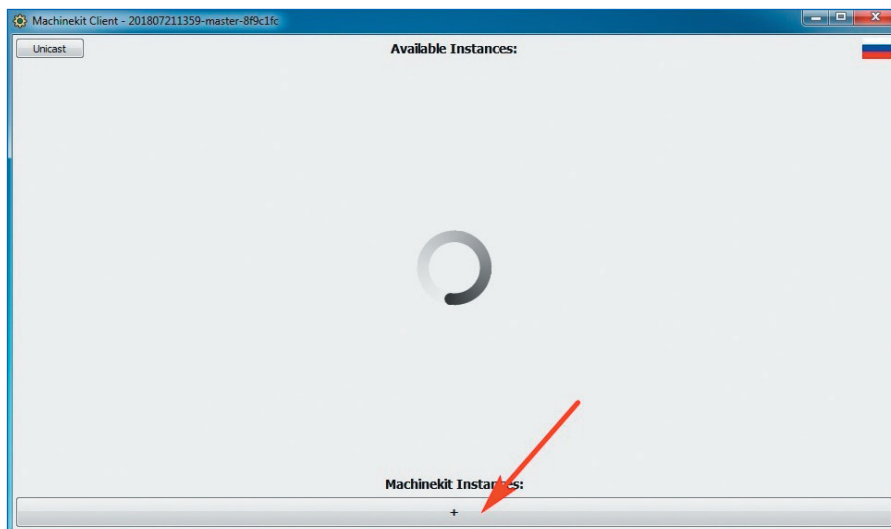
TCTControl\Windows\Utils
скопируйте папку
«*MachinekitClient*»
в вашу систему (например,
на рабочий стол), откройте папку
и запустите **machinekit-client.exe**.



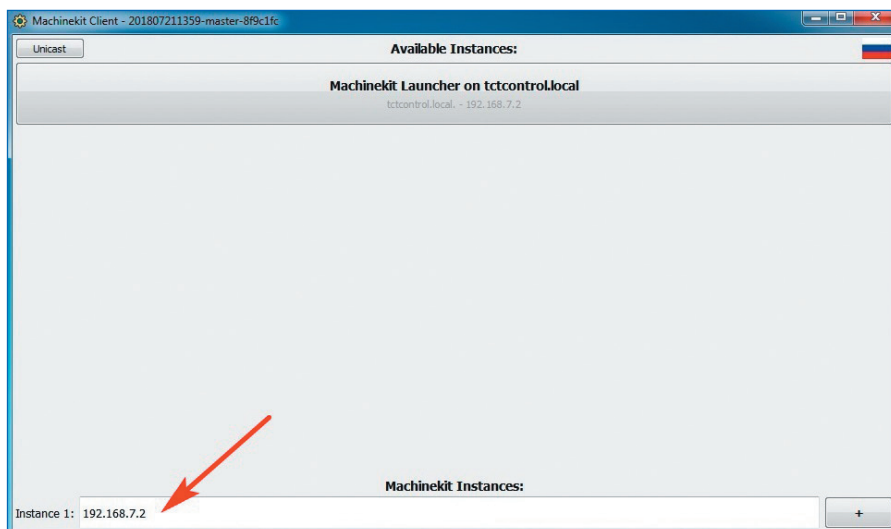
Запуск **Machinekit**.



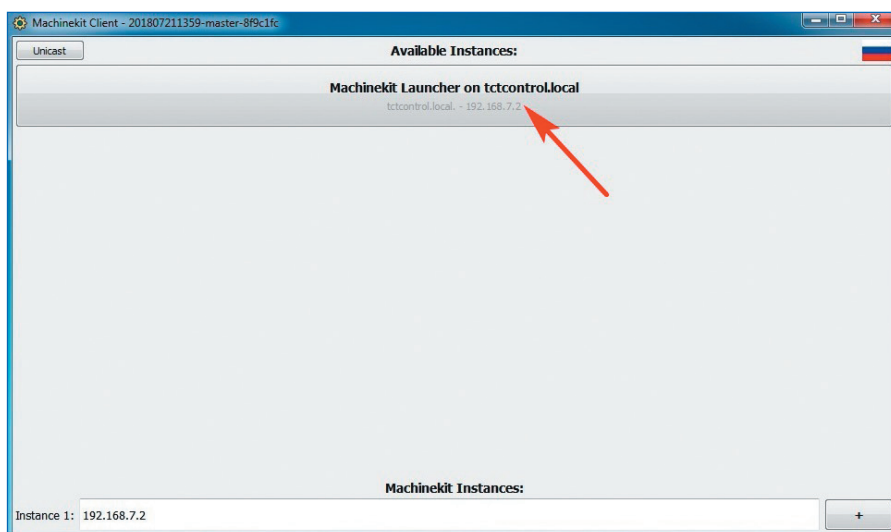
Если вы использовали вариант В, то при первом запуске вы должны ввести IP-адрес TCTControl. Нажмите на кнопку «+».



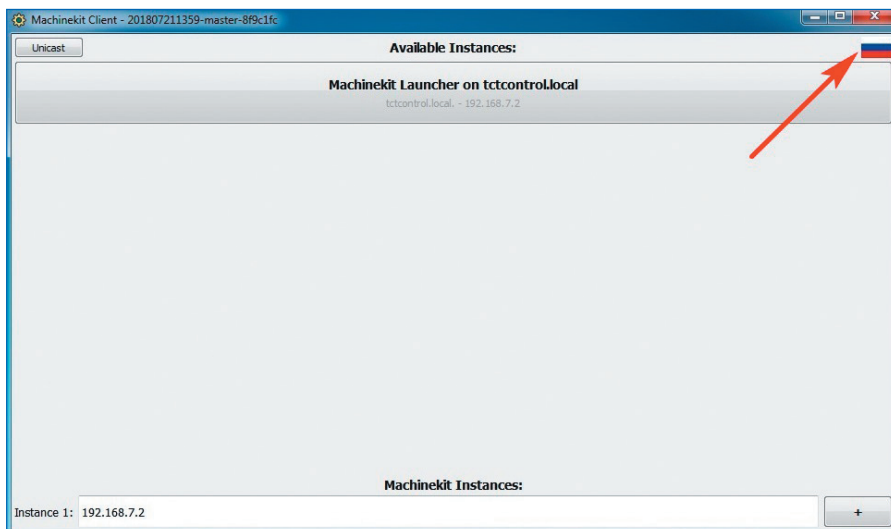
Стандартный IP-адрес TCTControl:
192.168.7.2



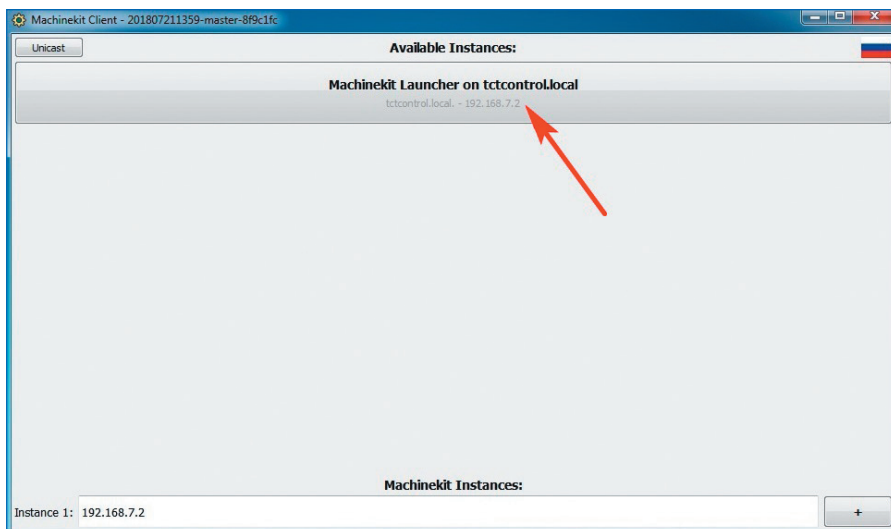
Через несколько секунд
Machinekit Client покажет
соединение с TCTControl.



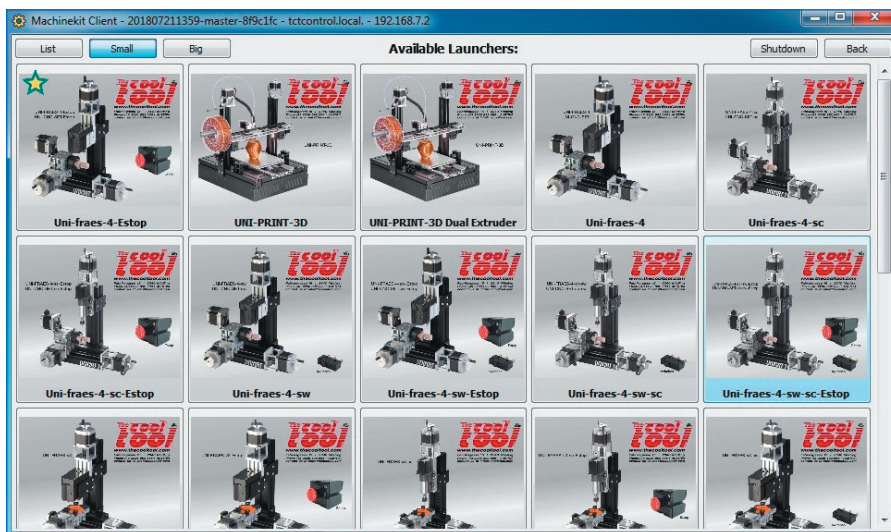
Чтобы изменить язык, нажмите на флаг и выберите нужный язык.



Перейдите в меню машины. Нажмите на кнопку **Machinekit Launcher...**



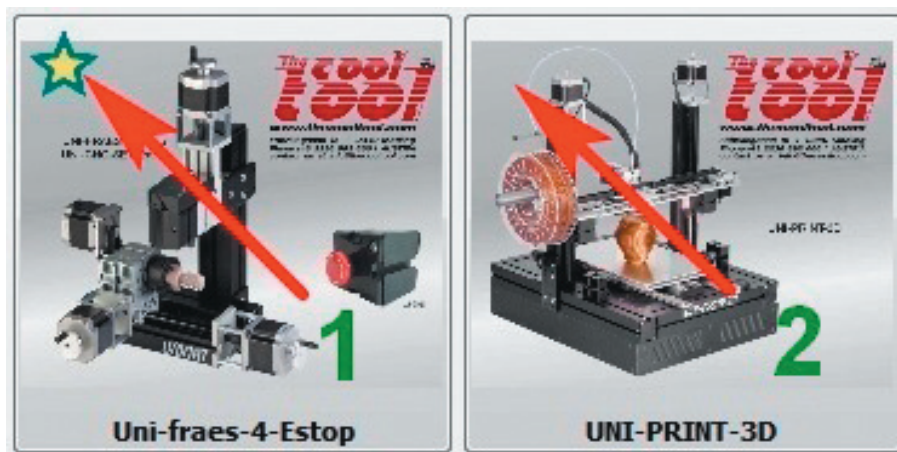
Отобразятся все доступные конфигурации станков с ЧПУ.



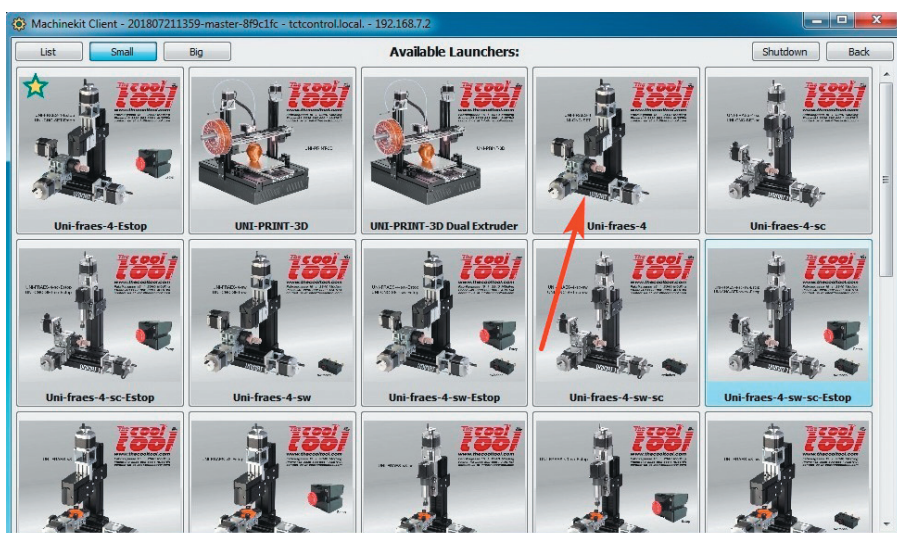
Запуск управляющей программы ЧПУ

2.2

Используйте звезду, чтобы закрепить станок вверху.

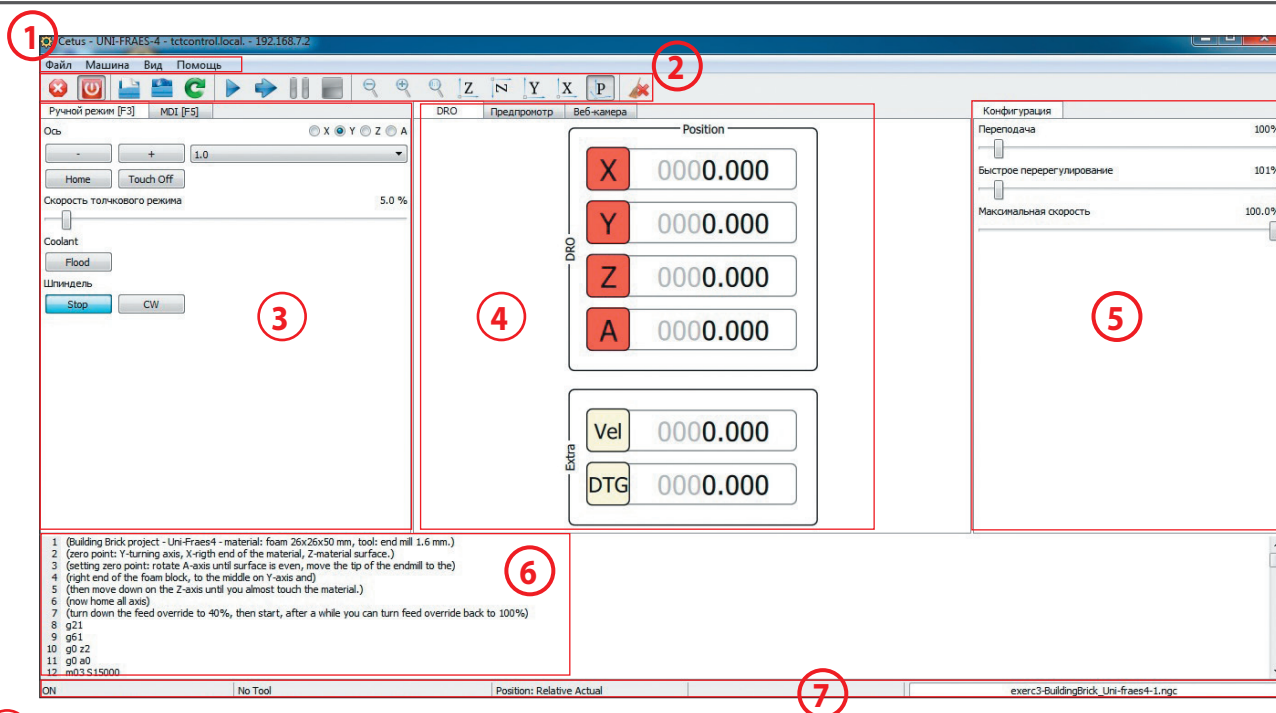


Для запуска нужной конфигурации станка нажмите на нее (с кнопкой СТОП и без кнопки СТОП разные конфигурации).



Процесс запуска занимает некоторое время.





1 Строка меню

Файл - >

1. **Открыть файл** – Открыть файл с ПК или сети и загрузить его в TCTControl.
2. **Открыть файл с компьютера** –> открыть файл, который уже хранится на TCTControl.
3. **Редактирование файлов с помощью редактора-систем** для редактирования загруженных G-код файл.
4. **Открыть файл заново** –> после редактирования открытого файла снова откройте его для обновления.
5. **Изменить таблицу инструментов** –> добавить и удалить инструменты.
6. **Отключение сеанса** –> вернитесь к пусковой установке, не выключая конфигурацию запущенной машины.
7. **Завершение сеанса** –> выключите конфигурацию машины и вернитесь к пусковой установке.
8. **Выход из пользовательского интерфейса** –> закрывает клиентское приложение machinekit, конфигурация машины остается запущенной.

Машина - >

1. Комбинация кнопок для быстрого управления «панелью значков».
2. Для получения более подробной информации взгляните на пункт 2 «панель значков»

Вид - >Добавление и удаление инструментов.

2 Панель значков



Кнопка экстренной остановки Вкл/Выкл



Открыть файл из TCTControl



Запуск одной строки



Кнопки масштабирования



Вкл/Выкл станка



Перезагрузить открытый файл



Приостановить рабочий процесс (пауза)



Изменить вид предварительного просмотра



Открыть файл с ПК



Запуск рабочего процесса



Остановка рабочего процесса



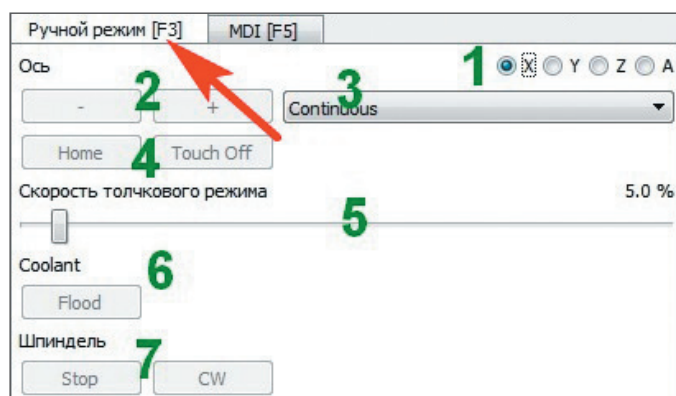
Перезагрузка текущего задания

3 Контрольная панель

Активна только если кнопка экстренной остановки выключена, кнопка включение/выключение станка включена.

Ручной режим/Manual

Может незначительно отличаться в зависимости от конфигурации станка.



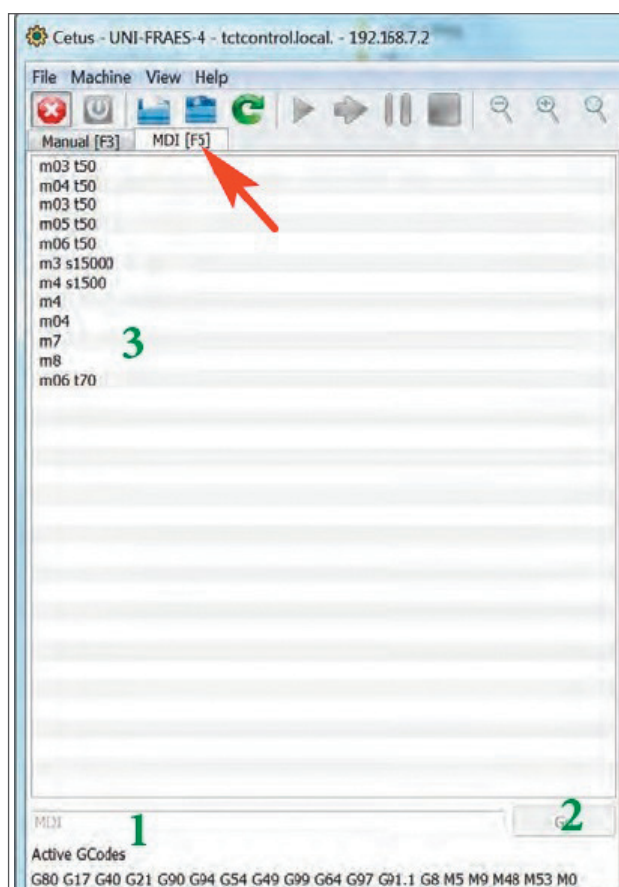
1. Выбор оси.
2. Направление движения.
3. Расстояние движения (0,001 до непрерывного)
4. Действие с осью (например, установить нулевую точку).
5. Скорость движения (скорость подачи).
6. Реле (охлаждение, обдув доступные функции зависят от используемой конфигурации).
7. Управление шпинделем (Вкл / Выкл, об / мин, направление вращения доступные функции зависят от используемого двигателя).

MDI/Ручной ввод данных

Может использоваться только в том случае, если все оси выставлены в домашнее положение.

1. Строка ввода команды (например, G0 X10 Y10).
2. Кнопка исполнения команды.
3. История введенных (выполненных) команд.

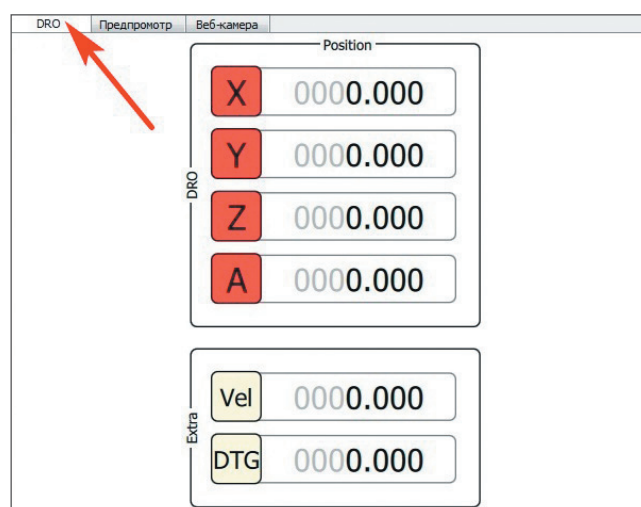
Если вы нажмете на строку в истории, она будет введена снова (1).



4 Информационная область DRO (цифровая индикация положения по осям) X, Y,... (зависит от используемой конфигурации станка) показывает фактическое положение осей. Если фон красный, то ось не в домашнем положении (homed). Если фон зеленый, то ось в домашнем (0) положении.

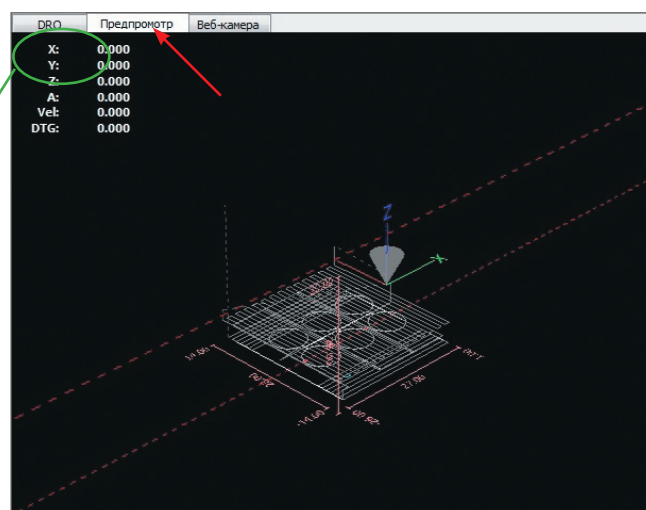
Vel – фактическая скорость движения.

DTG – расстояние.



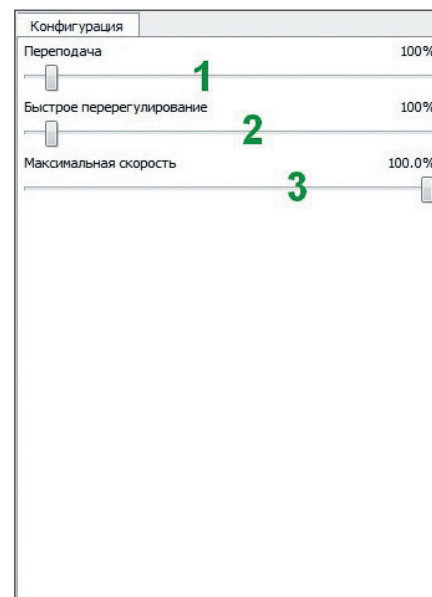
Предварительный просмотр дополнительно показывает все пути инструмента открытого файла G-кода.

Метки положения точки 0 (домашнего положения оси).

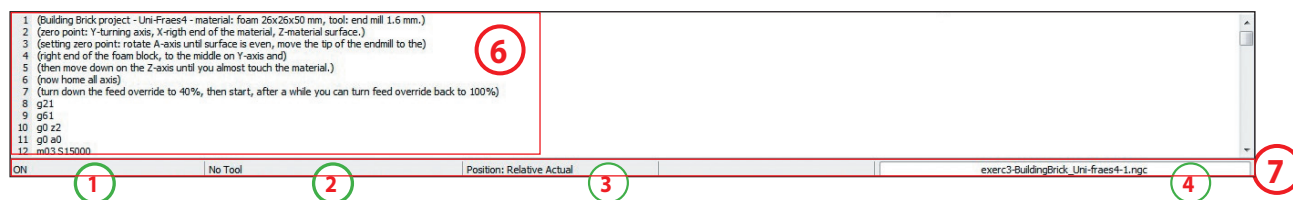


5 Область конфигурации

1. Переопределение подачи (переопределение запрограммированной скорости подачи [F] загруженного файла G-кода).
2. Переопределение скорости шпинделя (переопределить запрограммированную скорость шпинделя [S]).
3. Максимальная скорость перемещения по осям (переопределение максимальной скорости).



6 Загруженный файл G-кода



7 Информационная строка

1. Состояние машины Вкл/Выкл.
 2. Загруженный в данный момент инструмент.
 3. Позиция.
 4. Имя файла загруженного в данный момент файла G-кода.
- Также отображается прогресс выполнения G-кода.

Конфигурация станка: UNI-FRAES-V3

Файл: Sample_M1.ngc

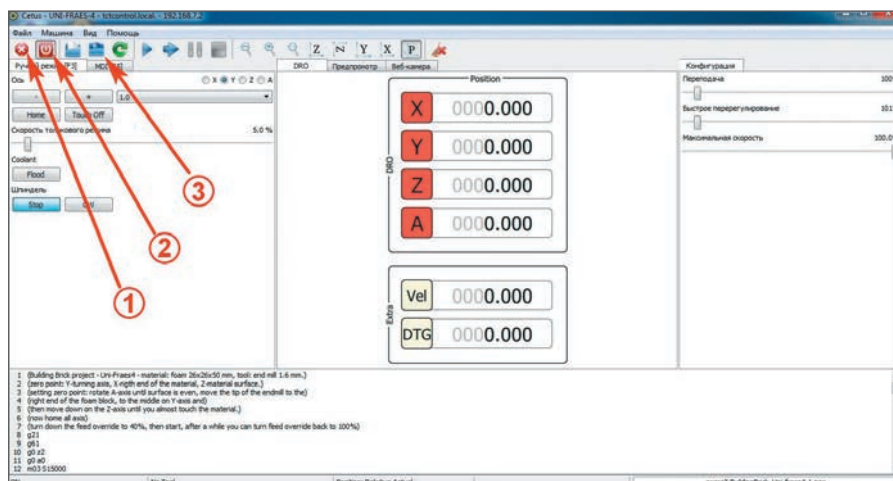
Заготовка: Цветной акрил, 50×50×3 мм

Инструмент: Концевая фреза 1,6 мм

- Отметьте центр квадрата (заготовки).
 - Используйте прижимы для фиксации заготовки.
- Защитите стол станка, поместив под заготовку вторую пластину или фанеру.



- Запустите конфигурацию UNIFRAES-V3.
 1. Отключите кнопку экстренной остановки (по умолчанию включена).
 2. Включение питания станка.
 3. Откройте файл G-кода хранящийся на контроллере.



2.4

[illegible]

- [illegible]

- Симуляция G-Code.

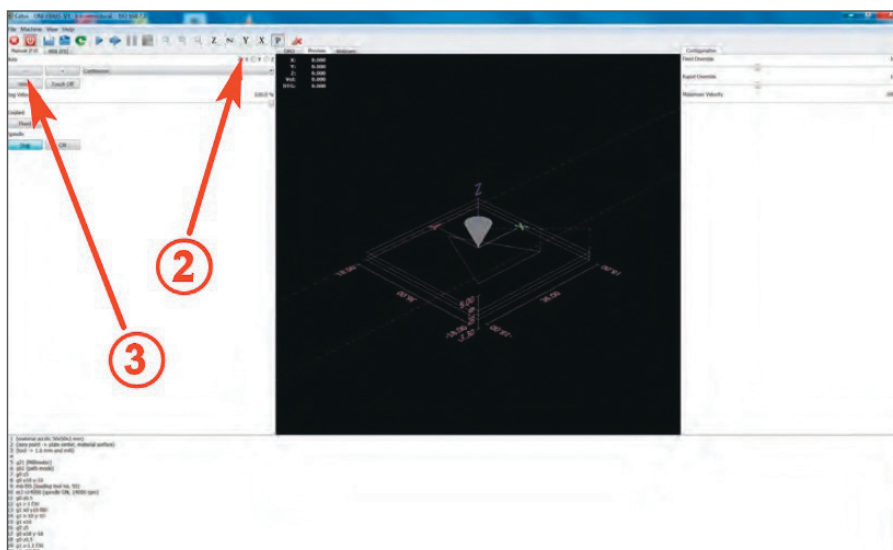
1. Выключите контроллер.



2. Выберите ось X затем Y, Z.

3. Нажмите кнопку **Домашнее положение**.

Теперь все 3 оси находятся в домашнем положении.

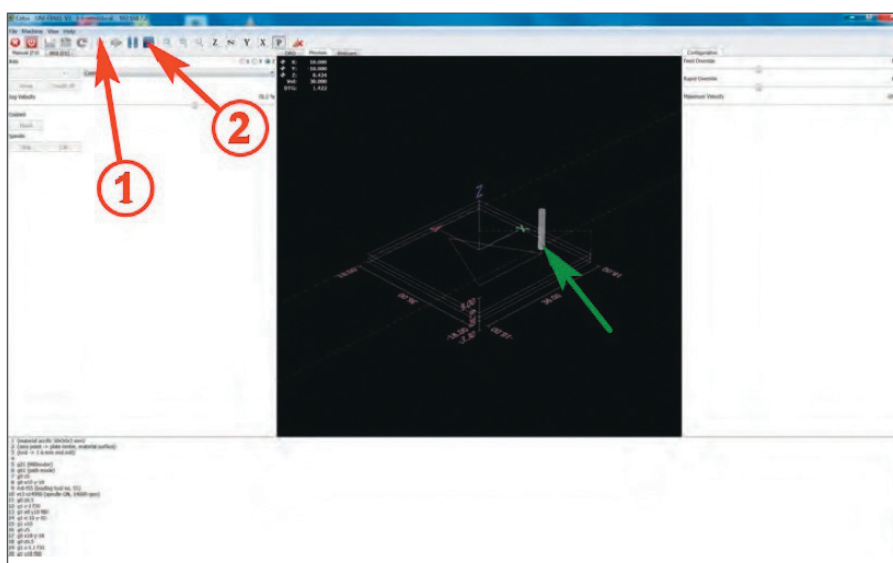


Далее:

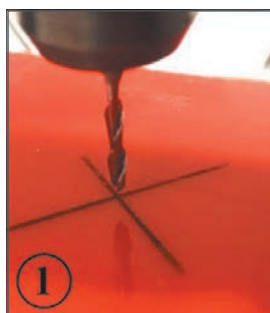
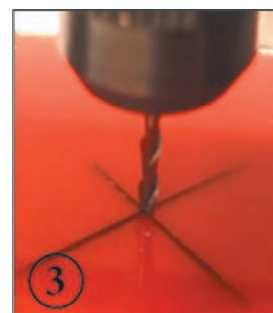
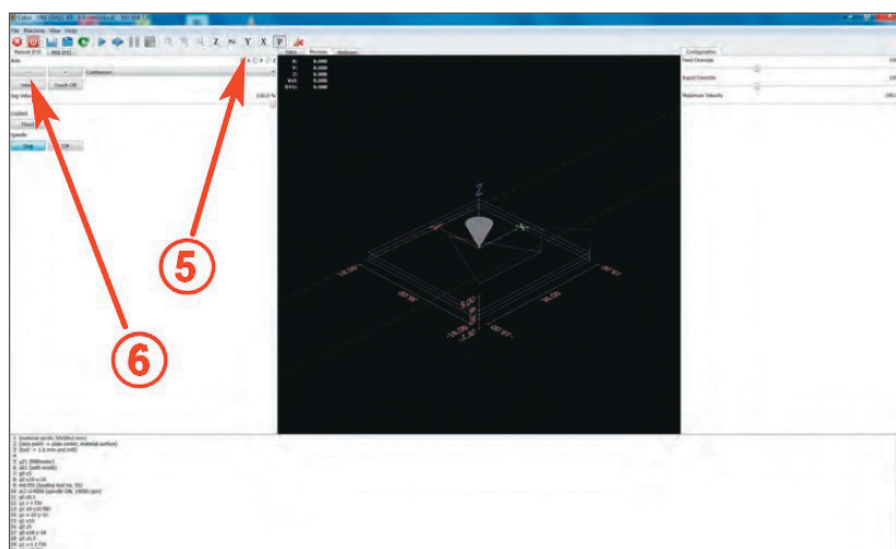
1. Нажмите на кнопку **PLAY**.

Симуляция запущена.

2. Нажмите кнопку **STOP**, чтобы остановить симуляцию.



- Запуск G-код на фрезерном станке.
1. Переместите инструмент (ось X/Y) в нулевое положение на заготовке.
 2. Положите тонкую бумагу между концевой фрезой и заготовкой. Опустите фрезу вниз по оси Z и остановитесь, когда бумага начнет застревать между фрезой и заготовкой (осторожно может привести к повреждению фрезы).
 3. Установите нулевое положение для оси Z.
Вы можете перемещать оси вручную с помощью маховиков. Контроллер (TCTControl) должен быть **ВЫКЛЮЧЕН** или используйте программный интерфейс для перемещения по осям – **Контроллер (TCTControl)** должен быть **включен**!
 4. Turn MACHINE ON at the TCTControl.
 5. Выберите ось X.
 6. Нажмите кнопку **Нулевое (домашнее) положение**.



Повторите процесс с осями Y и Z.

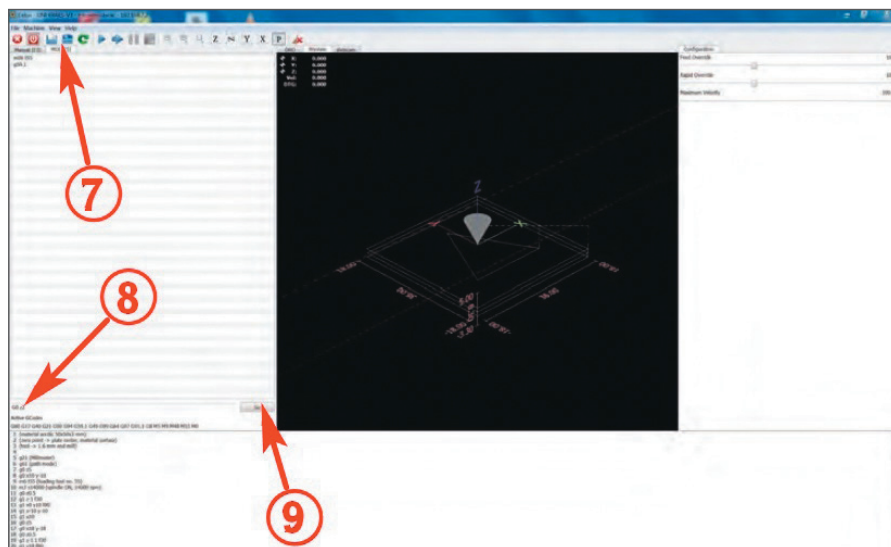
Теперь все 3 оси находятся в домашнем положении.



7. Перейти на вкладку **MDI**

8. Введите: G0 z2.

9. Запустить.



10. Включите вращение фрезы.

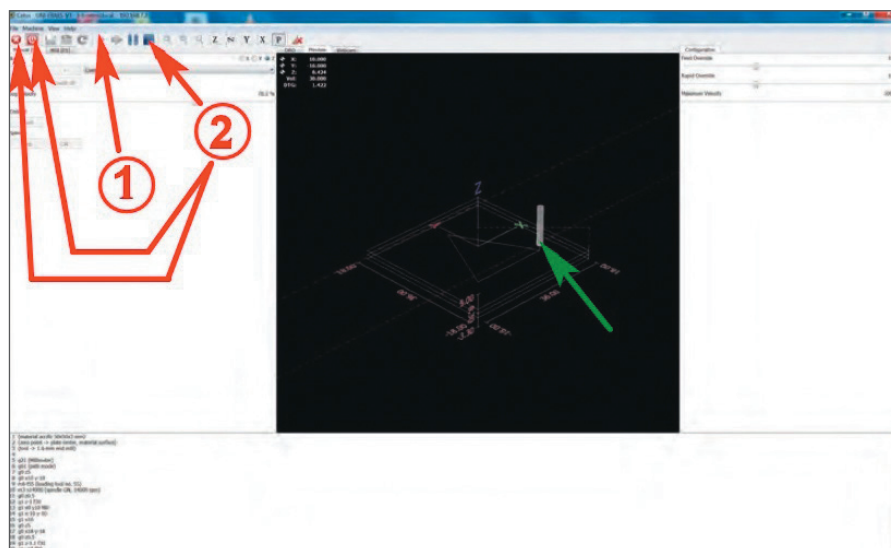


1. Нажмите на кнопку **PLAY**.

Начнется процесс фрезирования.

2. Чтобы остановить станок (процесс фрезерования), нажмите на один из трех значков:

- кнопку экстренной остановки;
- включение/выключение станка;
- остановка рабочего процесса.



3. Когда операция фрезерования будет закончена, выключите двигатель.



Упражнение 1

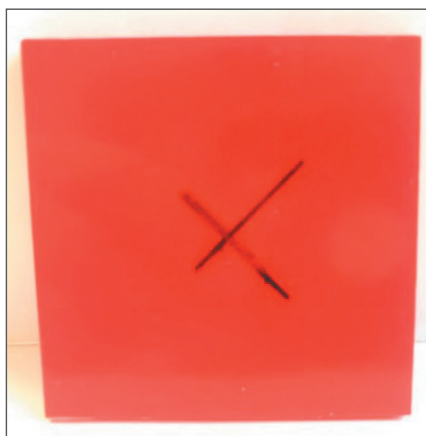
Конфигурация станка: UNI-FRAES-V3

Файл: *.../examples/exerc1-simple-square.ngc*

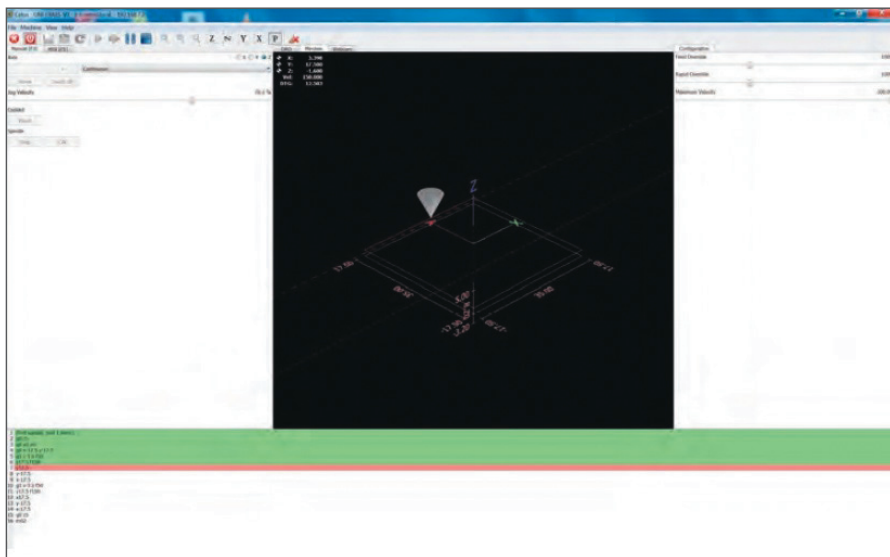
Заготовка: Специальный цветной акрил, 50×50×3 мм

Инструмент: Фреза концевая Ø1,6 мм

- Отметьте центр квадрата (заготовки).
- Закрепите заготовку при помощи зажимных тисков. Положите под заготовку вторую пластину (фанеру или акрил толщиной минимум 3 мм), чтобы защитить стол станка.



Аналогично файлу
«Sample_M1.ngc file».



Упражнение 2

Конфигурация станка: UNI-FRAES-V3

Файл: ../examples/exerc2-3circlrs-g41_g42.ngc

Заготовка: Специальный цветной акрил, 50×50×3 мм

Инструмент: Фреза концевая Ø1,6 мм

- Отметьте центр квадрата (заготовки).
- Закрепите заготовку при помощи зажимных тисков. Положите под заготовку вторую пластину (фанеру или акрил толщиной минимум 3 мм), чтобы защитить стол станка.

Запрограммированный диаметр кругов – 6 мм.

1-й круг (справа):

Без компенсации диаметра инструмента.

Диаметр вырезанной детали: $6 - 1,6 = 4,4$ мм.

Диаметр отверстия, вырезанного в заготовке: $6 + 1,6 = 7,6$ мм.



2-й круг (в середине):

С компенсацией диаметра инструмента.

Диаметр вырезанной детали:

$6 - 1,6 - 1,6 = 2,8$ мм.

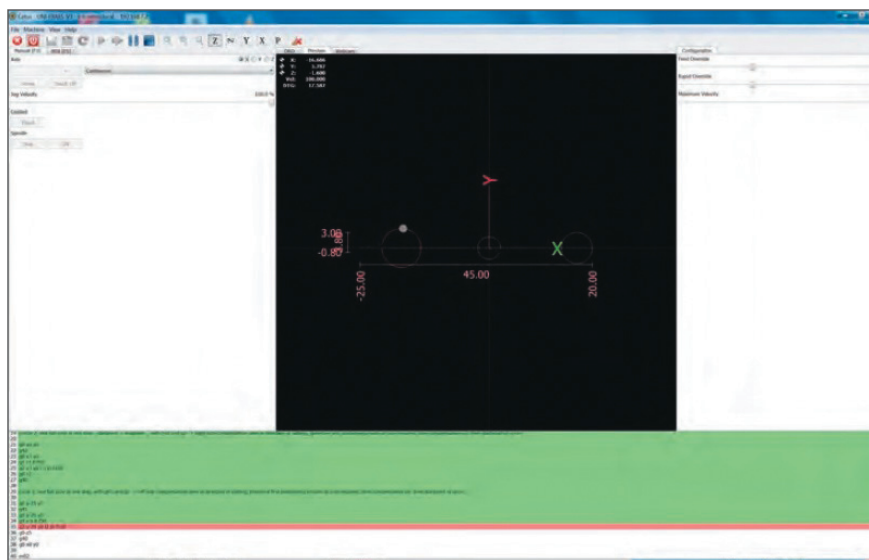
Диаметр отверстия, вырезанного в заготовке: 6 мм.

3-й круг (слева):

С компенсацией диаметра инструмента.

Диаметр вырезанной детали: 6 мм.

Диаметр отверстия, вырезанного в заготовке: $6 + 1,6 + 1,6 = 9,2$ мм.



Эксперимент:

Замените фрезерную головку фрезерного станка. Например, используйте концевую фрезу Ø 1,2 мм. Номер инструмента указан в Таблице инструментов (t50 = фреза концевая Ø 1,2 мм).

Нажмите **File => Edit file with System Editor** (Файл => Редактировать файл с помощью системного редактора) и замените номер инструмента с T55 на T50.

Сохраните как «exerc2-3circlrs-g41_g42-A.ngc» на Рабочем столе и откройте новые файлы в CETUS.

Используйте новую заготовку и снова вырежьте круги (не забудьте обновить нулевую точку).

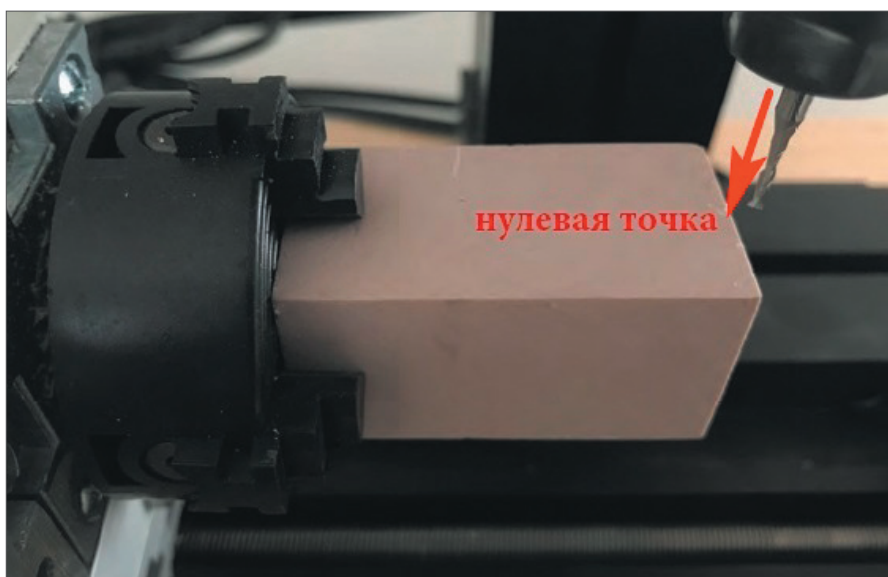
Диаметры вырезанного отверстия (круг 2) и вырезанной детали (круг 3) будут также составлять 6 мм.

Потребовалось всего одно небольшое изменение в файле G-кода.

Упражнение 3

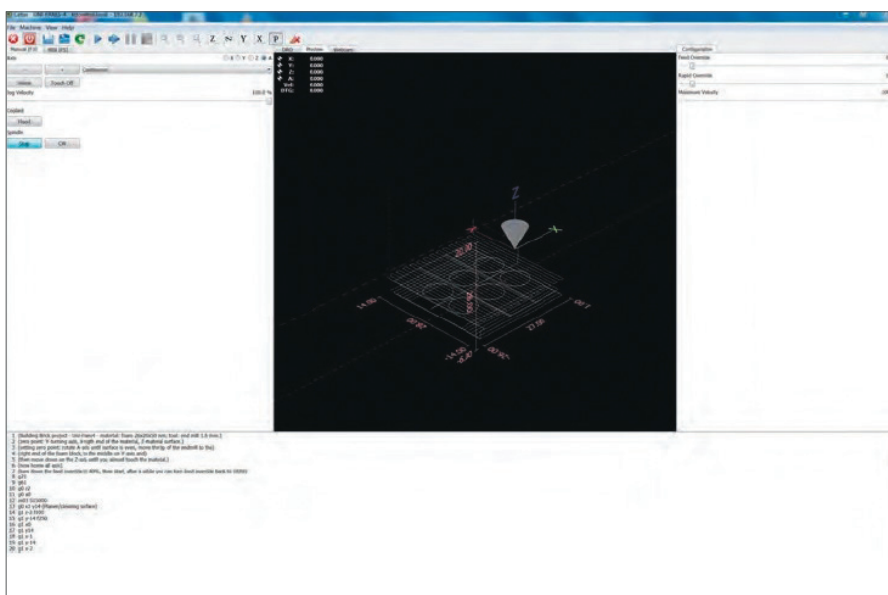
Конфигурация станка: UNI-FRAES-4
Файл: `.../examples/exerc3-BuildingBrick_Uni-fraes4-1.ngc`
Заготовка: Специальная пена для фрезеровки, 50×25×25 мм
Инструмент: Фреза концевая Ø1,6 мм

- Отметьте нулевую точку (на заготовке).
- Закрепите заготовку при помощи 4-кулачкового патрона.



После того, как вам удастся успешно отфрезеровать этот проект, попробуйте следующее:

1. Перейдите в **MDI**.
2. Нажмите кнопку **G0 180 => GO**.
3. Перейдите в **MANUAL (Руководство)**.
4. Переведите инструмент в нулевое положение по оси A.
5. Теперь можете снова запустить файл фрезеровки.



Упражнение 4

Конфигурация станка: UNI-FRAES-V3

Файл: .../examples/exerc4-100-call-a-subroutine-sample.ngc

Заготовка: Фанера или акрил, размеры зависят от выбранных параметров

Инструмент: Фреза концевая Ø1,6 мм

Подготовка

- Запустите файл «files.bat», расположенный в **TCTControl/Windows/TOOLS/**.
- При запросе пароля используйте: **machinekit**.

Левая часть окна **WinSCP** – файловая система вашего ПК.

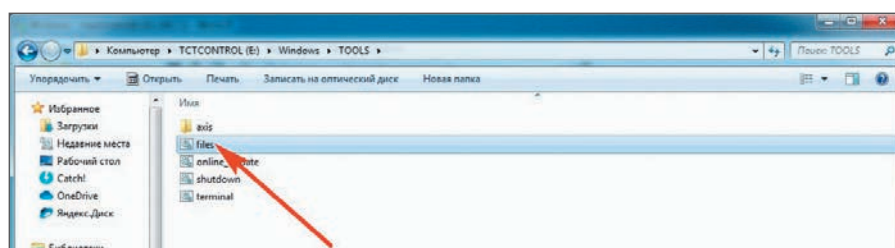
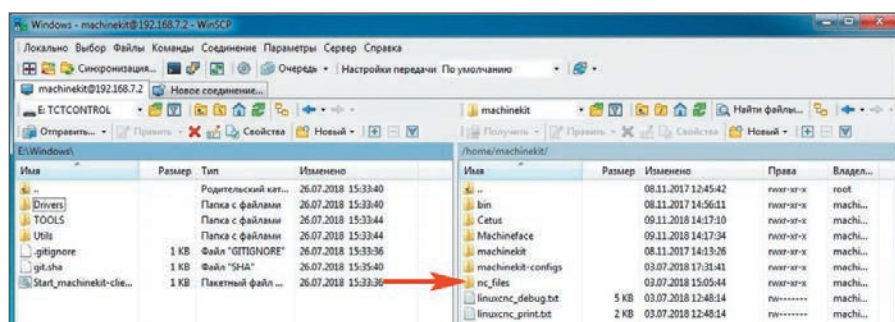
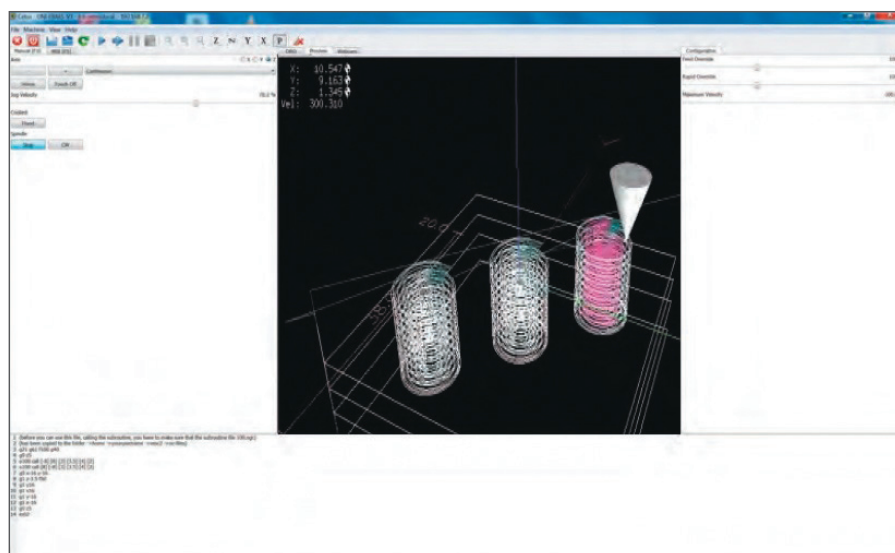
Правая часть – файловая система **TCTControl**.

- Перейдите в «nc_files/examples».
- Скопируйте в папку «nc_files» следующие файлы: 100.ngc, exerc4-100-call-a-subroutine-sample.ngc.
- Откройте файл «exerc4-100-call-a-subroutine-sample.ngc» в **CETUS**.

См. комментарии в файле «exerc4-100-call-a-subroutinesample.ngc»!

Ознакомьтесь с комментариями «100.ngc» и узнаете, что означают параметры [-8] [8] [3] [3.5] [4] [2].

Поэкспериментируйте с разными параметрами.



Упражнение 5

Конфигурация станка: UNI-FRAES-V3

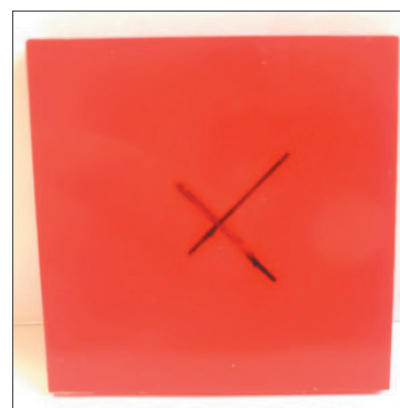
Файл: *.../examples/exerc5-var-cicles.ngc*

Заготовка: Специальный цветной акрил, 50×50×3 мм

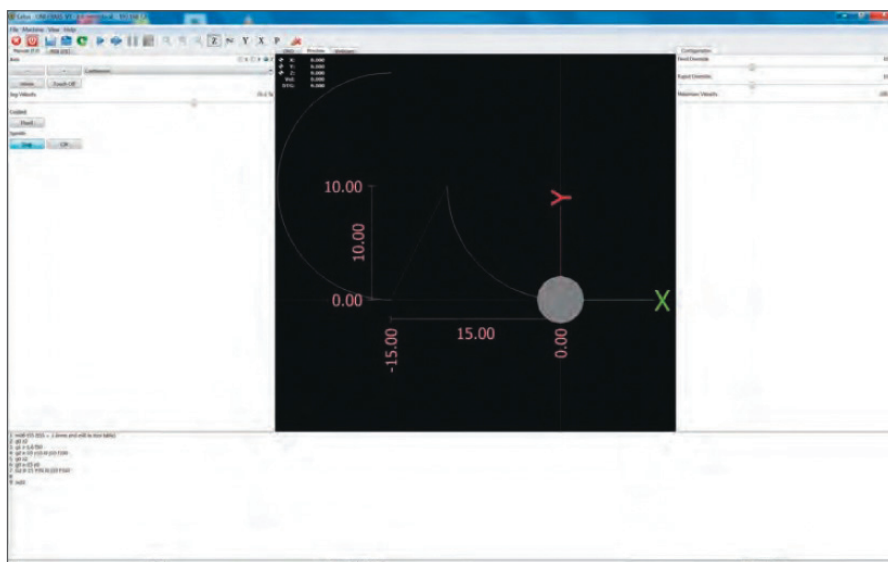
Инструмент: Фреза концевая Ø1,6 мм

- Отметьте центр квадрата (заготовки).
- Закрепите заготовку при помощи зажимных тисков.

Положите под заготовку вторую пластину (фанеру или акрил толщиной минимум 3 мм), чтобы защитить стол станка.



Отображение сегментов круга с помощью G2.



Образец 1 – Гравировка на акриле

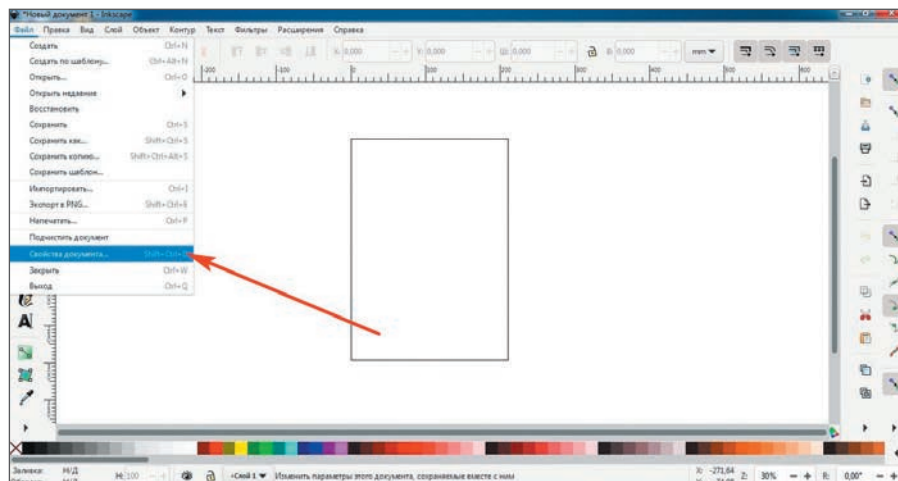
Заготовка: Акриловая пластина ~ 50×50×3 мм.

Инструмент: Фрезаконцевая Ø1,0 мм.

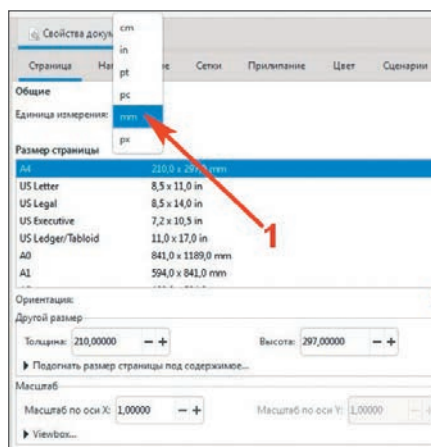
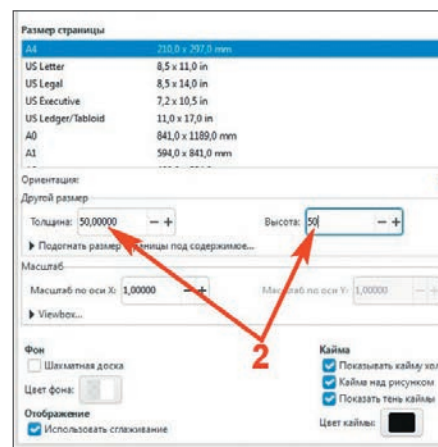
По желанию: Фреза концевая Ø1,6 мм.



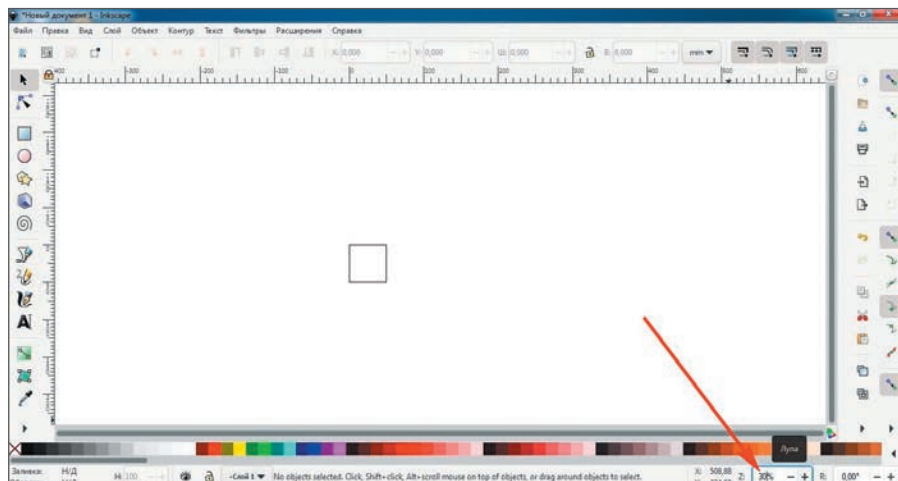
Откройте Inkscape, затем нажмите
File -> Document Properties...
(Файл -> Свойства документа).



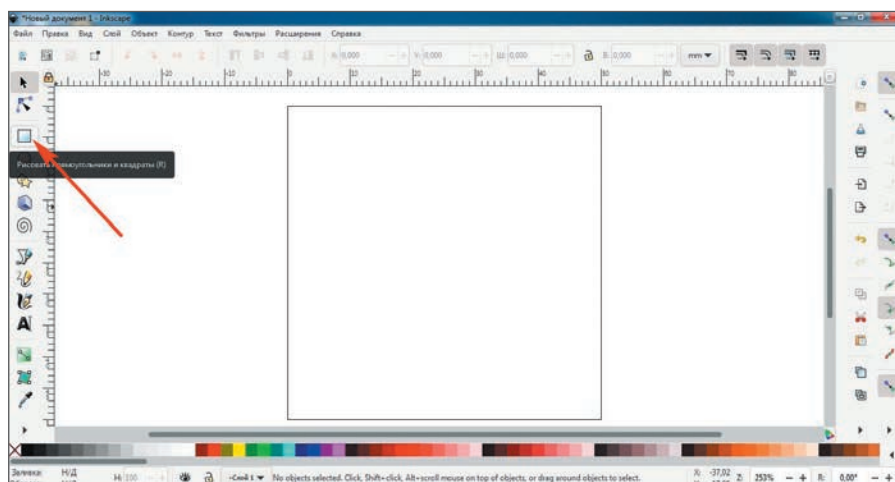
1. Выберите **Custom size -> Units**
-> **mm** (Нестандартный размер -> Единицы измерения -> мм).
2. В полях **Width (Толщина)** и **Height (Высота)** введите 50, после чего закройте окно.



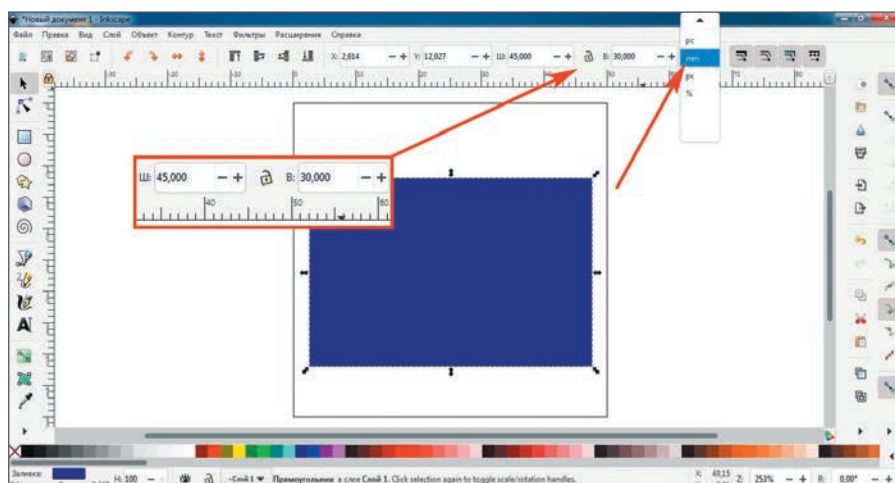
Щелкните значок лупы и увеличить страницу.



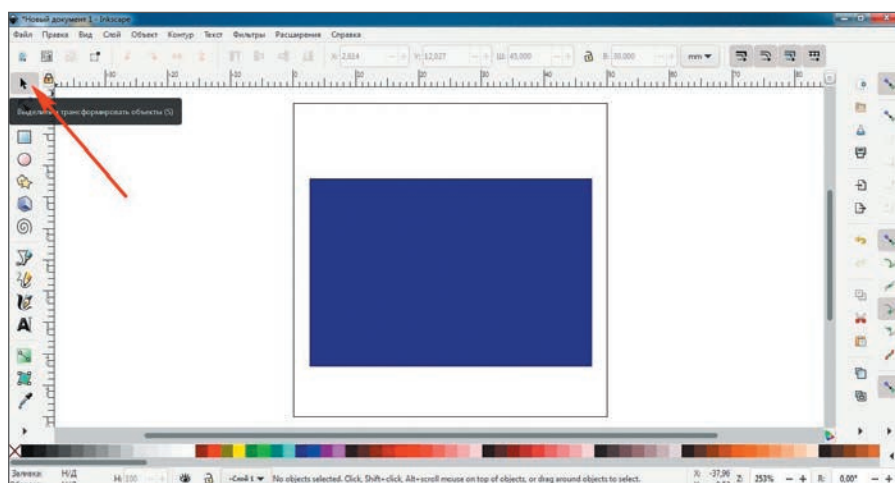
Щелкните значок квадрата **Create rectangles and squares** (Рисовать прямоугольники и квадраты).



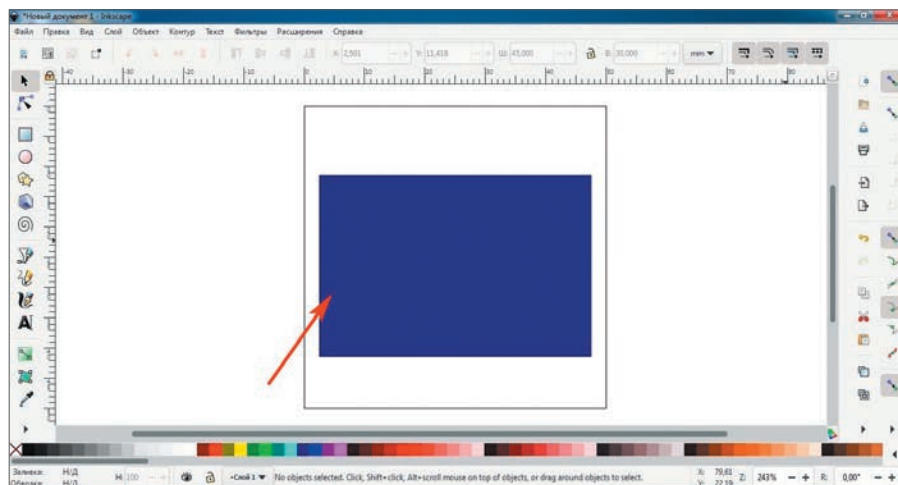
В пункте **Change** (Изменить) выберите «mm» (мм). Затем введите значения 45 в окне **W** (ширина) и 30 – **H** (высота).



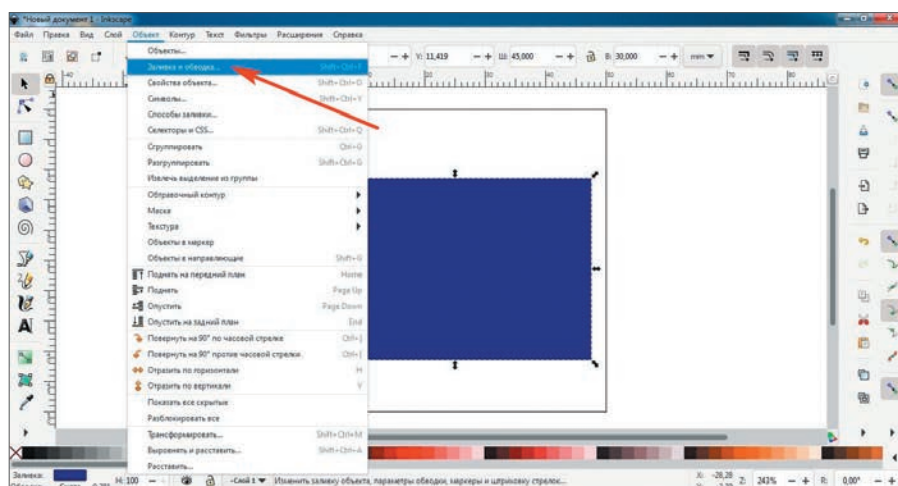
Нажмите стрелку **Select and transform objects** (Выделить и трансформировать объекты).



Выделите прямоугольник
(нажмите на него).

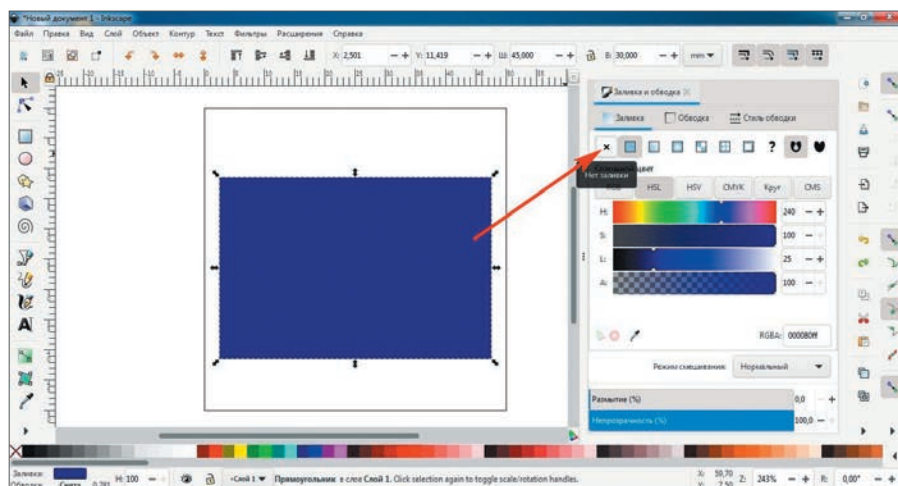


Теперь, когда прямоугольник выделен, нажмите **Object -> Fill and Stroke (Объект -> Заливка и обводка)**.



В окне **Fill and Stroke** (Заливка и обводка) выберите **Fill** (Заливка) и нажмите «X» (Без заливки).

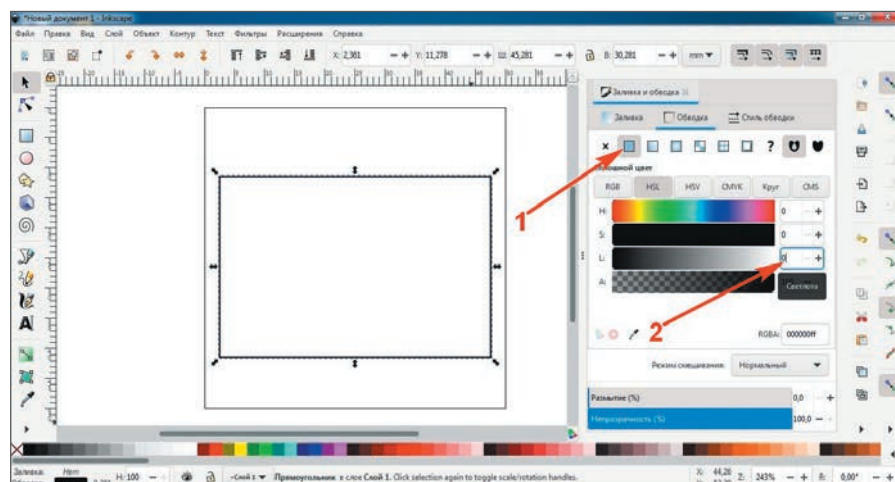
ВНИМАНИЕ! Прямоугольник должен быть выделен.



Переключитесь на **Stroke paint (Обводка)** и нажмите **Flatcolor (Сплошной цвет)** (1).

Затем нажмите синий цвет (2).

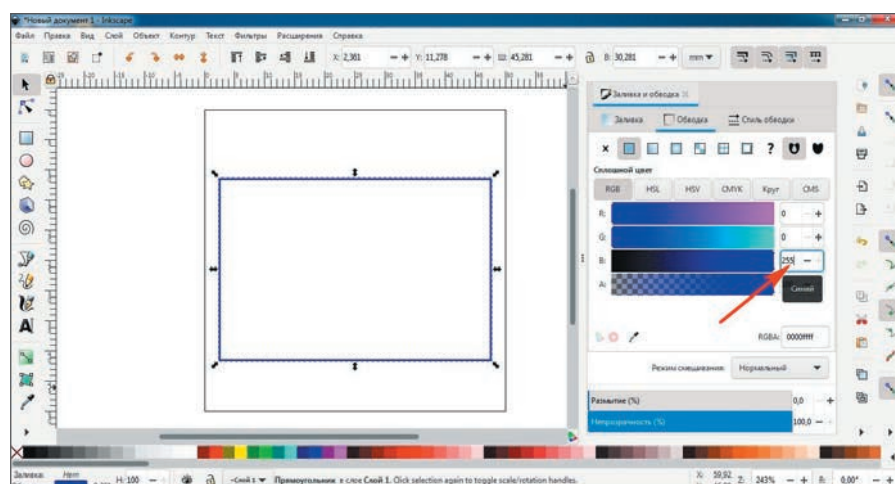
ВНИМАНИЕ! Прямоугольник должен быть выделен.



Укажите «255» и нажмите **Enter (Ввод)**.

Цвет контура прямоугольника станет синим.

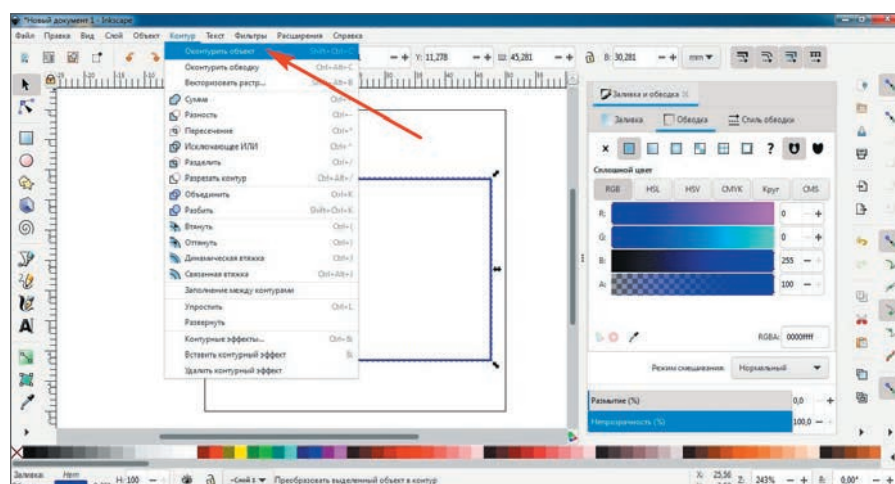
ВНИМАНИЕ! Прямоугольник должен быть выделен.



Нажмите **Path -> Object to Path (Контур -> Оконтурировать объект)** (вектор).

Теперь прямоугольник стал объектом векторной графики.

ВНИМАНИЕ! Прямоугольник должен быть выделен.



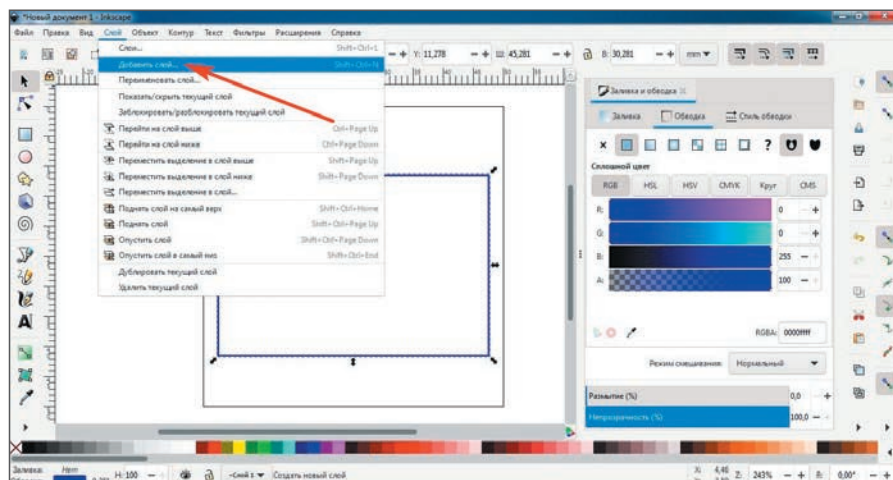
Работа с Inkscape® – Gcode Tools®

2.6

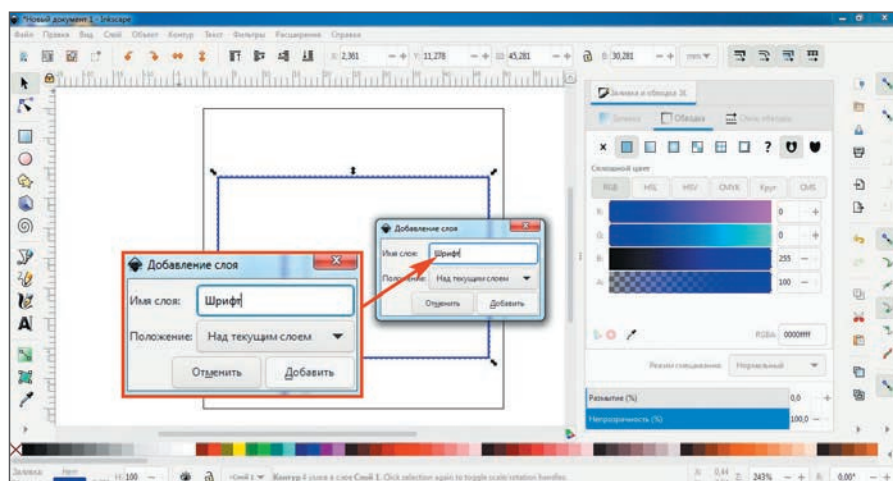
<https://inkscape.org>

Создайте новый слой для надписи:

Нажмите **Layer -> Add Layer (Слой -> Добавить слой)**.

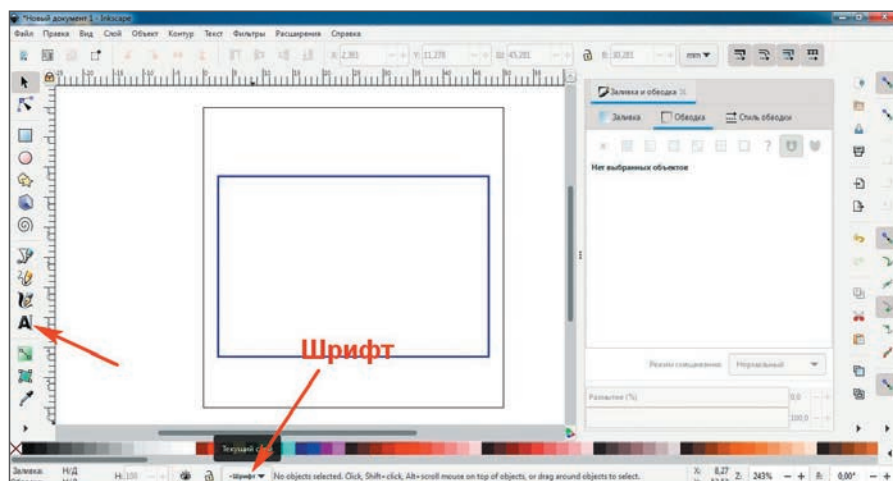


Введите следующее название слоя **Font (Шрифт)**. Затем нажмите **Add (Добавить)**.



Щелкните значок «А» **Create and edit text objects (Создавать и править текстовые объекты)**.

ВНИМАНИЕ! Слой **Font (Шрифт)** должен быть активирован.



1. Щелкните синий прямоугольник.
2. Выберите **Single Line Fonts** (Однострочные шрифты), например, «Times New Roman». Напишите свой текст, например:

The Cool Tool

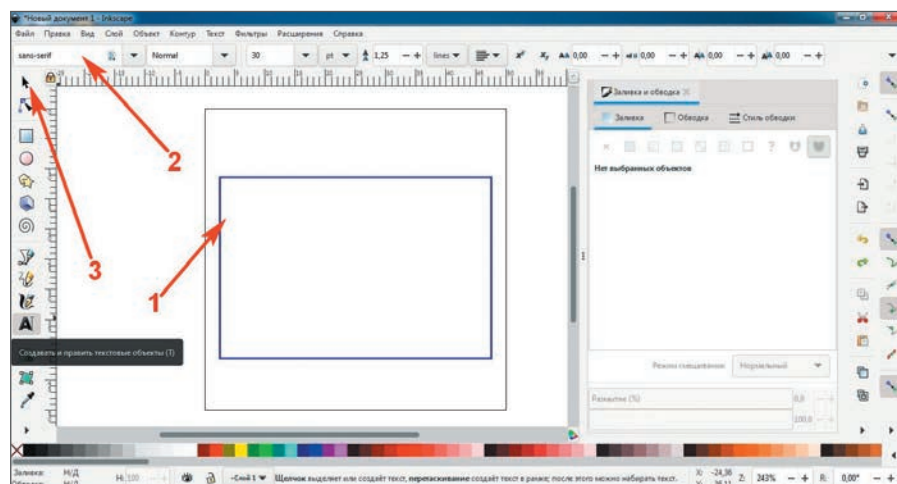
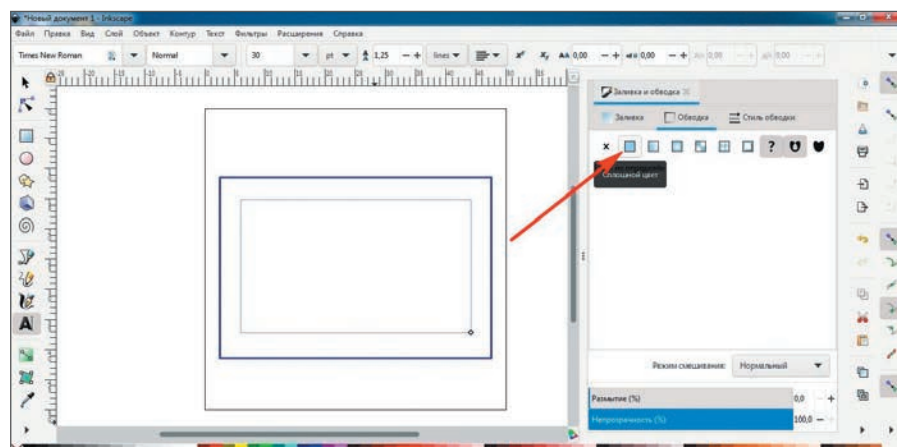
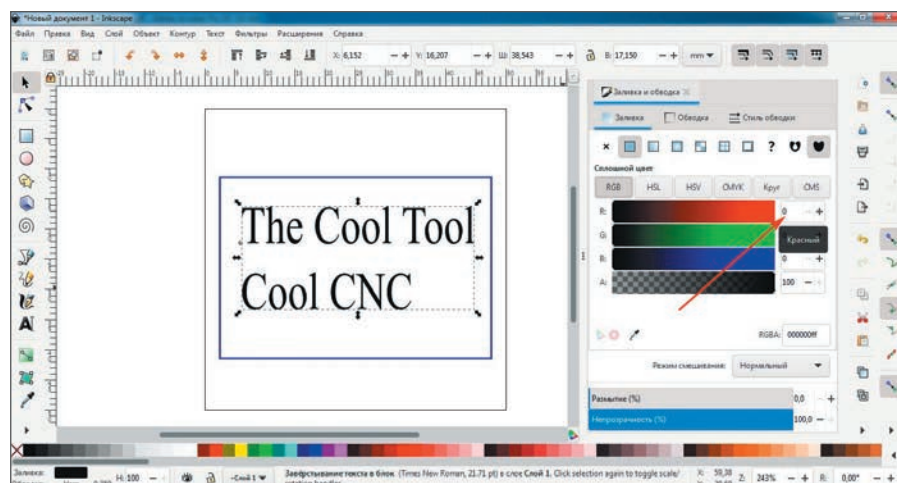
CoolCNC

3. Затем нажмите на стрелку **Select and transform objects** (Выделить и трансформировать объекты).

Нажмите **Stroke paint -> Flat color** (Обводка -> Сплошной цвет).

ВНИМАНИЕ! Текстовое поле должно быть активировано (выделено).

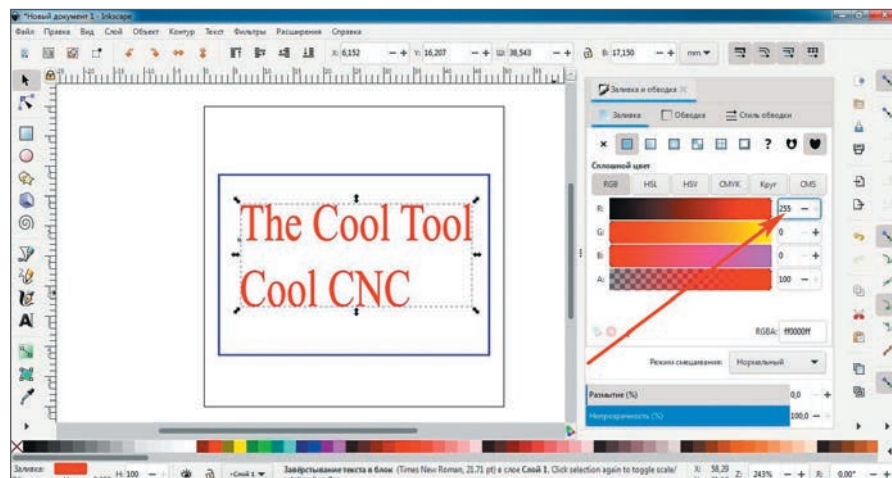
Нажмите красный цвет.



Укажите «255», затем щелкните синий цвет и поменяйте значение на «0».

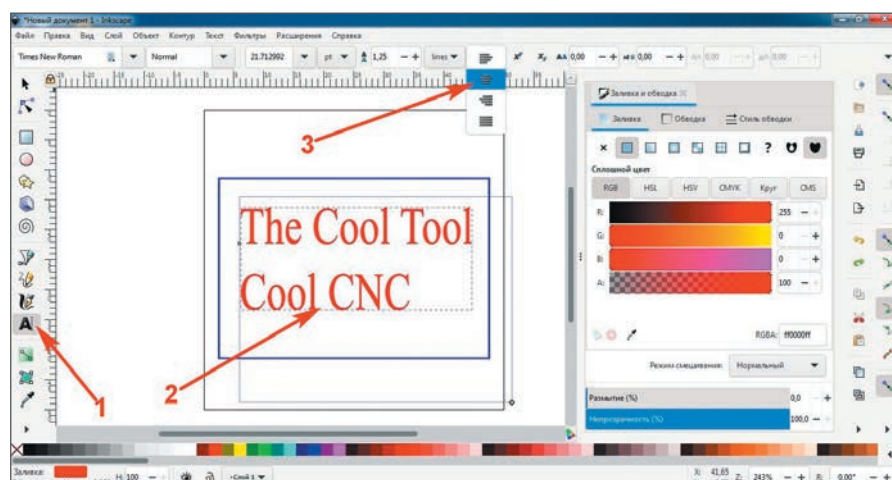
Нажмите **Enter (Ввод)**.

ВНИМАНИЕ! Текстовое поле должно быть активировано (выделено).

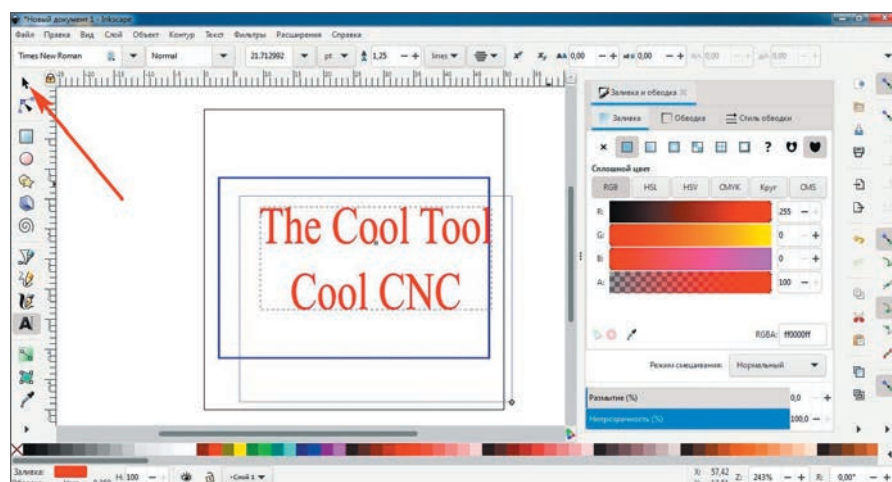


Щелкните значок «А» **Create and edit text objects (Создавать и править текстовые объекты)**, затем щелкните на текстовом поле (The Cool Tool...).

После чего щелкните **Center (По центру)**.

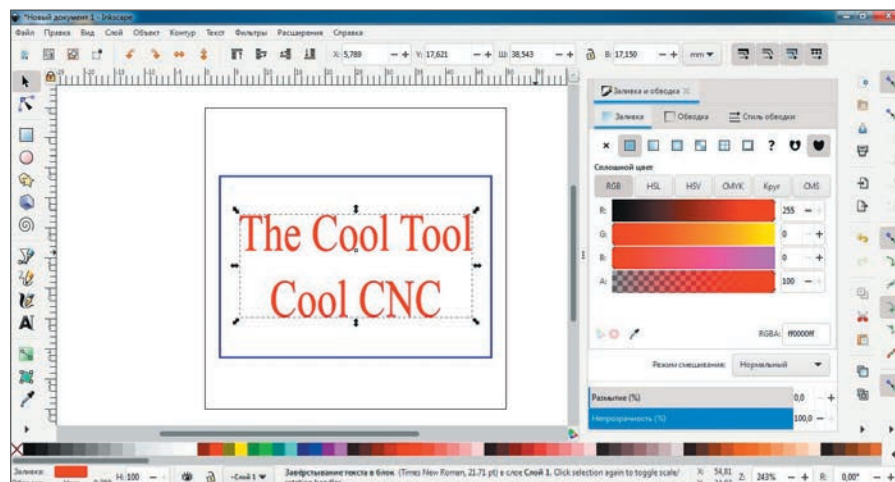


Нажмите на стрелку **Select and transform objects (Выделить и трансформировать объекты)**.



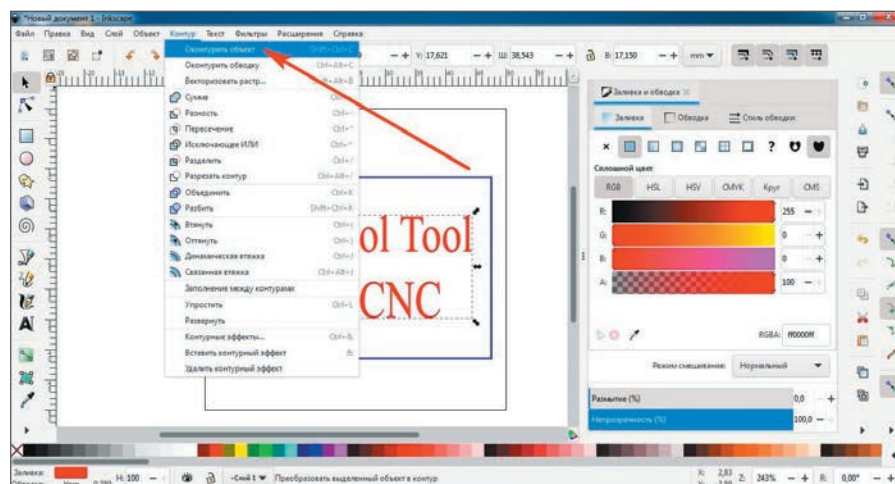
Выделите текстовое поле и поместите его в середину синего прямоугольника.

ВНИМАНИЕ! Проследите за тем, чтобы синий прямоугольник находился в центре заготовки. Если он не в центре, выделите синий прямоугольник и текстовое поле и разместите заново.



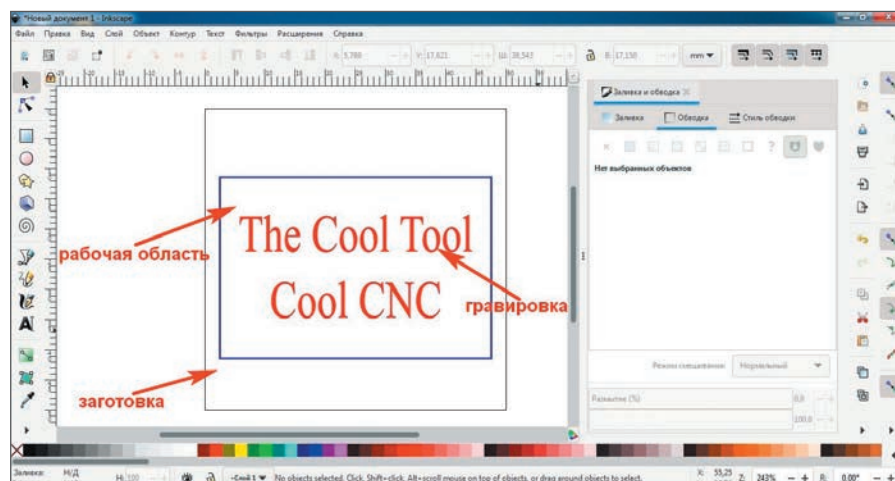
Нажмите **Path -> Object to Path (Контур -> Оконтурировать объект)** (вектор). Теперь шрифт стал объектом векторной графики.

ВНИМАНИЕ! Текстовое поле должно быть активировано (выделено).



Почему два слоя? Каждая глубина фрезерования требует отдельного слоя. В данном случае имеется две разные глубины:

- Красный текст: 1,0 мм (гравировка).
- Синий прямоугольник: 4,5 мм (акриловая заготовка 4,0 мм).



Gcode Tools®

Точки ориентации (нулевая точка для синего прямоугольника)

Нажмите **Extensions -> Gcodetools -> Orientation points ...** (Расширения -> Инструменты Gcode -> Точки ориентации)

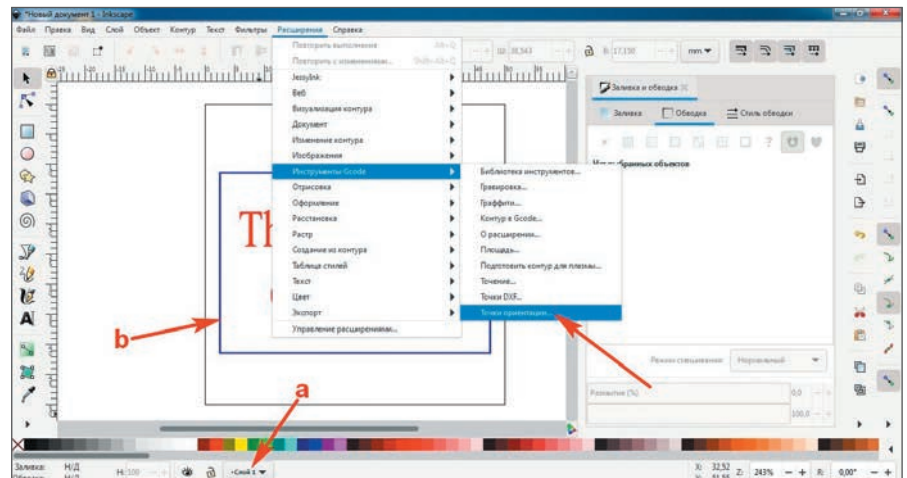
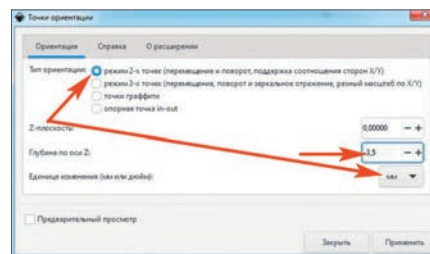
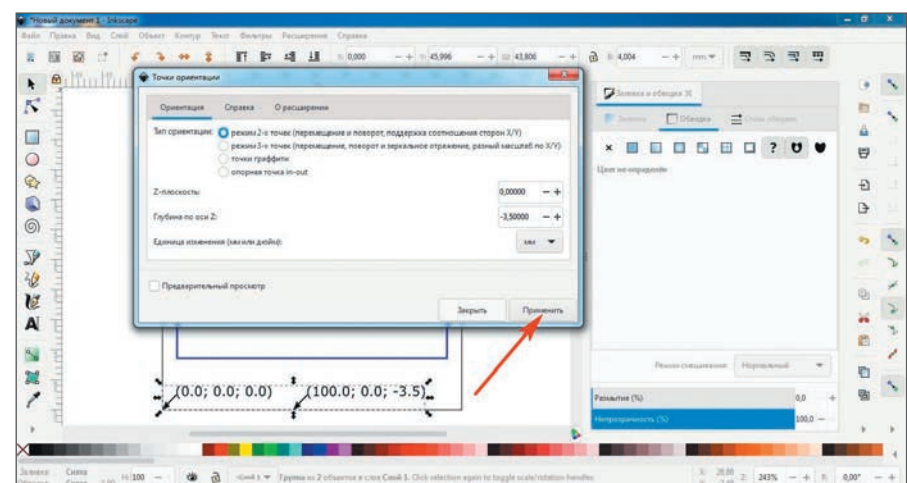
ВНИМАНИЕ!

1. Слой **Layer 1 (Слой 1)** должен быть активирован.
2. Синий прямоугольник должен быть выделен.

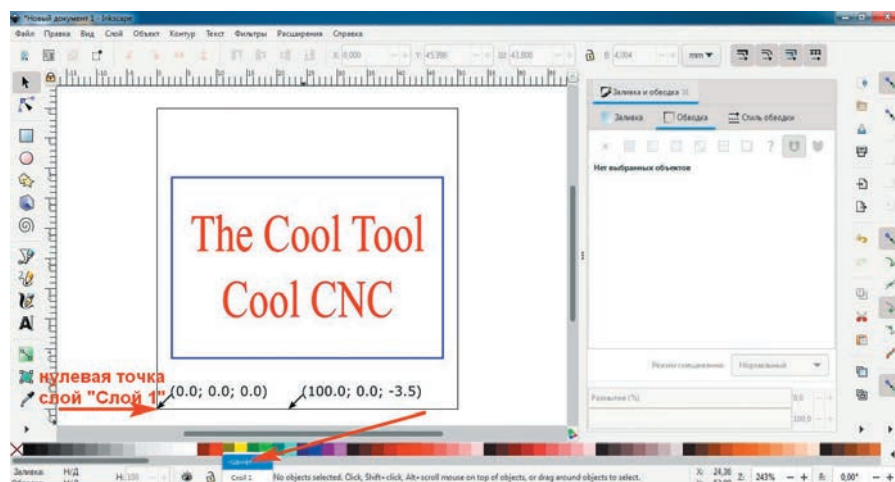
Выберите **2-points mode (Режим 2-х точек)** и **mm (мм)**. В поле **Z depth (глубина по оси Z)** введите «-3,5».

ВНИМАНИЕ! В поле **Z surface (Z – плоскость)** остается «0,0».

Нажмите **Apply (Применить)**, а затем **Close (Заккрыть)**.



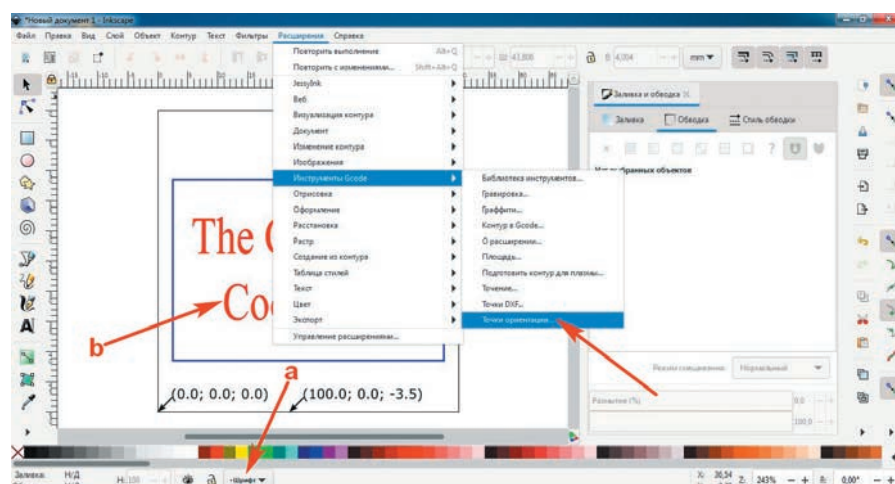
Выберите слой **Font (Шрифт)**.



Точки ориентации (нулевая точка для красного текста). Нажмите Extensions -> **Gcodetools** -> **Orientation points...** (Расширения -> Инструменты Gcode -> Точки ориентации).

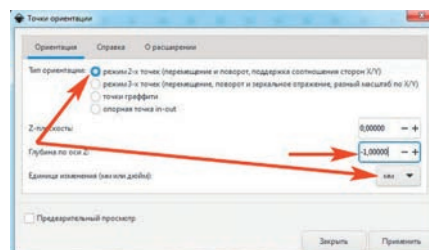
ВНИМАНИЕ!

1. Слой **font** (шрифт) должен быть активирован.
2. Красный текст должен быть выделен.



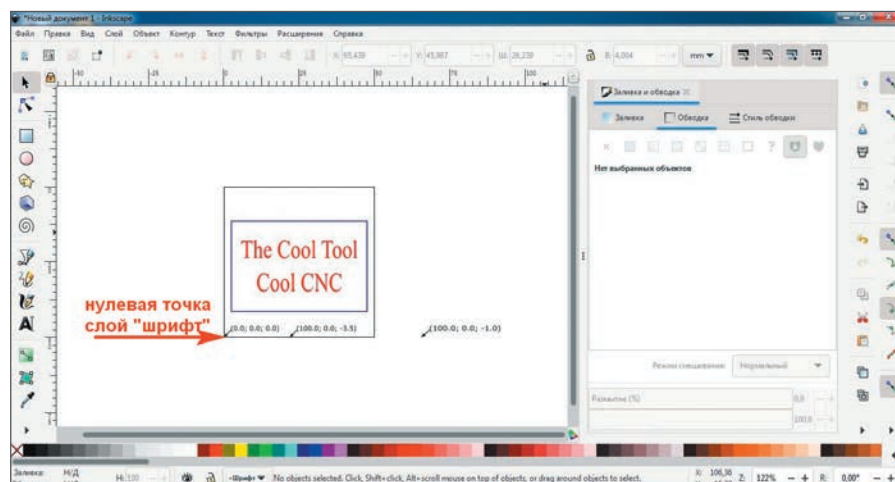
Выберите **2-pointsmode (Режим 2-х точек)** и **mm (мм)**. В поле **Z depth (глубина Z)** введите «-1,0».

ВНИМАНИЕ! В поле **Z surface (Z – плоскость)** остается «0,0».

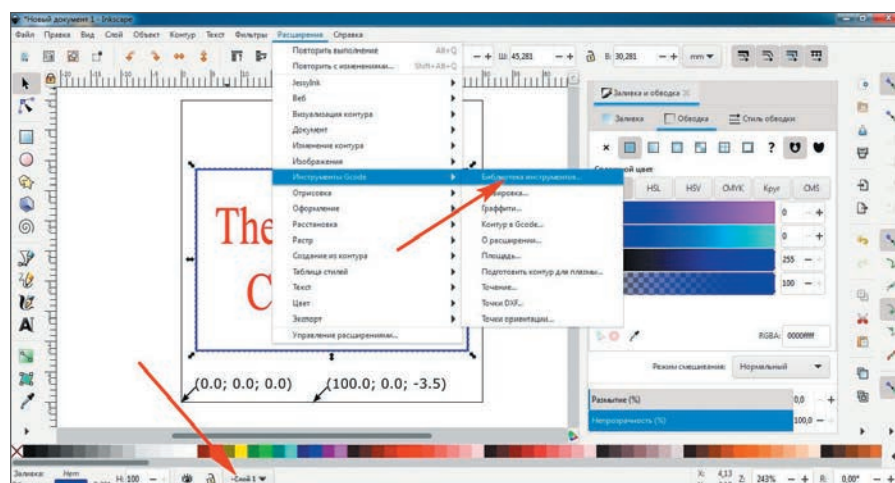


Положение нулевой точки для слоя **Layer 1 (Слой 1)** и слоя **Font (Шрифт)** одинаковое (конгруэнтное).

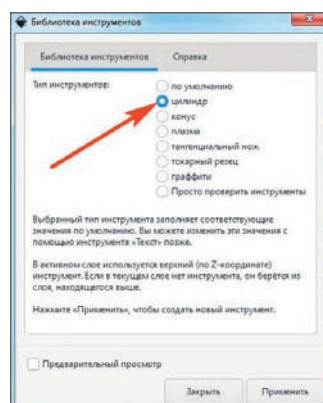
ВНИМАНИЕ! Не сдвигайте эту точку!



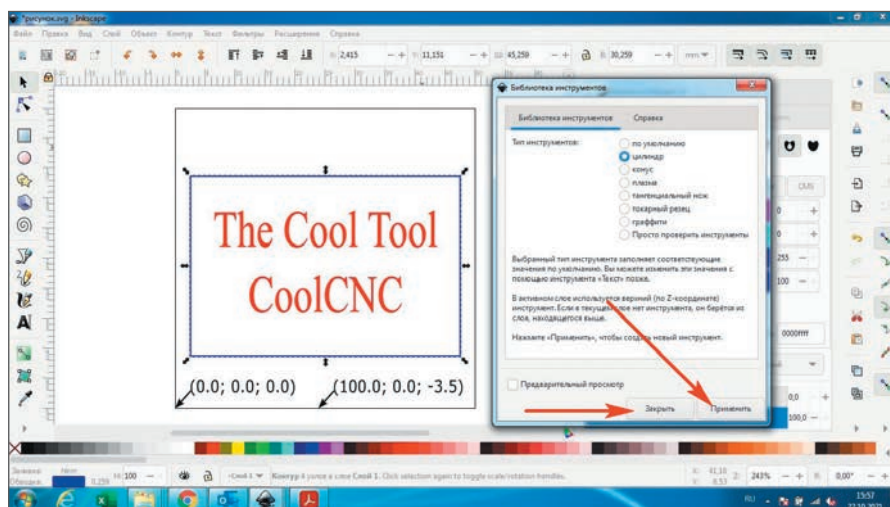
Библиотека инструментов. Активируйте **Layer 1 (Слой 1)** и выберите синий прямоугольник (отмеченный). Затем нажмите **Extensions -> Gcodetools -> Toolslibrary (Расширения -> Инструменты Gcode -> Библиотека инструментов)**.



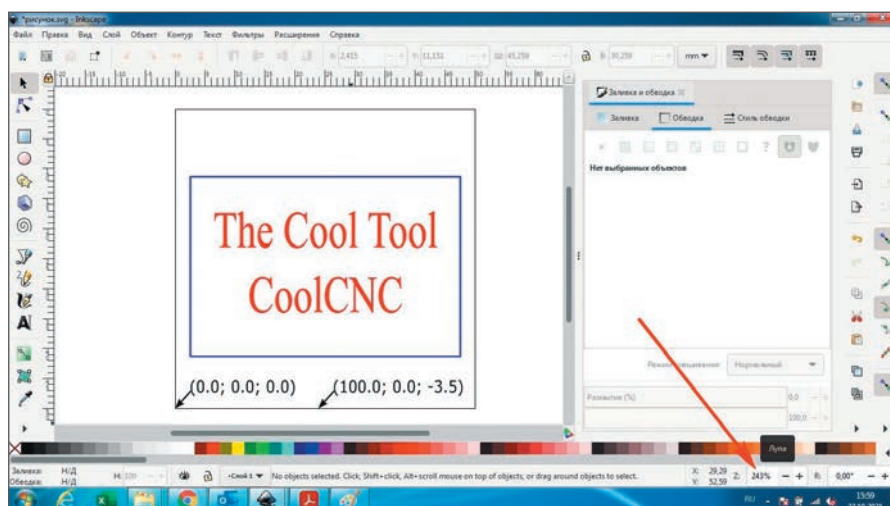
Выберите **Cylinder (Цилиндр)**.



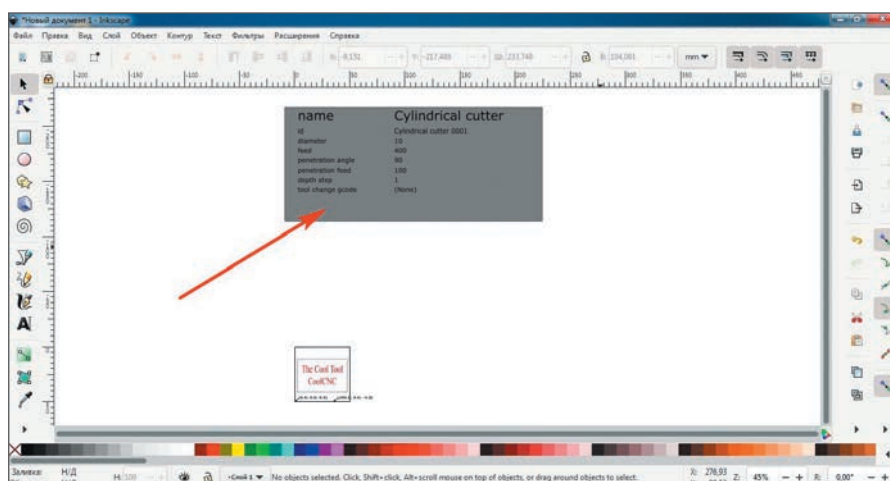
Нажмите **Apply** (Применить) и закройте окно – нажмите **Close** (Заккрыть).



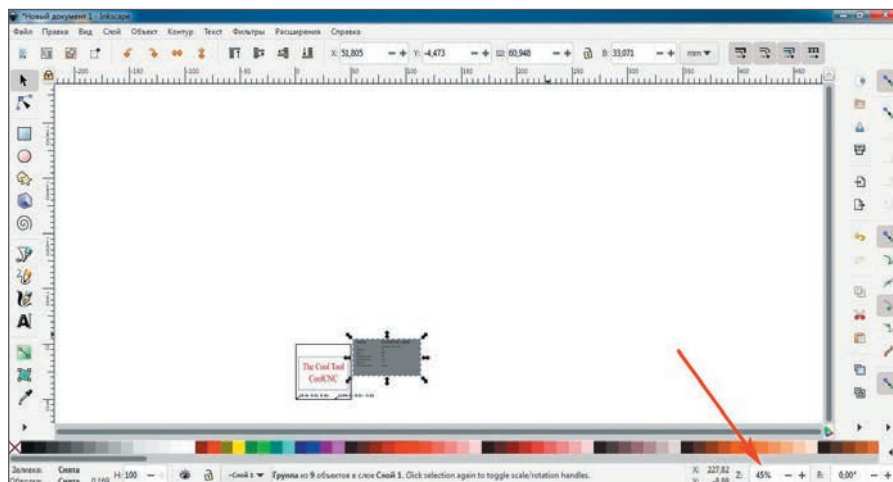
Щелкните значок лупы и уменьшить страницу.



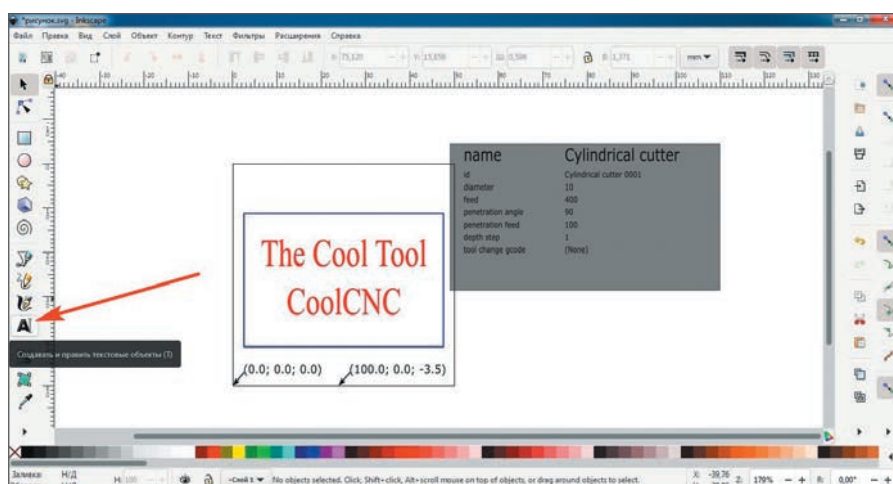
Теперь вы можете видеть Окно инструмента для **Layer1** (Слоя 1).



Расположите Окно инструмента рядом с синим прямоугольником. Затем щелкните значок лупы и увеличить страницу.



Щелкните значок «А» **Create and edit text objects** (Создавать и править текстовые объекты).



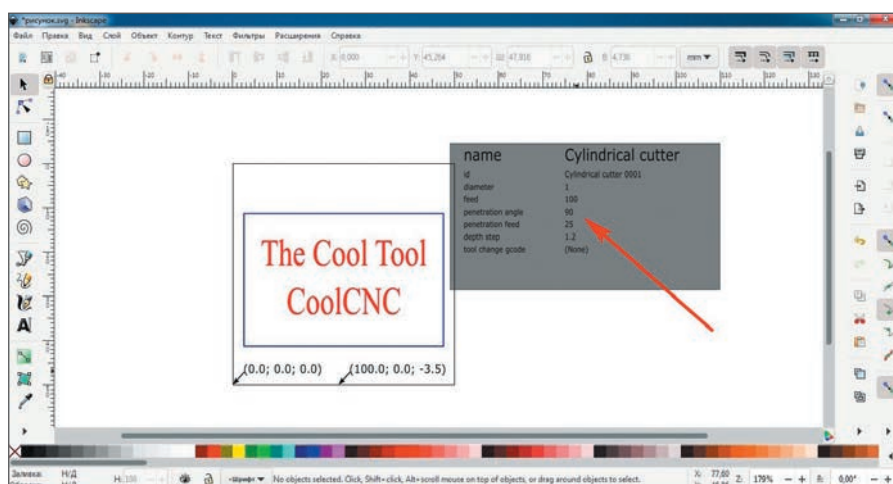
В Окне инструмента отредактируйте следующие параметры:

diameter (диаметр) = 1;

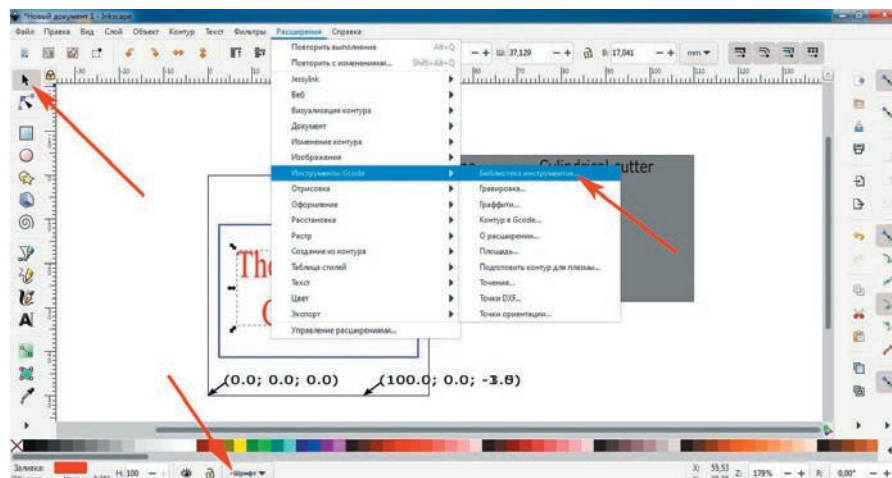
feed (подача) = 100;

penetration feed (подача фрезерования) = 25;

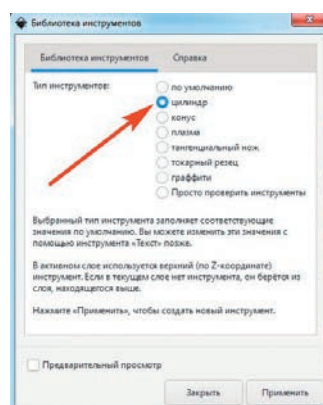
depth step (шаг по глубине) = 1,2.



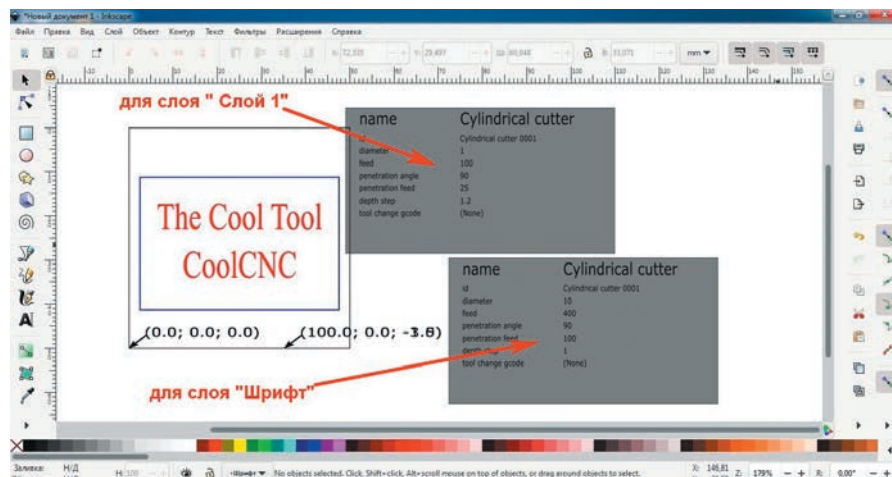
Активируйте слой **Font (Шрифт)** и выберите красный текст (отмеченный). Затем нажмите **Extensions -> Gcodetools -> Toolslibrary (Расширения -> Инструменты Gcode -> Библиотека инструментов)**.



Выберите **Cylinder (Цилиндр)**. Нажмите **Apply (Применить)** и закройте окно – нажмите **Close (Заккрыть)**.



Новое окно инструмента (окно для слоя **Font (Шрифт)**) находится внизу.



Щелкните значок «А» **Create and edit textobjects** (Создавать и править текстовые объекты) и отредактируйте следующие параметры:

diameter (диаметр) = 1;

feed (подача) = 100;

penetration feed (подача фрезерования) = 25;

depth step (шаг по глубине) = 0,544).

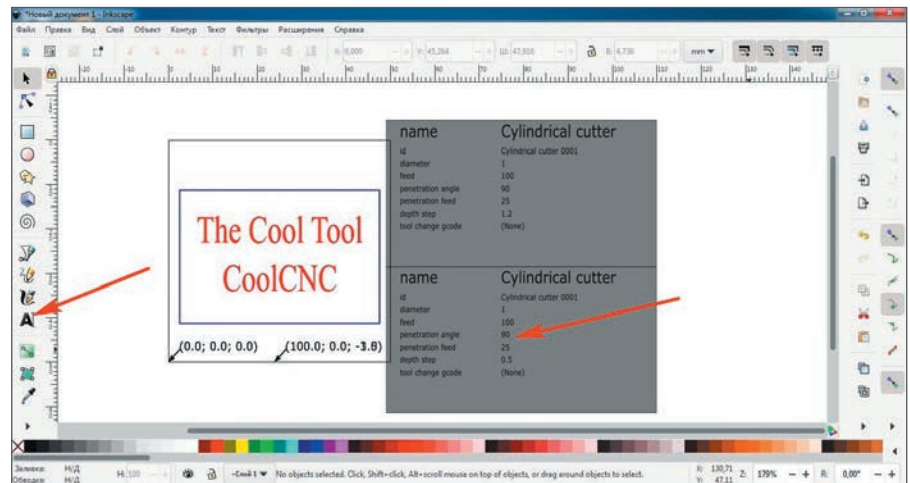
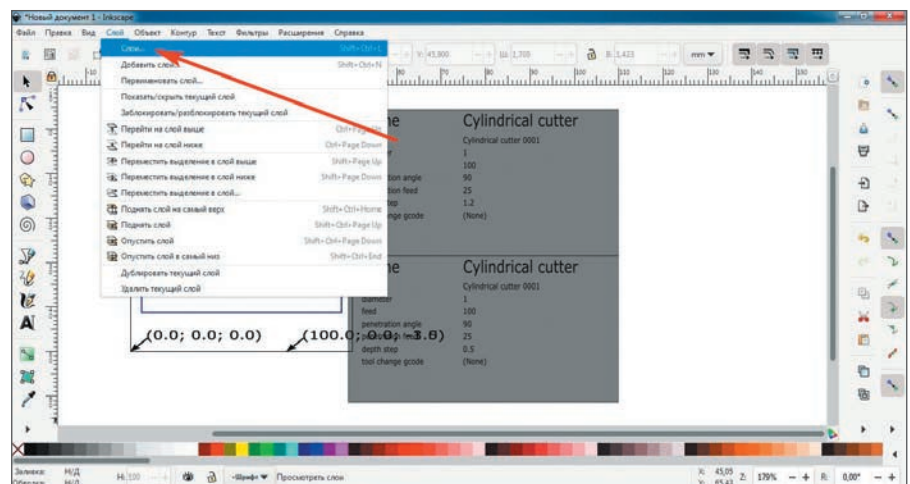
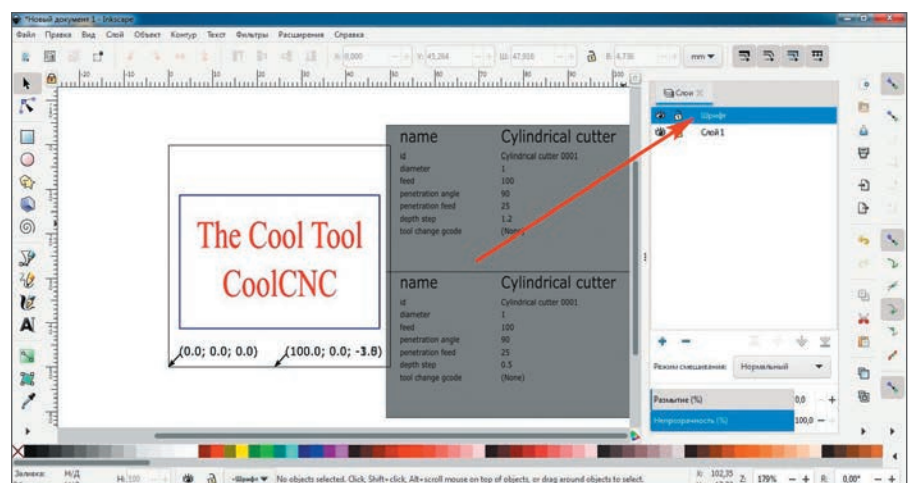
Проверьте порядок слоев. Нажмите **Layer ->Layers...** (Слой -> Слои...).

Проверьте порядок слоев. Нажмите **Layer ->Layers...** (Слой -> Слои...).

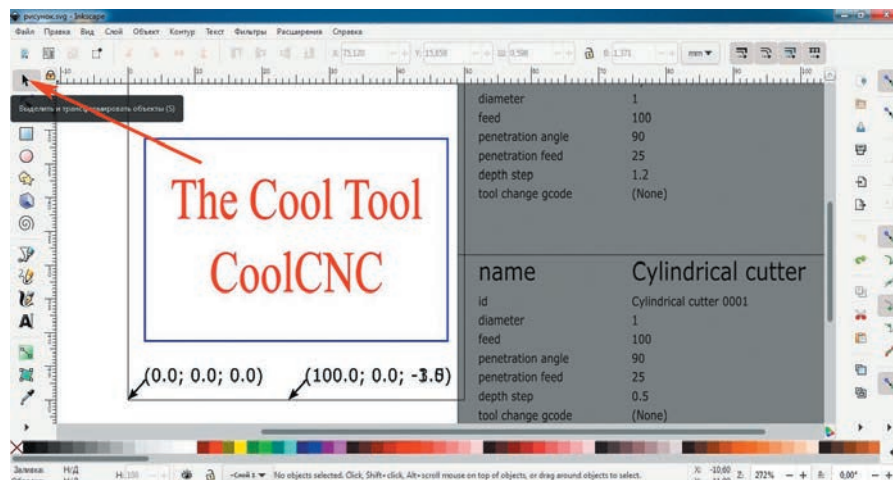
Правильный порядок:

- Шрифт
- Слой 1

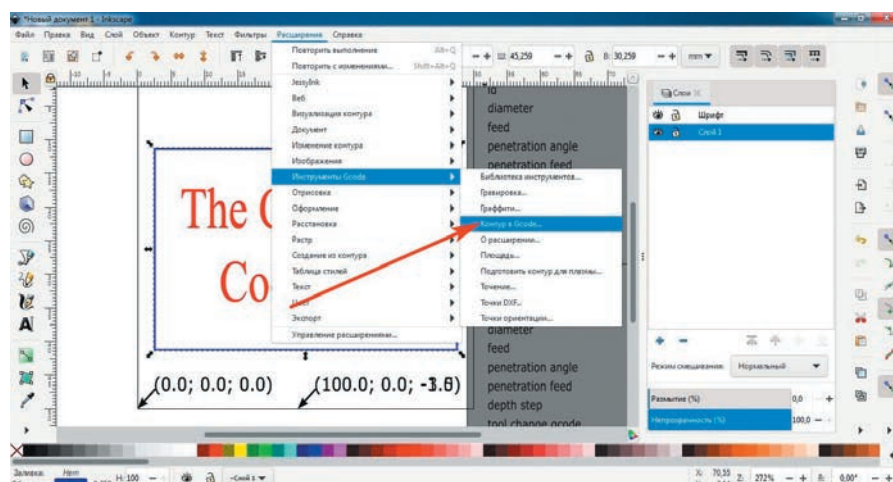
Если порядок неправильный, можете изменить его. Выберите один из двух слоев и переместите его с помощью стрелок вверх или вниз.



Нажмите стрелку **Select and transform objects (Выделить и трансформировать объекты)**, затем выделите гравировку (красный текст) и заготовку (синий прямоугольник).



Нажмите **Extensions -> Gcodetools -> Path to Gcode ... (Расширения -> Инструменты Gcode -> Контур в Gcode)**.



Нажмите **Preferences (Настройки)** и введите следующие параметры:

Файл: sample-1.ngc;

Добавить числовой суффикс к имени файла

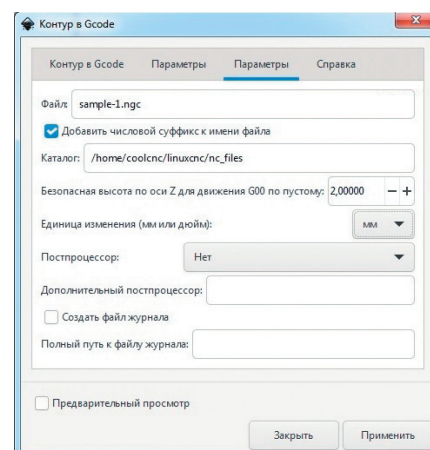
Активировать строку: **каталог:** /home/coolcnc/linuxcnc/nc_files («coolcnc» = имя пользователя);

Безопасная высота по оси Z для движения G00 по пустому: ввести 2,00000;

Единицы измерения: мм;

Постпроцессор: Нет.

Нажмите **Path to Gcode (Контур в Gcode)**



Проверьте параметры: Допуск интерполяции дуги: 0,100;

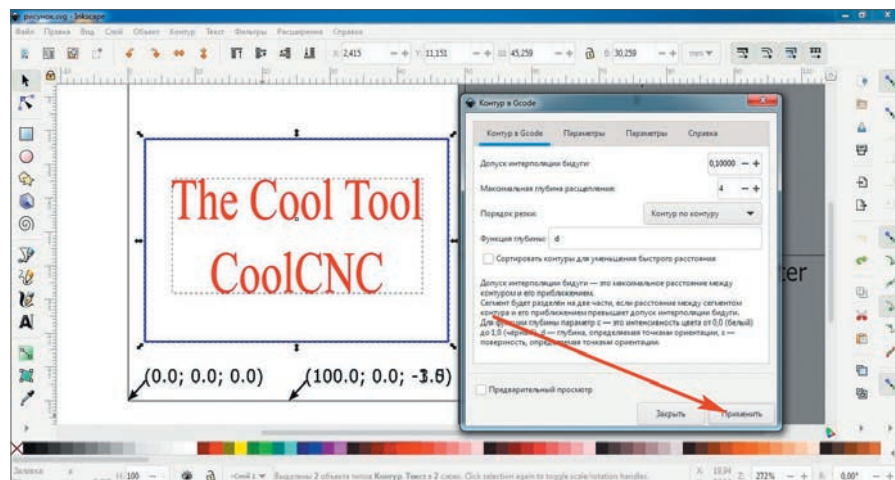
Максимальная глубина расщепления: 4;

Порядок резки:

Контур по контуру;

Функция глубины: d.

Нажмите **Apply (Применить)**, а затем закройте окно – **Close (Заккрыть)**.

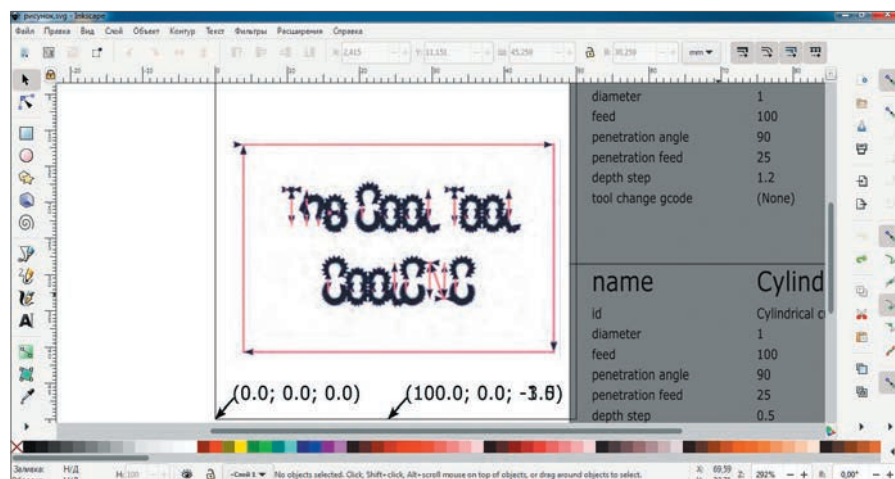


Готово.

Теперь можете сохранить файл **Inkscape** (нажмите **File -> Save (Файл -> Сохранить)**).

После этого можете закрыть **Inkscape**.

Откройте сгенерированный файл **G-код** в CETUS (UNI-FRAES-V3).

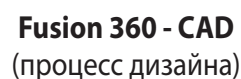


2.7

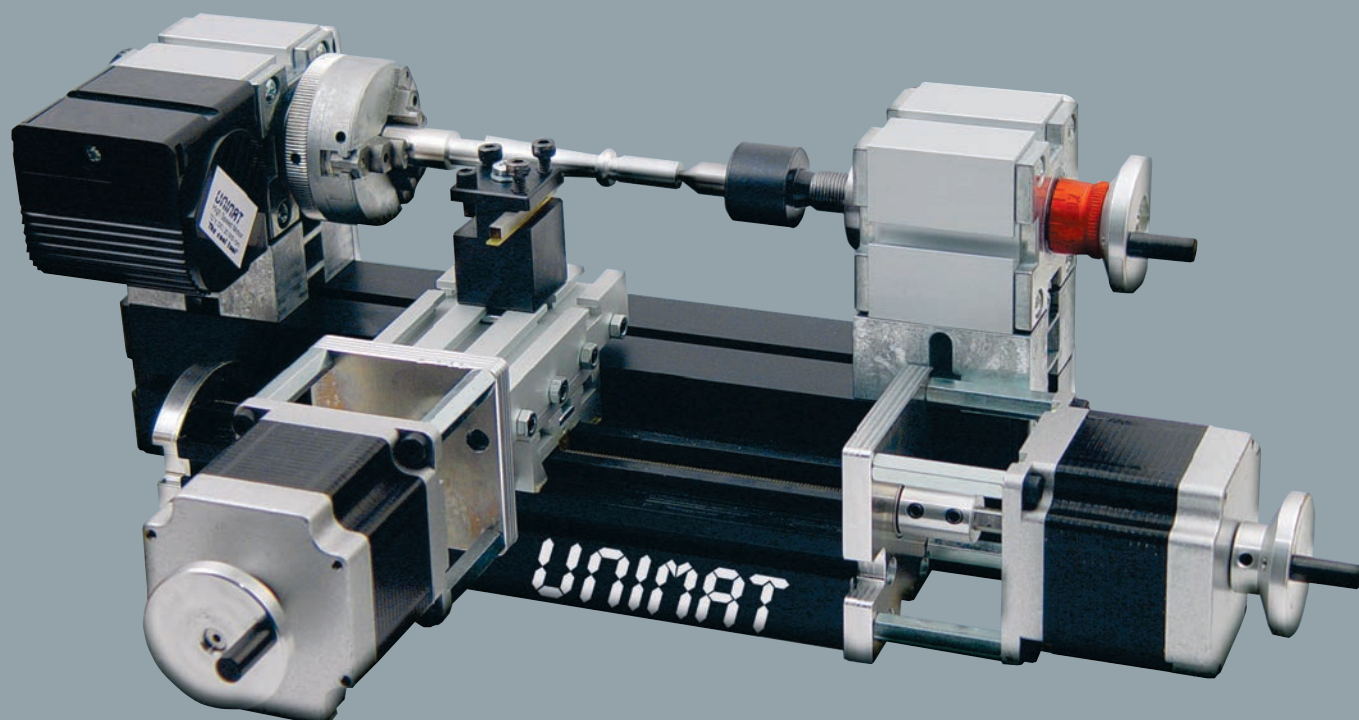
Fusion 360 представляет собой профессиональное программное обеспечение 3D CAD/CAM, для которого AUTODESK предоставляет бесплатные лицензии на обучение.

В программе можно выполнять сложные проекты, рисунки в 2,5D и модели в 3D. Функция CAM позволяет создавать файлы G-кода.

Соответствующие постпроцессоры и наборы инструментов делают программу совместимой с программным обеспечением Machinekit CNC.



Также можно использовать Autodesk® Inventor®.



3. ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ

The **cool**®
tool

Токарные станки с ЧПУ – это станки с суппортом, шпиндельной и задней бабкой, которые приводятся в движение серво- или шаговыми двигателями (соответственное по осям X, Z и C). Такие станки работают под управлением компьютерных программ.

Станки с ЧПУ устроены иначе, чем станки, управляемые человеком вручную. Вот два типичных примера:

- 1) Чаще всего рабочий инструмент, закрепленный в инструментальной оправке, находится позади оси вращения станка, чтобы упростить доступ к обрабатываемой детали.
- 2) Станина станка имеет наклон (у токарных станков с наклонной станиной), чтобы облегчить удаление стружки. Такая конструкция присуща только программно-управляемым станкам, поскольку в обычных станках в этом случае был бы затруднен доступ к маховичкам ручной подачи.

На производствах в основном используются многошпиндельные токарные станки-автоматы (токарные станки с приводной задней бабкой). В таких станках в качестве инструментальной оправки (резцедержателя) используется поворотный резцедержатель, способный перемещаться по координатам X и Y. Чередование и сочетание стационарных и вращающихся инструментов позволяет полностью изготовить деталь с одной ее установки. Если рабочий инструмент способен перемещаться по оси Y, то обрабатываемую деталь можно также фрезеровать и гравировать.

Но токарные станки даже с такими возможностями не смогут заменить фрезерные станки с ЧПУ (например, из-за ограниченности размеров обрабатываемой детали и т.п.). Более подробно об этом можно узнать в разделе 4.4. Фрезерные станки с ЧПУ.

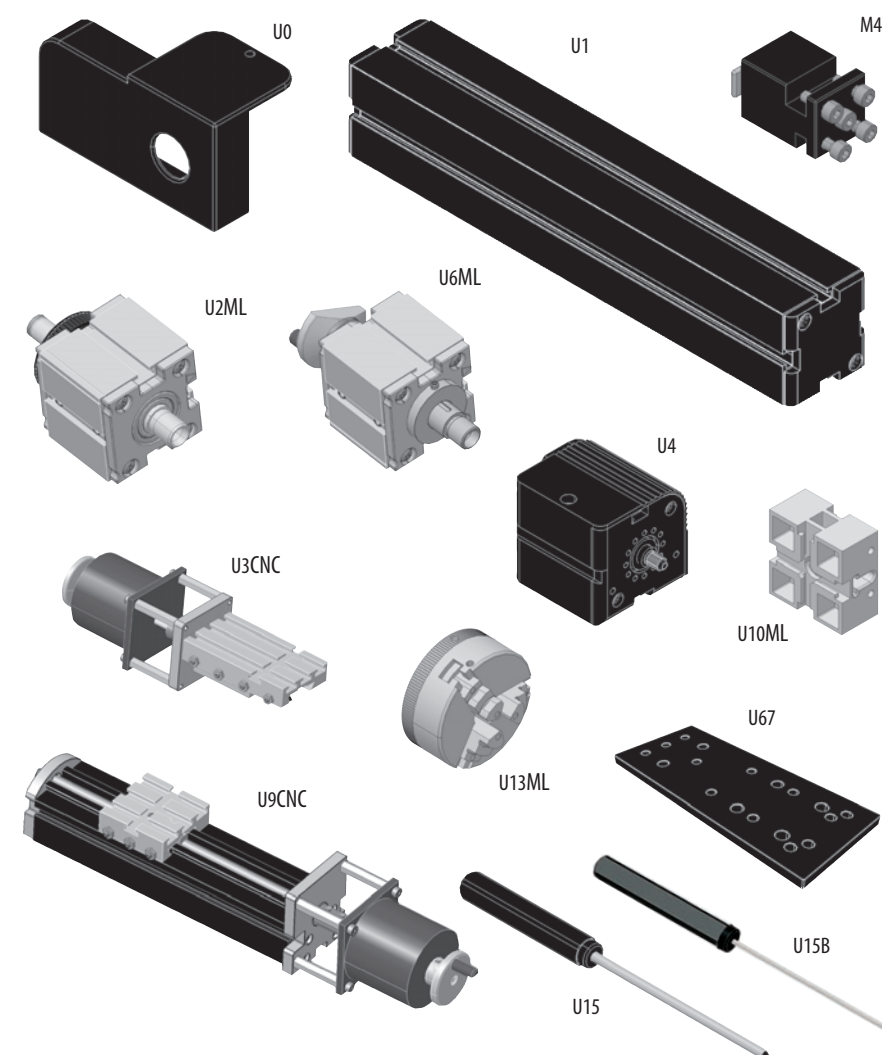
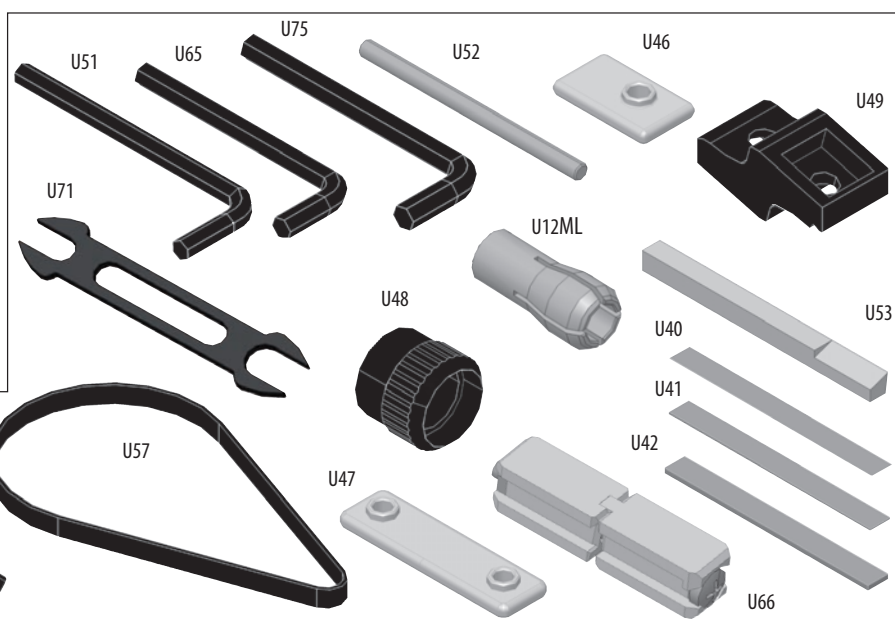
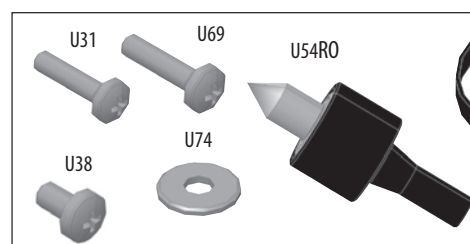
Кратко о токарной обработке

- Токарная обработка – это технологический процесс, при котором снимается стружка с вращающейся ЗАГОТОВКИ (ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ). При этом инструмент перемещается линейно.
- Типы токарных станков: горизонтальные и вертикальные, многошпиндельные, токарно-револьверные (винторезные), патронные станки, «часовые», комбинированные и центровые (многоцелевые) токарные станки, колесотокарные станки и т. д.
- Способы обработки: контурное резание, обточка на конус, торцевание, нарезка резьбы, отрезные операции, сверление по центру (по оси вращения).

Более подробную информацию можно найти в пособии «Использование конструктора модульных станков UNIMAT ML в учебном процессе».

U0	1	Кожух приводного ремня	A1A 000 010
U1	1	Станина длинная	A1A 020 000 SW
U2ML	1	Шпиндельная (передняя) бабка	A1M 035 000
U3CNC	1	Салазки суппорта поперечные	164 060 CNC
U4HS	1	Двигатель	162 420 MH
U6ML	1	Задняя бабка	A1M 040 000
U9CNC	1	Салазки суппорта продольные	164 480 CNC
U10ML	2	Проставка	A1M 000 101
U12ML	1	Цанга (3 мм)	162 460 MH
U13ML	1	Трехкулачковый зажимной патрон	164 430
U15	1	Отвертка	ZWZ 980 010
U15B	1	Отвертка шести-гранная	ZWZ 980 075
U31	8	Винт M4x10	ZSR M40 410
U38	4	Винт M4x6	ZSR M40 406
U40	2	Регулировочная прокладка	A1A 000 170
U41	2	Регулировочная прокладка	A1A 000 190
U42	2	Регулировочная прокладка	A1A 000 180
U46	7	Пазовая гайка	A1A 060 040
U47	2	Соединительная пластина	A1A 010 020
U48	1	Обойма цанги	A1A 000 070
U49	2	Прижим	A1A 000 090
U51	1	Ключ шестигранный 2 мм	ZWZ 110 200
U52	2	Вороток	ZST 110 345
U53	1	Резец по металлу	A1A 000 080
U54RO		Центр	164 450
U57	1	Приводной ремень	ZRM 730 087
U65	1	Ключ шестигранный 2,5 мм	ZWZ 110 250
U67	2	Опорная пластина	A1Z 470 010
U74	8	Плоская шайба	ZSB 250 430
U75	1	Ключ шестигранный, 3 мм	ZWZ 110 300
U66	7	Соединительный сухарь	A1A 000 ZIN SK
M4	1	Резцедержатель	A1M 000 090
U69	1	Винт M4x12	ZSR M40 412
U71	1	Гаечный ключ, 7 мм	ZWZ 100 700
	1	Деревянное основание *	164 400
	4	Резиновая ножка *	
	1	Трансформатор 12В *	161 310

* Без иллюстрации



Сборка станка: общие замечания

При сборке станков UNIMAT 1:

1. Винты (болты) и металлические гайки, которыми соединяют две металлические детали, можно затягивать очень туго. Вы ничего при этом не сломаете.
2. Если металлической гайкой нужно скрепить две пластмассовые детали (например, при ограничении перемещения салазок суппорта или регулировке скорости вращения двигателей и т.п.), то это следует делать очень осторожно.
3. Если гайка изготовлена из пластмассы (например, на корпусе отрезного устройства), ее также следует затягивать очень осторожно, чтобы не сорвать резьбу.

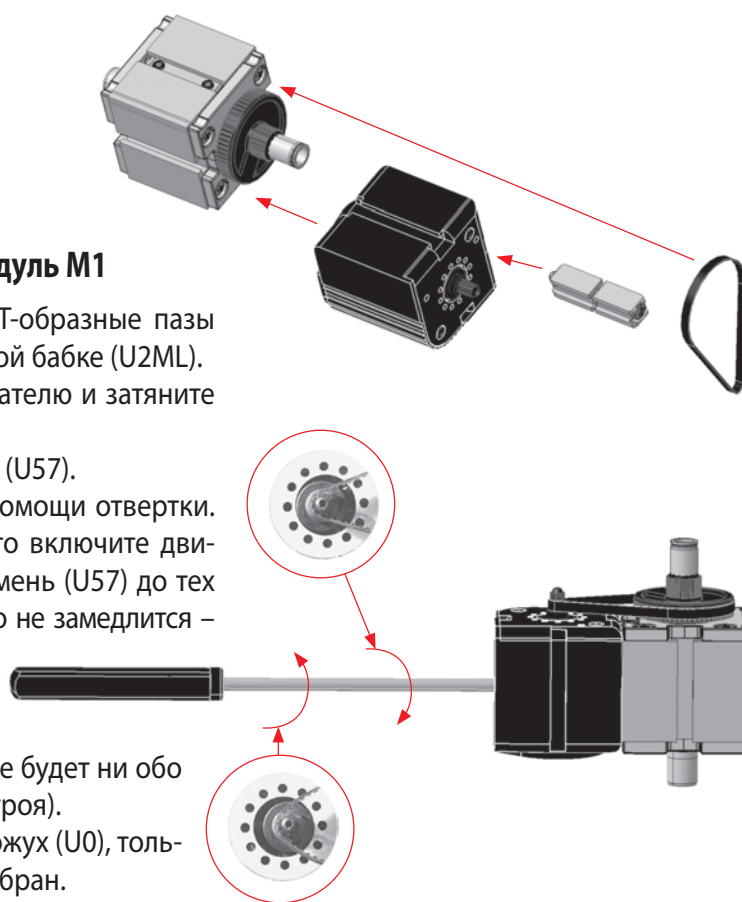
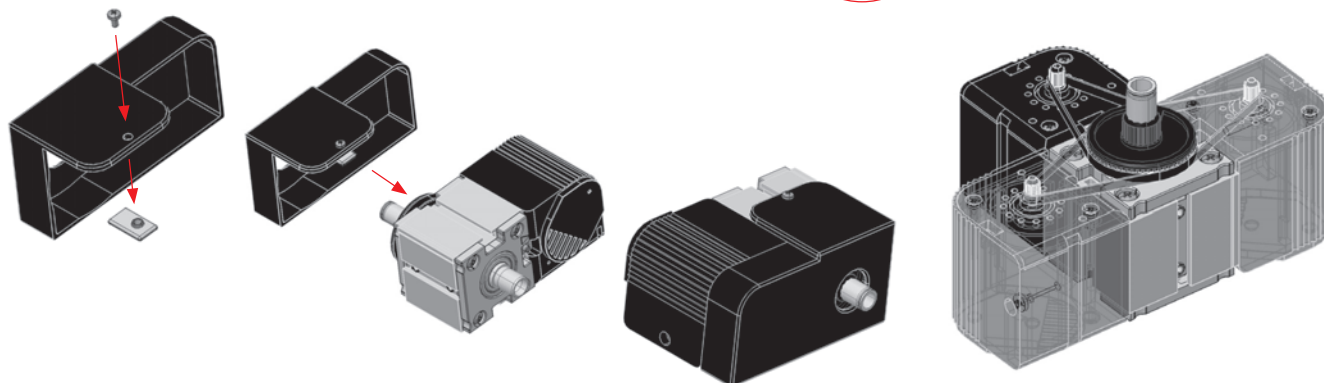
Сборка токарного станка: последовательность операции

ДВИГАТЕЛЬ – ШПИНДЕЛЬНАЯ БАБКА – Модуль М1

1. Вставьте соединительный сухарь (U66) в Т-образные пазы в корпусе двигателя (U4ML) и в шпиндельной бабке (U2ML).
2. Прижмите шпиндельную бабку (U2) к двигателю и затяните винт соединительного сухаря (U66).
3. Регулировка натяжения приводного ремня (U57).
Регулируйте натяжение ремня (U57) при помощи отвертки. Сначала ослабьте ремень (U57), после чего включите двигатель. Теперь постепенно натягивайте ремень (U57) до тех пор, пока вращение вала двигателя немного не замедлится – это покажет, что ремень натянут правильно.
4. Установка защитного кожуха приводного ремня (U0).

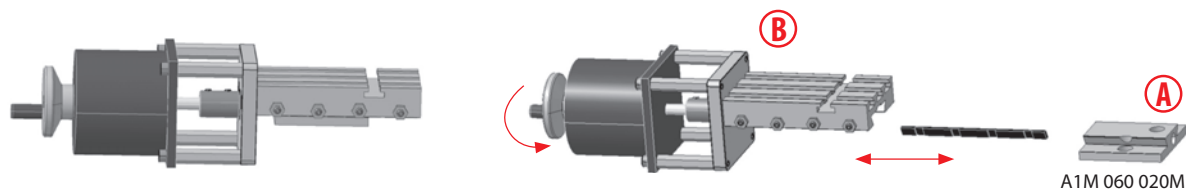
Удостоверьтесь, что ремень под кожухом не будет ни обо что тереться (иначе он быстро выйдет из строя).

ВНИМАНИЕ! Окончательно закрепляйте кожух (U0), только когда станок Unimat будет полностью собран.

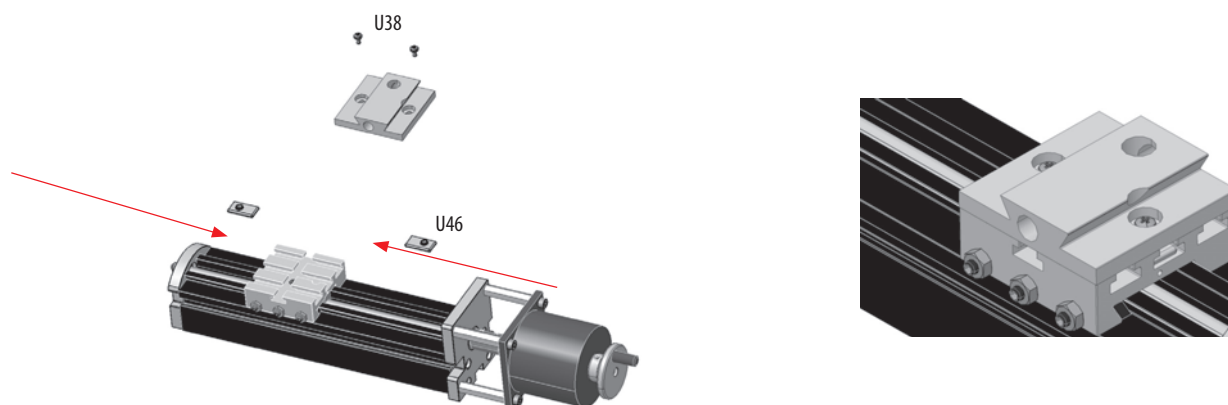


Малый модуль подачи суппорта M2D

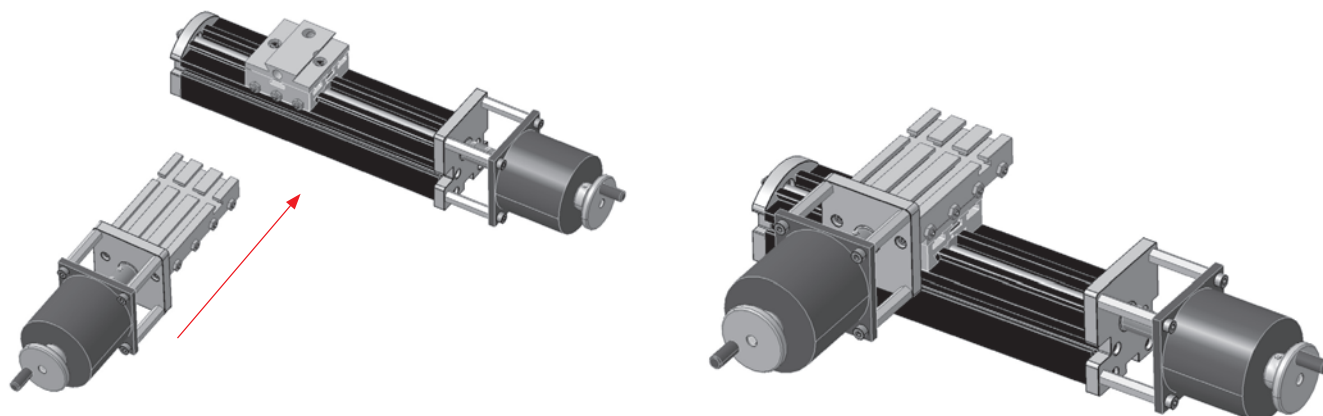
1. Модуль поперечной подачи с проставкой (для оси Z) M2B: снимите направляющую (A1M 060 020M) с салазок поперечной подачи суппорта (U3CNC), вращая маховичок ручной подачи до тех пор, пока она полностью не освободится.



2. Прикрепите направляющую салазок поперечной подачи суппорта (A1M 060 020M) к салазкам продольной подачи суппорта (U9CNC) тремя винтами (U38) и тремя пазовыми гайками (U46).



3. Сборка модуля суппорта (M2A): надвиньте салазки поперечной подачи суппорта (U3CNC) на его направляющую (A1M 060 020M). При этом необходимо следить, чтобы регулировочные прокладки между двумя узлами не сместились.



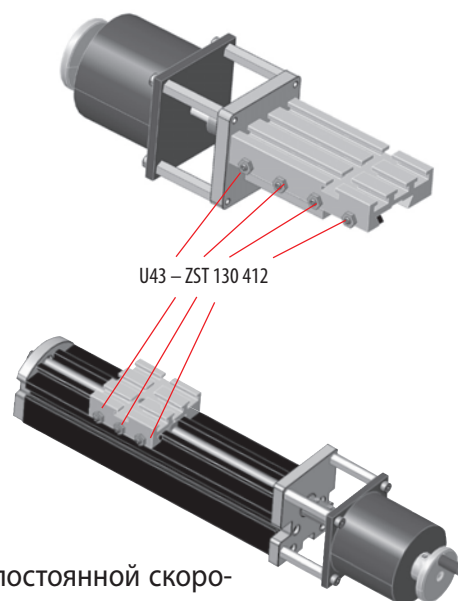
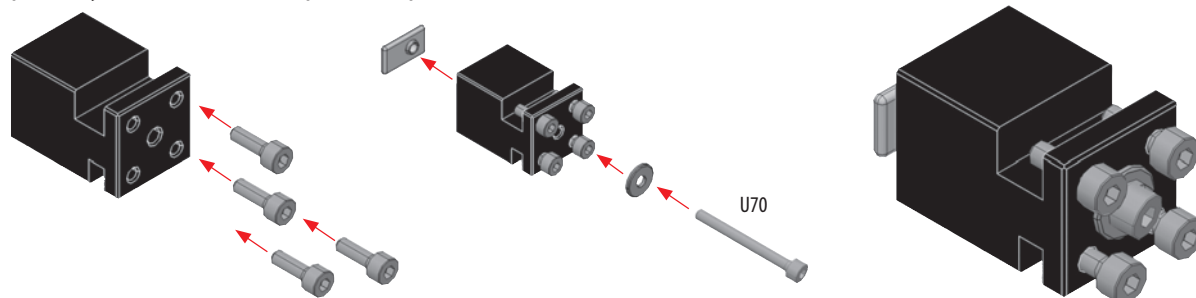
4. Регулировка салазок суппорта.

- 4.1. Проверка люфтов (свободного хода): открутите гайку (U43), отрегулируйте люфты винтами M4×12 (ZST 130 412).

РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ПРОКЛАДКИ: пластмассовые клиновидные регулировочные прокладки вставляют между поверхностями скольжения поперечных и продольных салазок и их направляющими. Правильная установка регулировочных прокладок обеспечит плавный и равномерный ход салазок суппорта.

Для регулировки ослабьте гайки, и подкручивайте винты на салазках и на верхней части салазок поперечной подачи, прижимая их, чтобы устранить люфты так, чтобы все узлы не «играли». Когда регулировка будет завершена, снова затяните регулировочные гайки. На фрезерных станках требования к люфтам жестче, чем на токарных станках.

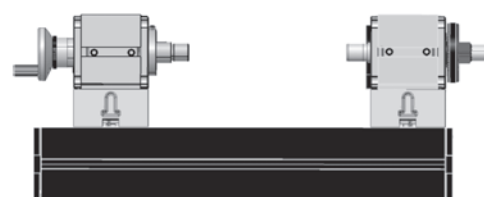
- 4.2. Регулярно производите обслуживание станка: очищайте щеткой и смазывайте все поверхности скольжения.
- 4.3. Использование суппорта: вращайте маховички ручной подачи с постоянной скоростью. Чтобы более точно устанавливать инструмент, поворачивайте сам маховичок, а НЕ крутите его за ручку. Подачу следует производить непрерывно, используйте для этого обе руки (попеременно меняя их). Поворачивая соответствующие маховички, вы перемещаете салазки продольной и поперечной подачи суппорта, а также заднюю бабку. Один полный оборот маховичка ручной подачи соответствует линейному перемещению 1 мм. Эти маховички откалиброваны на минимальную подачу 0,025 мм (25/1000 мм). Регулярно очищайте от стружки винты подачи и смазывайте их. Работайте маховичками ручной подачи аккуратно, поскольку это достаточно точные механизмы.
5. Сборка двухпозиционного резцедержателя (Узел M4).



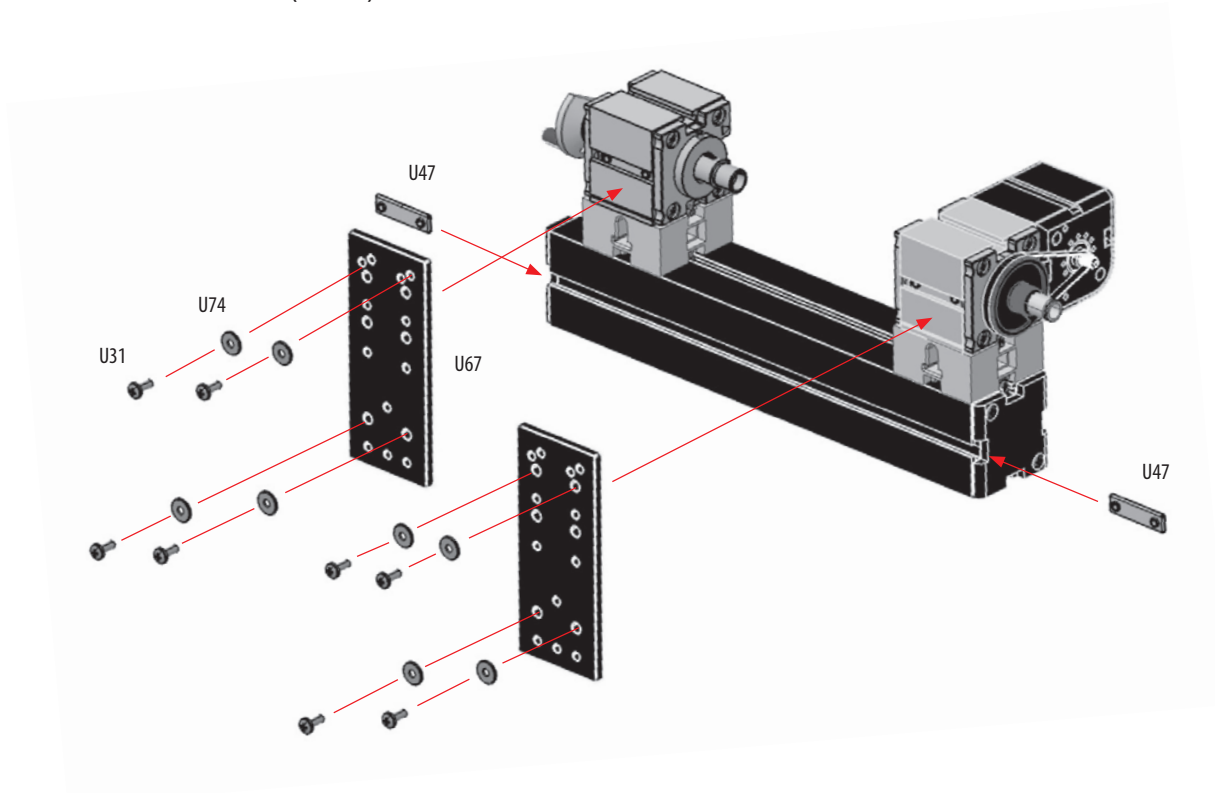
6. Установка модуля M1A («двигатель-шпиндельная бабка») и задней бабки (U6ML) на станину станка с использованием проставки (U10ML).



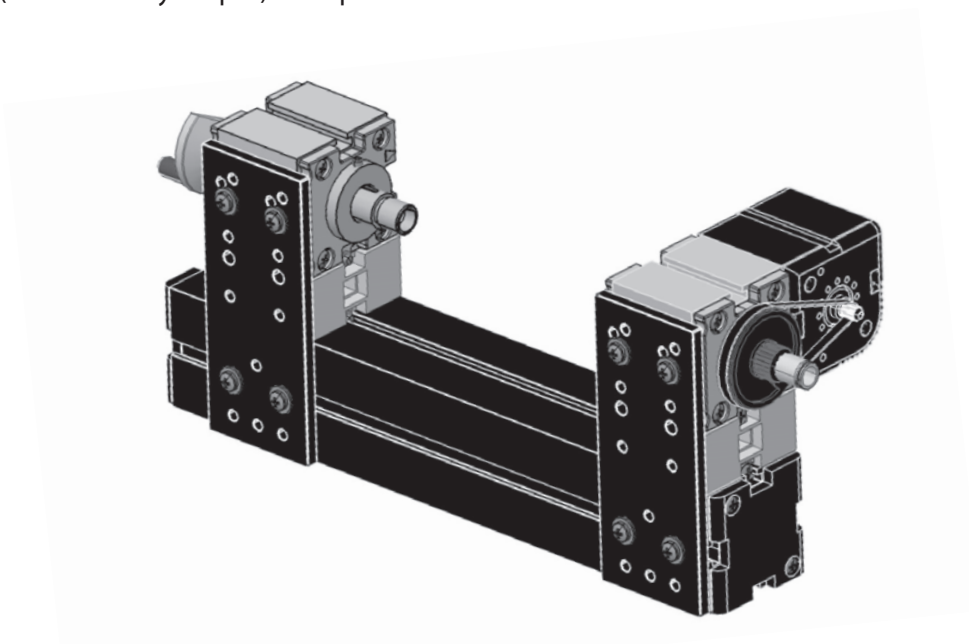
7. Соединительные пластины с двумя отверстиями (U47) должны быть установлены с одной и той же стороны станины (с уже установленными на нее шпиндельной бабкой (U2) и задней бабкой U6ML).



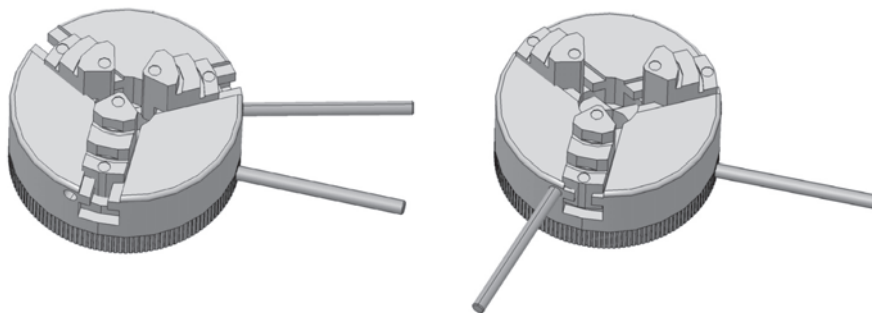
8. Закрепите заднюю бабку (U6ML) и модуль двигатель-шпиндельная бабка (M1A) при помощи двух опорных пластин (U67). Для этого используйте винты M4×10 (U31) и плоские шайбы (U74). Вставьте две соединительные пластины с двумя отверстиями (U47) в T-образные пазы в станине станка (U1ML).



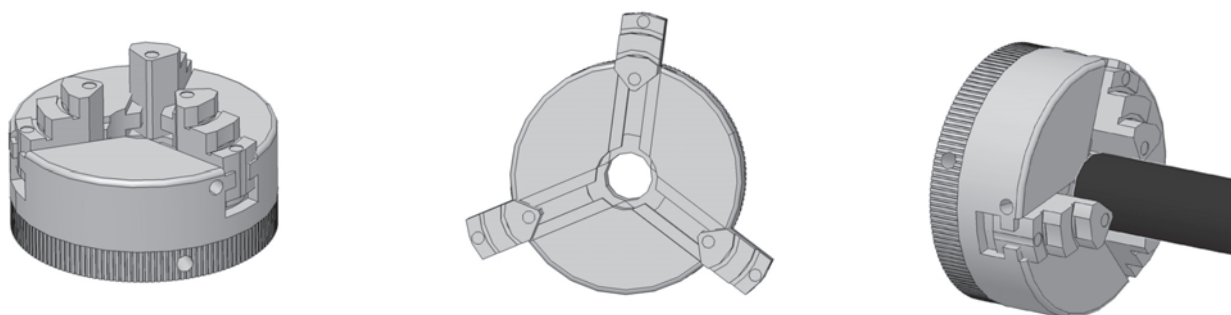
9. Модуль M7A (станок без суппорта) в сборе.



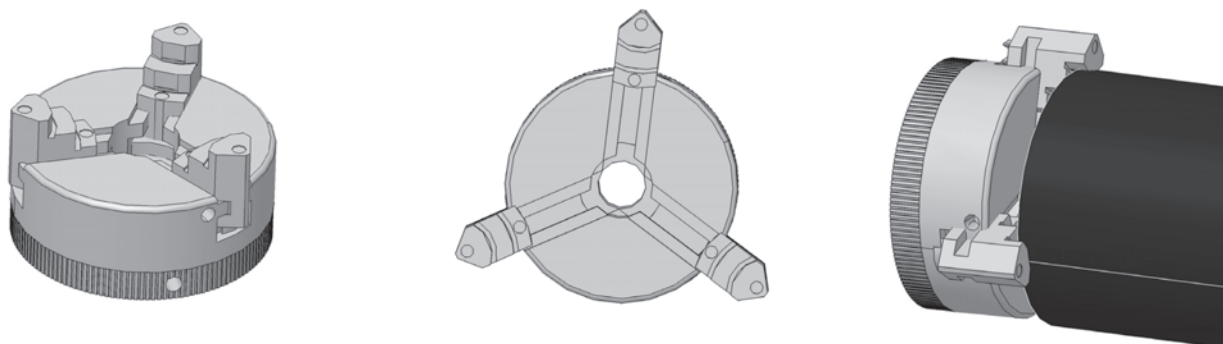
10. Трехкулачковый зажимной патрон (U13) предназначен для закрепления заготовок с круглым, треугольным или шестигранным сечением. Эти патроны поставляются с переставными (оборотными) кулачками, что позволяет закреплять в них детали различных размеров, зажимая их как снаружи, так и враспор.
- 10.1. Чтобы раздвинуть или сдвинуть кулачки, поворачивайте верхнюю и нижнюю части патрона в противоположных направлениях при помощи двух воротков (U52).



- 10.2. Установите кулачки в такое положение, чтобы зажимать тонкие детали (от 1,8 до 56 мм в диаметре).



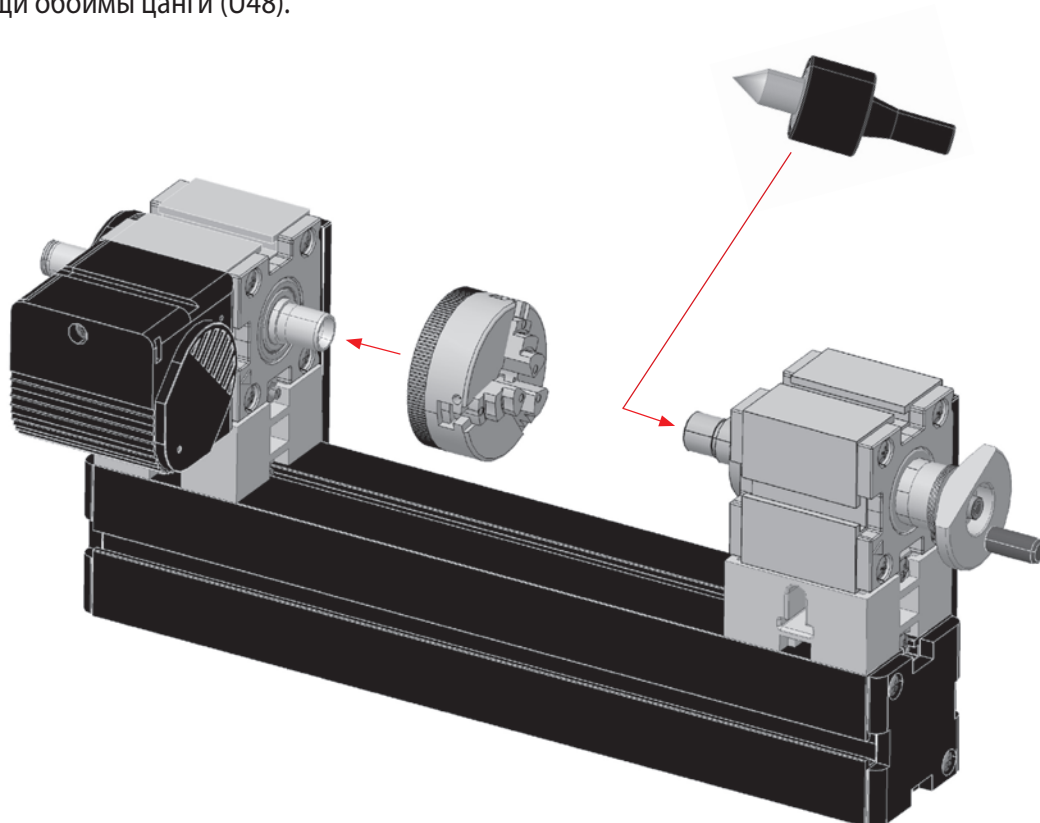
- 10.3. Для крупных деталей (от 12 до 65 мм в диаметре) переверните кулачки:



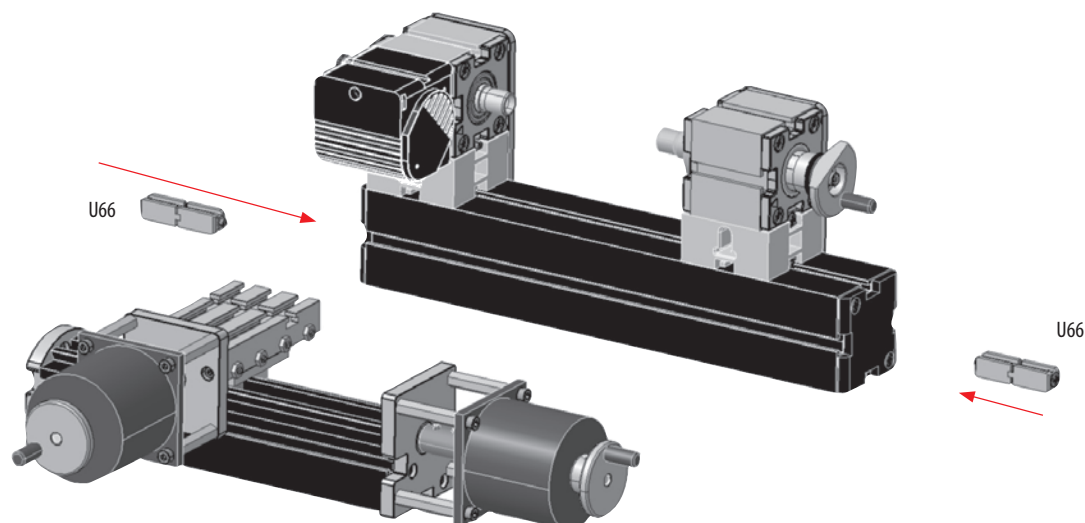
- 10.4. Для перестановки кулачков поворачивайте верхнюю и нижнюю части патрона до тех пор, пока кулачки полностью не выдвинутся, и выньте их. Каждый кулачок пронумерован с внутренней и внешней стороны. **ЗАПОМНИТЕ**, в каком порядке собираются кулачки!

ВНИМАНИЕ! Если обрабатываемую деталь «бьет» при вращении, значит, она неправильно закреплена. Немного разведите кулачки, слегка поверните деталь и снова зажмите кулачки.

11. Окончательная (полная) сборка токарного станка по металлу.
 - 11.1. Накрутите трехкулачковый зажимной патрон (U13) на шпиндель передней бабки модуля (M7A).
 - 11.2. Закрепите центр (U54ML) в цанговом патроне 6 мм (U12ML-6) при помощи обоймы цанги (U48).

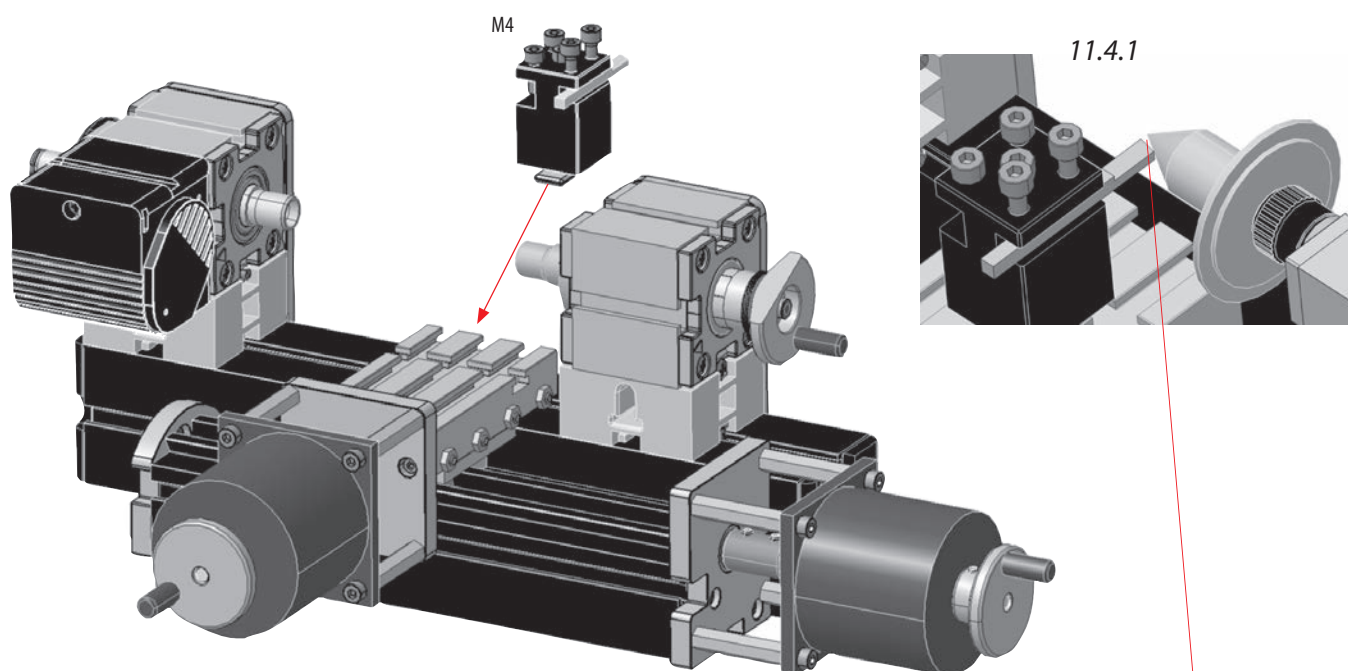


- 11.3. Закрепите модуль суппорта (M2A) на станке (M7A) при помощи двух соединительных сухарей (U66). Удостоверьтесь, что суппорт может свободно перемещаться по всей длине направляющей между передней и задней бабками.



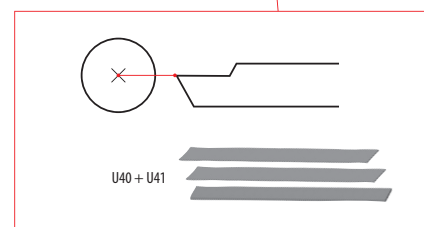
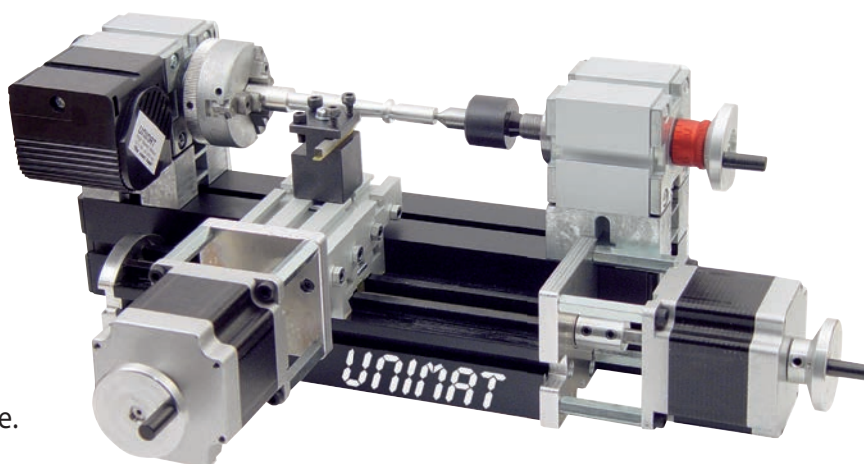
11.4. Закрепите двухпозиционный резцедержатель (M4) на модуле суппорта (M2A).

Вставьте пазовую гайку (U46) в Т-образный паз на салазках поперечной подачи суппорта и затяните винт (U70).



11.4.1. Установка режущих инструментов.

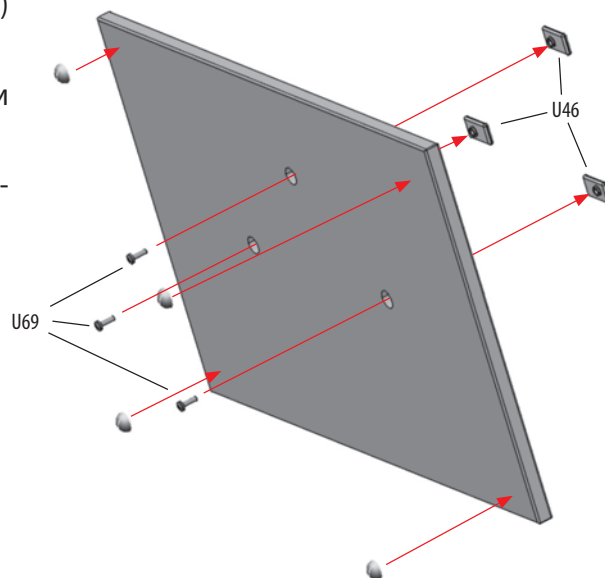
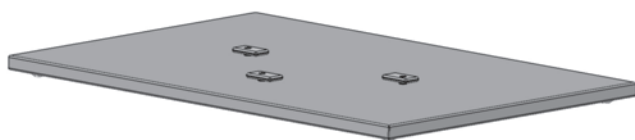
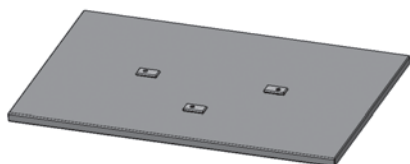
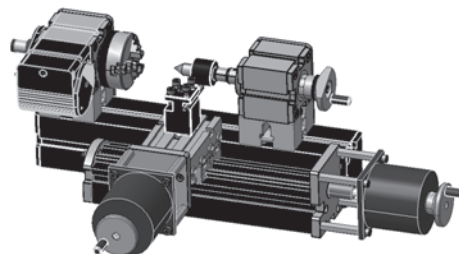
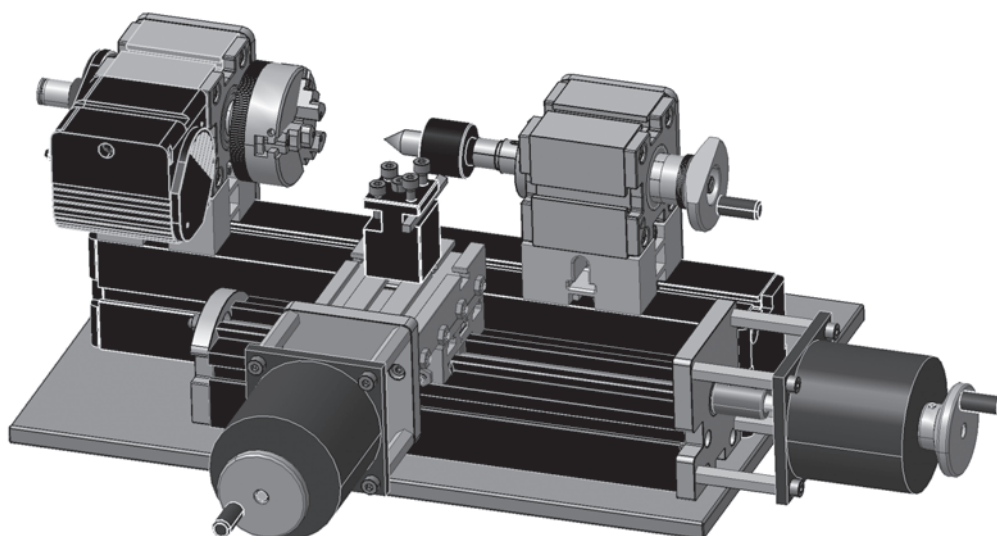
Вершина (режущая кромка) вставного токарного резца и острие центра (U54) должны быть расположены на одной и той же высоте. Чтобы точно выставить резец по высоте, используйте регулировочные прокладки (U40-U42). Зажимайте резец так, чтобы он как можно меньше выступал из резцедержателя.



11.5. Токарный станок для обработки металлов в сборе.

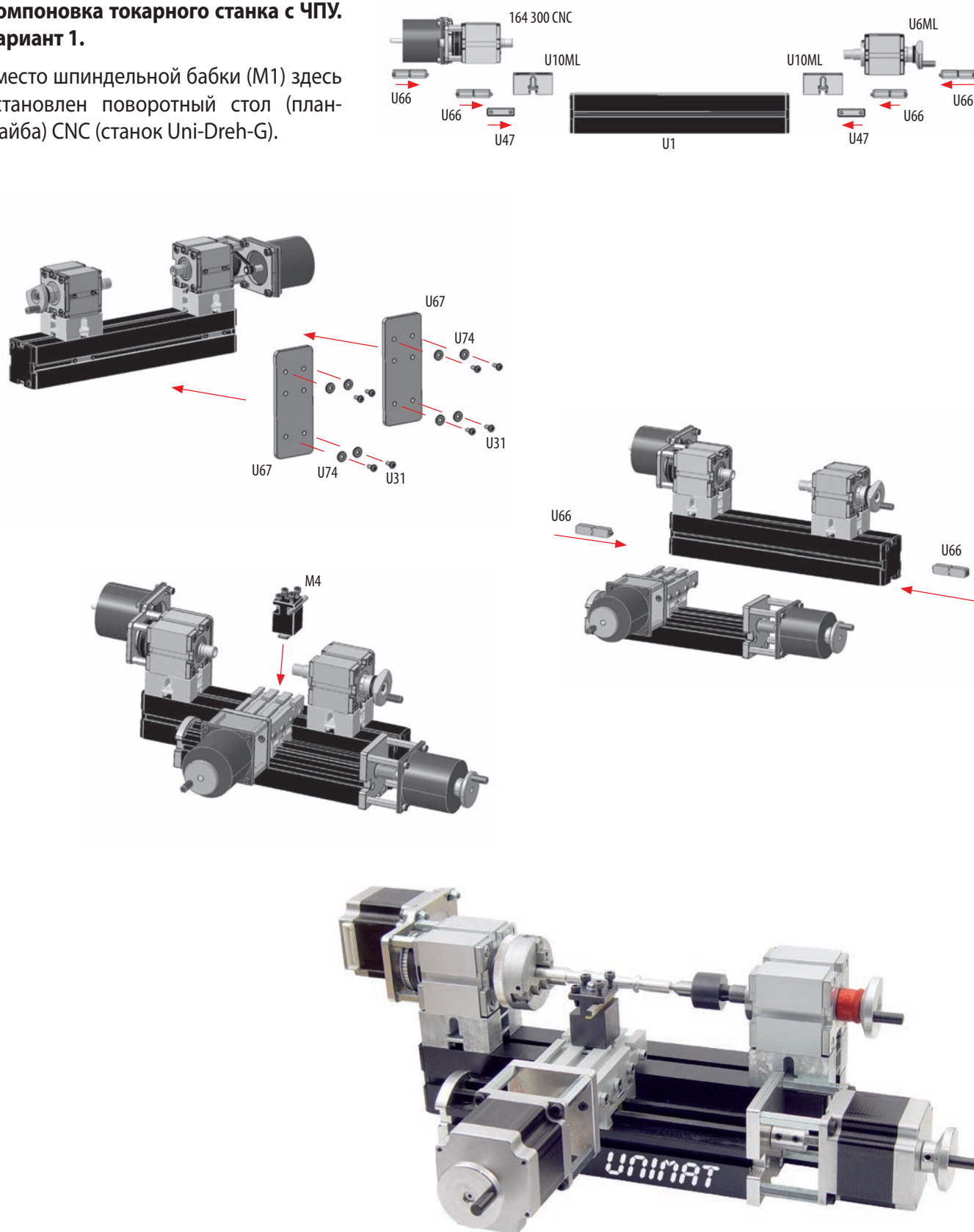
Установка токарного станка Unimat на деревянное основание

- Наживите (но не затягивайте!) пазовые гайки (U46) винтами M4x12 на деревянном основании.
- Подложите четыре резиновых ножки под головки винтов.
- Надвиньте станину станка на эти гайки (U46) так, чтобы они вошли в Т-образные пазы.
- Затяните винты.



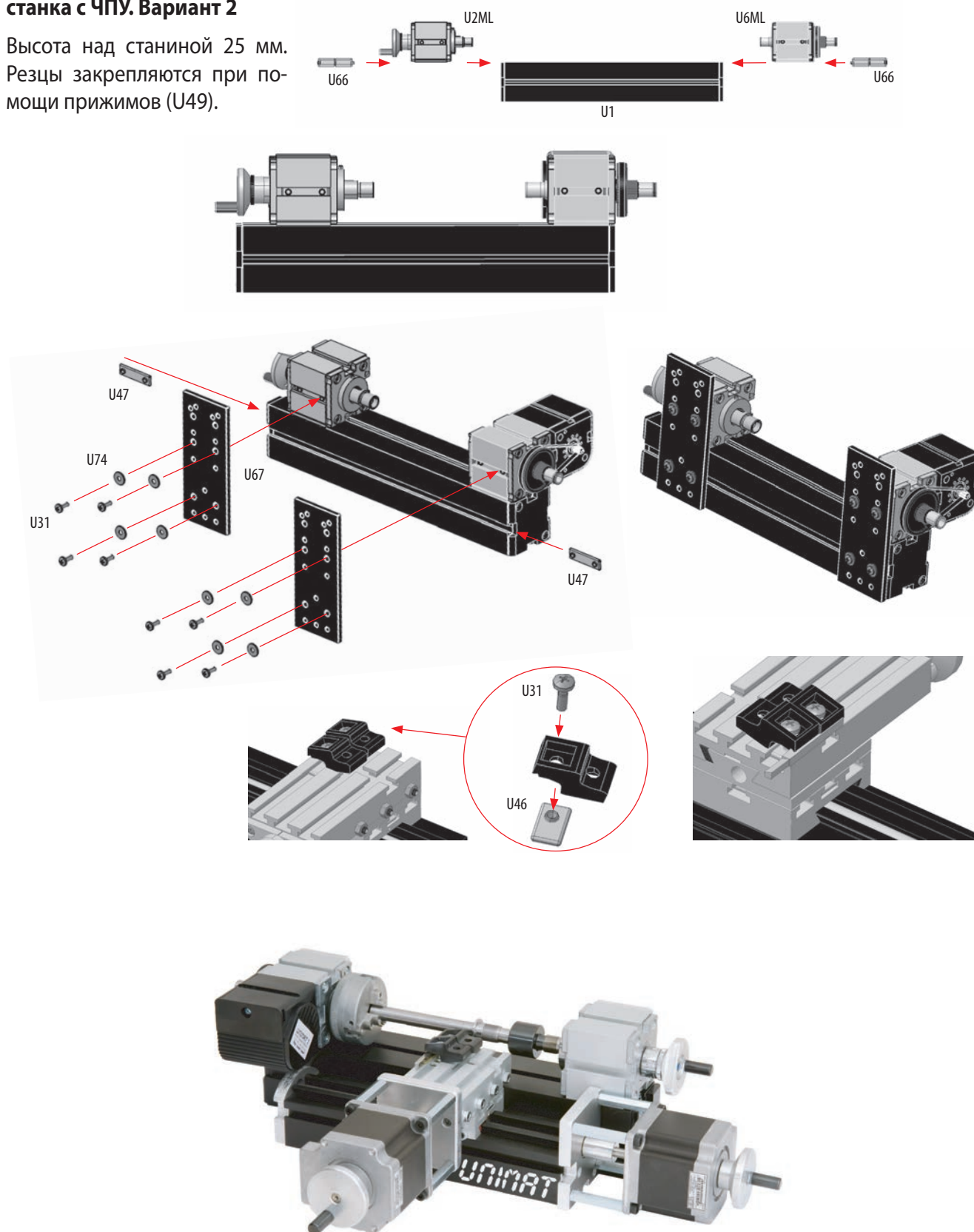
Компоновка токарного станка с ЧПУ. Вариант 1.

Вместо шпиндельной бабки (M1) здесь установлен поворотный стол (планшайба) CNC (станок Uni-Dreh-G).



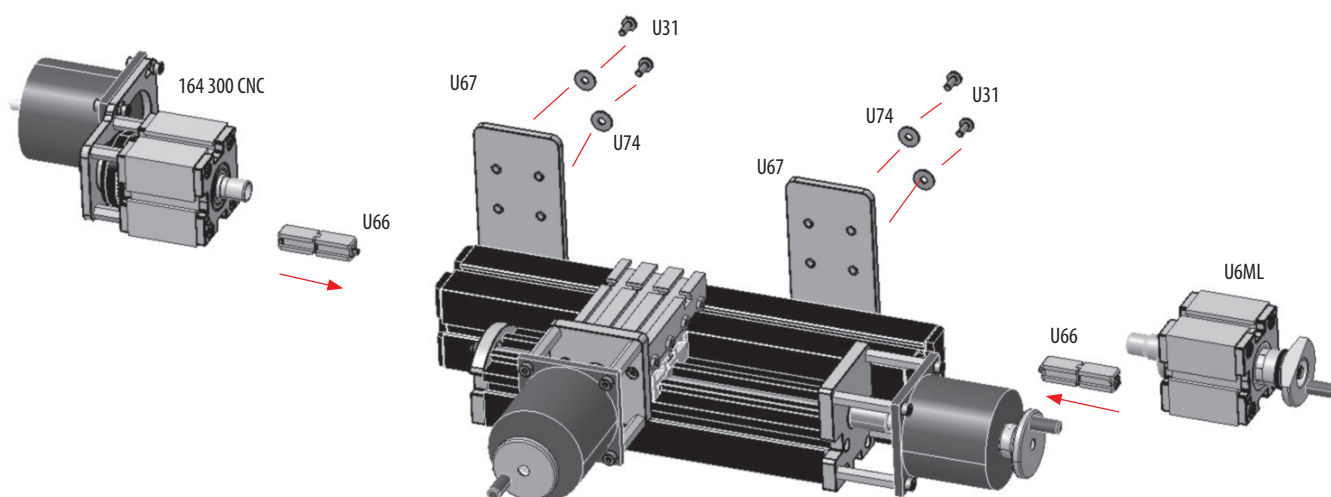
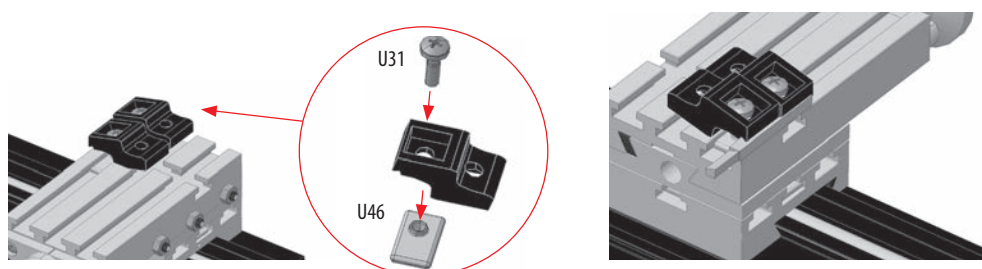
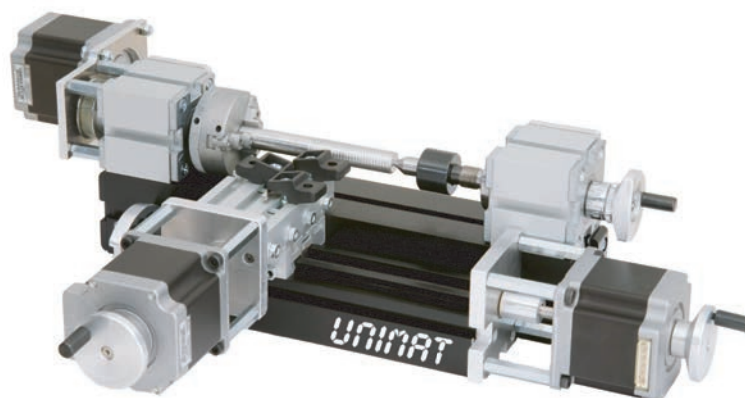
Компоновка токарного станка с ЧПУ. Вариант 2

Высота над станиной 25 мм.
Резцы закрепляются при помощи прижимов (U49).



Компоновка токарного станка с ЧПУ. Вариант 3

Вариант 1, но с высотой 25 мм над станиной. Резцы закрепляются при помощи прижимов (U49).



Примеры основных приемов работы на токарных станках ЧПУ

Исходное положение обрабатываемой детали

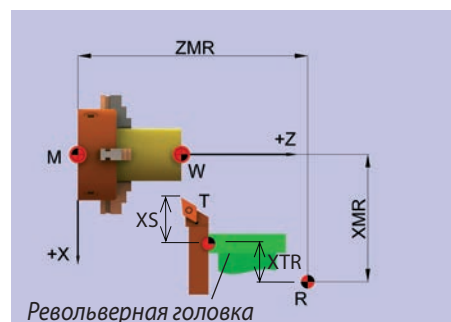
При токарной обработке вращающихся деталей их исходное положение обычно задают в нулевой точке координаты X на оси вращения детали (основного шпинделя станка). Одним из преимуществ такого приема является то, что неоднородность диаметра заготовки никак не отражается на точности готовой детали. Однако при этом возникают и некоторые трудности: режущая кромка резца не может достичь центра токарного станка, если обрабатываемая деталь уже установлена. Одним из возможных способов разрешения этой проблемы является изменение направления оси X на какое-либо другое, доступное при помощи базисного переключения переключателя.

Большая часть базисных переключений переключателей находится в самой удаленной точке оси X на оси вращения. Точное расстояние между положением переключения и осью вращения (XMR) известно, и согласуется с базисной точкой. Для определения исходного положения обрабатываемой детали дополнительно должны быть известны следующие параметры:

- расстояние между базисными точками рабочего инструмента и резцедержателя (XS),
- расстояние между базисной точкой резцедержателя и базисным переключателем (XTR).

Для решения приведенных выше задач для токарных станков Unimat CNC Lathes, выполните две процедуры:

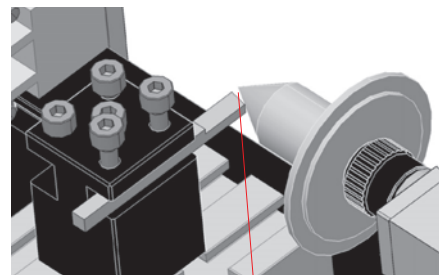
- а) задайте исходное положение оси X перед тем, как закреплять обрабатываемую деталь,
- б) замерьте точный диаметр заготовки, подведите рабочий инструмент вплотную к заготовке и сохраните это найденное фактическое положение оси X под именем «touch» («касание»).



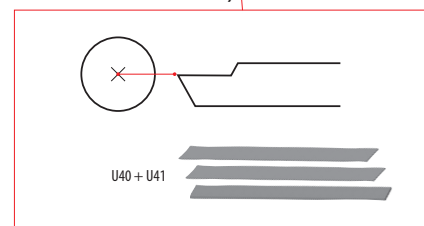
А) Задание исходного положения оси X перед установкой обрабатываемой детали

- 1) Начните ось (Start axis) и выберите токарный станок (то есть Uni-Dreh).
- 2) Установите на станину станка заднюю бабку (если она еще не установлена). См. раздел 3.3, шаги 6-9.
- 3) Удостоверьтесь, что соединительный сухарь (U66) и винты (U31) на опорной пластине (U67) затянуты. Только после этого можно точно выставить заднюю бабку!
- 4) Вставьте вращающийся центр в пиноль так, чтобы он не был перекошен и не выпадал. Эту операцию следует производить без излишних усилий. Исходное (нулевое) положение оси X можно задать при помощи центра (U54ML), закрепленного 6-мм цанговым патроном в пиноли.
- 5) Подведите вершину режущей кромки резца к острию вращающегося центра (как описано в разделе 3.3, п.11.4.1.).

Еще раз проверьте, на каком уровне находится режущая кромка резца. Если резец установлен правильно, подведите его режущую кромку точно к оси вращения (теперь вершина режущей кромки выровнена с острием центра, если смотреть на них как спереди, так и сзади).



a)



b)

Примечание. При задании исходного (нулевого) положения обрабатываемой детали, отключите блок управления и перемещайте суппорт, вращая маховички ручной подачи. Такой способ гораздо эффективнее, чем это производилось бы в автоматическом режиме (по программе). Теперь снова включите блок управления, чтобы двигатели случайно не сдвинули салазки суппорта.

- 6) Если настройка производилась вручную (маховичками ручной подачи), отключите кнопку **Emergency (Аварийное отключение)** (нажмите клавишу F1) и нажмите кнопку **Machine on (Включить станок)** (нажмите клавишу F2).
- 7) Чтобы активировать ось X (рис. а), нажмите кнопку **Homing (Самонаведение)**. Теперь базисная точка X задана (в последующих примерах эта точка будет рассматриваться как исходное положение обрабатываемой детали). На координатных осях в окне предварительного просмотра эта точка будет отмечена (рис. b).
- 8) **ВНИМАНИЕ!** С этого момента ось X можно перемещать только программно. Если использовать ручную подачу суппорта (маховичками), настройки базисной точки будут утеряны.
- 9) Отведите рабочий инструмент в сторону, чтобы он не помешал устанавливать обрабатываемую деталь.
- 10) Зажмите заготовку в патроне.
- 11) Подведите рабочий инструмент к исходному (нулевому) положению на оси Z. В данном случае это будет крайняя правая часть обрабатываемой детали (со стороны задней бабки).
- 12) Сделайте отметку на оси Z и нажмите кнопку **Homing (Самонаведение)**. Теперь исходное (нулевое) положение оси Z задано.
- 13) Можно начинать обработку (по G-коду).

ВНИМАНИЕ! Включите двигатель (U4)!

В) Задание исходного положения оси X с уже установленной обрабатываемой деталью

- 1) Начните ось (Start axis) и выберите токарный станок (то есть Uni-Dreh).
- 2) Зажмите заготовку в патроне.
- 3) В точке, где резец должен будет коснуться заготовки, измерьте ее точный диаметр.
- 4) Подведите резец к заготовке в этой точке. Заготовка должна вращаться. Включите двигатель (U4).

ВНИМАНИЕ! Отключите блок управления, чтобы переместить суппорт вручную (маховичками) к обрабатываемой детали, которую также можно поворачивать вручную. Снова включите блок управления.

- 5) Медленно подведите вершину режущей кромки вплотную к обрабатываемой детали. И как только пойдет первая стружка, прекратите подачу. Обычно этот момент можно уловить на слух.
- 6) Если настройка производилась вручную (маховичками ручной подачи), отключите кнопку **Emergency (Аварийное отключение)** (нажмите клавишу F1) и нажмите кнопку **Machine on (Включить станок)** (нажмите клавишу F2).
- 7) Чтобы активировать ось X (секция sec. 1), нажмите кнопку **Homing (Самонаведение)**.
- 8) Чтобы активировать ось Z (секция sec. 1), нажмите кнопку **Homing (Самонаведение)**.

ВНИМАНИЕ! Это НЕ исходное положение для оси Z. Тем не менее, все оси станка должны быть взаимно соотнесены, чтобы выбрать **Touch (Касание)**. Фактическое исходное (нулевое) положение оси Z будет задано позже.

- 9) Нажмите кнопку **Touch (Касание)**. Откроется окно. Удостоверьтесь, что функции **Coordinate system (Система координат)** и **P1 G54** активированы. Введите расстояние до оси вращения в текстовое поле (searchbar) **Diameter/Radius** (диаметр/радиус), в зависимости от настроек программы). Подтвердите ввод значения, нажав кнопку «ОК».

ВНИМАНИЕ! С этого момента ось X можно перемещать только программно. Если использовать ручную подачу суппорта (маховичками), настройки базисной точки будут утеряны.

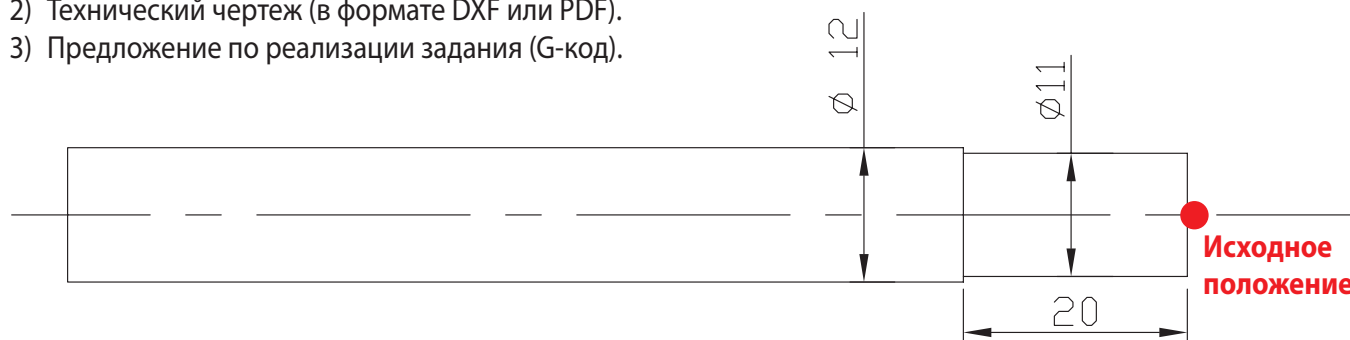
- 10) Подведите рабочий инструмент к исходному (нулевому) положению на оси Z. В данном случае это будет крайняя правая часть обрабатываемой детали (со стороны задней бабки).
- 11) Сделайте отметку на оси Z и нажмите кнопку **Homing (Самонаведение)**. Теперь исходное (нулевое) положение оси Z задано.
- 12) Можно начинать обработку (по G-коду).

ВНИМАНИЕ! Включите двигатель (U4)!

ПРОЕКТ ДЛЯ ДВУХООРДИНАТНОГО СТАНКА 1

Вам потребуется

- 1) Заготовка: алюминиевый пруток $\varnothing 12$ мм, длиной 100 мм.
- 2) Технический чертеж (в формате DXF или PDF).
- 3) Предложение по реализации задания (G-код).



Выполнение проекта

Токарная обработка 1

Заготовка: алюминиевый пруток диам. 12 мм, длиной 100 мм.

Исходное положение: правый край оси вращения обрабатываемой детали.

Инструмент: резец для обработки наружной поверхности вращающейся заготовки при подаче справа; максимальная скорость подачи вперед: 80 мм/мин.; максимальная величина (шаг) подачи: 0,2 мм.

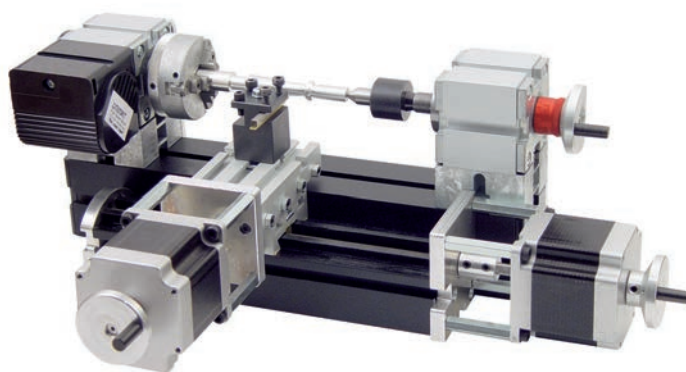
Пример программы

Вариант 1:

```
g21
g7 (activate diameter mode активация
режима диаметра)
g0 x20
g0 z1
g0 x11.8
g1 z-20 f50
g0 z1
g0 x11.6
g1 z-20
g0 z1
g0 x11.4
g1 z-20
g0 z1
g0 x11.2
g1 z-20
g0 z1
g0 x11
g1 z-20
g0 x11.4
g0 x20 z1
m02
```

Вариант 2: (по радиусу)

```
g21
g0 x10
g0 z1
g0 x5.9
g1 z-20 f50
g0 z1
g0 x5.8
g1 z-20
g0 z1
g0 x5.7
g1 z-20
g0 z1
g0 x5.6
g1 z-20
g0 z1
g0 x5.5
g1 z-20
g1 x5.7
g0 x10 z1
m02
```

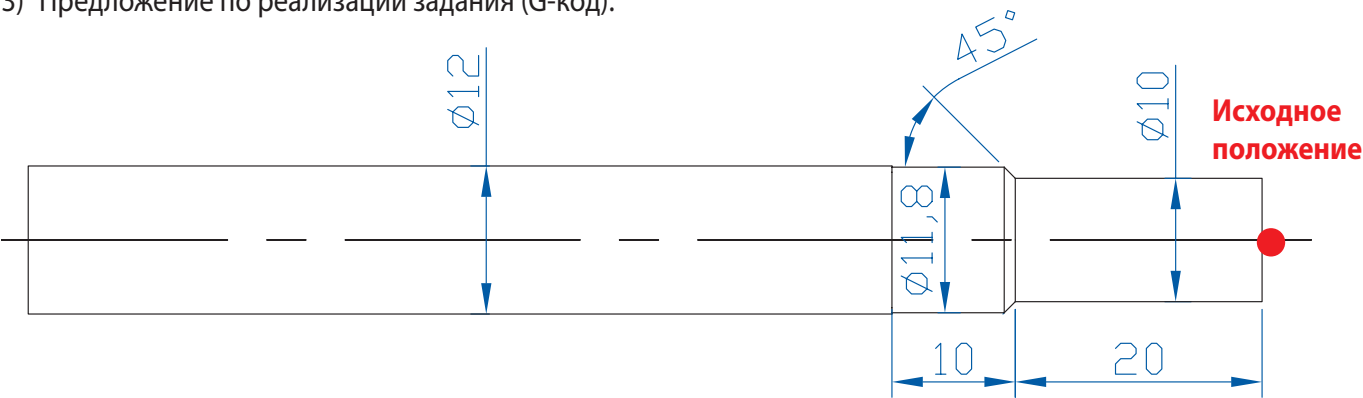


Станок Uni-dreh

ПРОЕКТ ДЛЯ ДВУХКООРДИНАТНОГО СТАНКА 2

Вам потребуется

- 1) Заготовка: алюминиевый пруток диамм. 12 мм, длиной 100 мм.
- 2) Технический чертеж (в формате DXF или PDF).
- 3) Предложение по реализации задания (G-код).



Выполнение проекта

Токарная обработка 2

Заготовка: алюминиевый пруток диамм. 12 мм, длиной 100 мм.
Исходное положение: правый край оси вращения обрабатываемой детали.

Инструмент: резец для обработки наружной поверхности вращающейся заготовки при подаче справа; максимальная скорость подачи вперед: 80 мм/мин.; максимальная величина подачи: 0,2 мм.



Станок Uni-dreh

Пример программы

Вариант 1:

g21	g0 x11.2	g1 z-20
g7 (активация режима диаметра)	g1 z-20	g1 x12 z-21
g0 x20	G0 z1	g0 x10.2
g0 z1	g0 x11	g1 z-20
g0 x11.8	g1 z-20	g1 x12 z-21
g1 z-20 f50	g1 x12 z-21	g0 z1
g1 x12 z-21	g0 z1	g0 x10
g0 z1	g0 x10.8	g1 z-20
g0 x11.6	g1 z-20	g1 x12 z-21
g1 z-20	g1 x12 z-21	g0 z-18
g1 x12 z-21	g0 z1	g0 x11.8
g0 z1	g0 x10.6	g1 z-30
g0 x11.4	g1 z-20	g0 x12
g1 z-20	g1 x12 z-21	g0 x20 z2
g1 x12 z-21	g0 z1	m02
g0 z1	g0 x10.4	

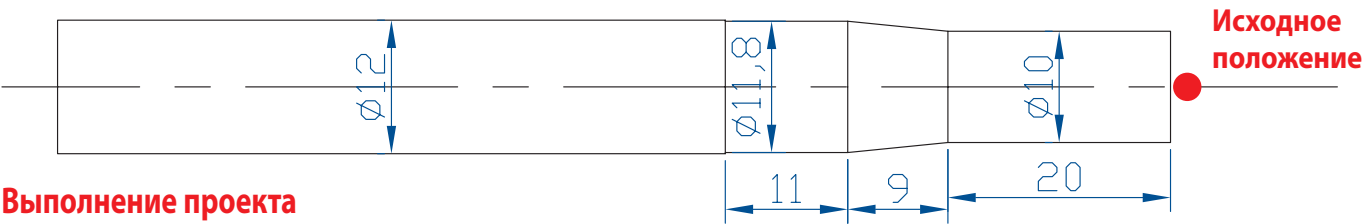
Вариант 2:
(по радиусу)

g21	g1 x6 z-21	g0 z1
g0 x10	g0 z1	g0 x5.1
g0 z1	g0 x5.5	g1 z-20
g0 x5.9	g1 z-20	g1 x6 z-21
g1 z-20 f50	g1 x6 z-21	g0 z1
g1 x6 z-21	g0 z1	g0 x5
g0 z1	g0 x5.4	g1 z-20
g0 x5.8	g1 z-20	g1 x6 z-21
g1 z-20	g1 x6 z-21	g0 z-18
g1 x6 z-21	g0 z1	g0 x5.9
g0 z1	g0 x5.3	g1 z-30
g0 x5.7	g1 z-20	g0 x6
g1 z-20	g1 x6 z-21	g0 x10 z2
g1 x6 z-21	g0 z1	m02
g0 z1	g0 x5.2	
g0 x5.6	g1 z-20	
g1 z-20	g1 x6 z-21	

ПРОЕКТ ДЛЯ ДВУХКООРДИНАТНОГО СТАНКА 3

Вам потребуется

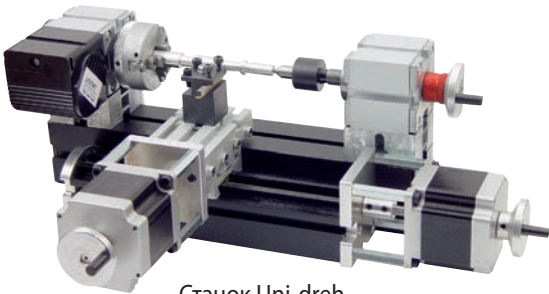
- 1) Заготовка: алюминиевый пруток диамм. 12 мм, длиной 100 мм.
- 2) Технический чертеж (в формате DXF или PDF).
- 3) Предложение по реализации задания (G-код).



Выполнение проекта

Токарная обработка 3

Заготовка: алюминиевый пруток диамм. 12 мм, длиной 100 мм.
Исходное положение: правый край оси вращения обрабатываемой детали.
Инструмент: резец для обработки наружной поверхности вращающейся заготовки при подаче справа; максимальная скорость подачи вперед: 80 мм/мин.; максимальная величина подачи: 0,2 мм.



Станок Uni-dreh

Пример программы

Вариант 1:

g21	g1 z-20
g7 (активация режима диаметра)	g1 x12 z-30
g0 x30	g0 z1
g0 z1	g0 x10.6
g0 x11.8	g1 z-20
g1 z-20 f25	g1 x12 z-30
g1 x12 z-30	g0 z1
g0 z1	g0 x10.4
g0 x11.6	g1 z-20
g1 z-20	g1 x12 z-30
g1 x12 z-30	g0 z1
g0 z1	g0 x10.2
g0 x11.4	g1 z-20
g1 z-20	g1 x12 z-30
g1 x12 z-30	g0 z1
g0 z1	g0 x10
g0 x11.2	g1 z-20
g1 z-20	g1 x12 z-30
g1 x12 z-30	g0 z-29
g0 z1	g0 x11.8
g0 x11	g1 z-40
g1 z-20	g0 x30
g1 x12 z-30	g0 z1
g0 z1	m02
g0 x10.8	

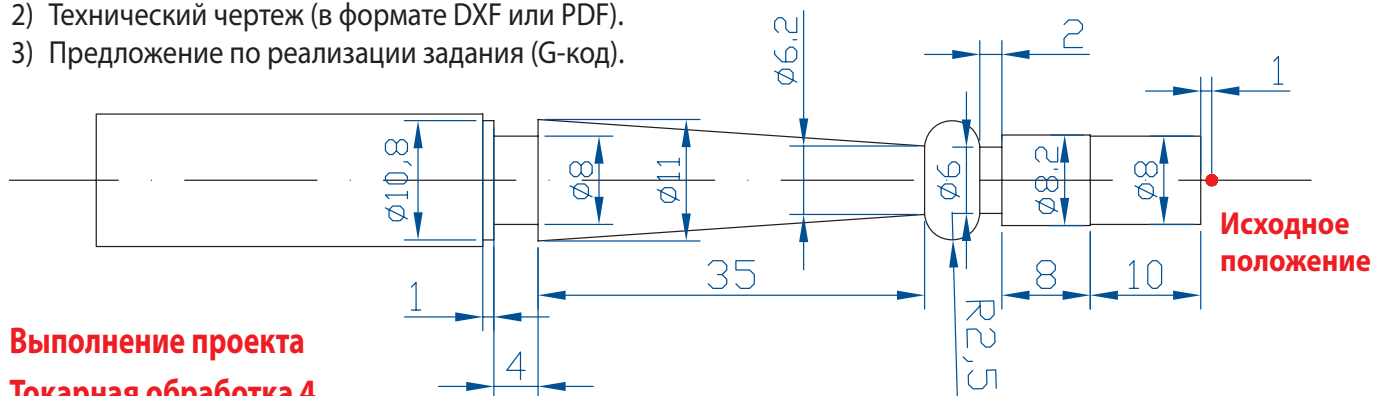
Вариант 2:
(по радиусу)

g21	g1 x6 z-30
g0 x15	g0 z1
g0 z1	g0 x5.3
g0 x5.9	g1 z-20
g1 z-20 f25	g1 x6 z-30
g1 x6 z-30	g0 z1
g0 z1	g0 x5.2
g0 x5.8	g1 z-20
g1 z-20	g1 x6 z-30
g1 x6 z-30	g0 z1
g0 z1	g0 x5.1
g0 x5.7	g1 z-20
g1 z-20	g1 x6 z-30
g1 x6 z-30	g0 z1
g0 z1	g0 x5
g0 x5.6	g1 z-20
g1 z-20	g1 x6 z-30
g1 x6 z-30	g0 z-29
g0 z1	g0 x5.9
g0 x5.5	g1 z-40
g1 z-20	g1 x6.5
g1 x6 z-30	g0 x15
g0 z1	g0 z1
g0 x5.4	m02
g1 z-20	

ПРОЕКТ ДЛЯ ДВУХООРДИНАТНОГО СТАНКА 4

Вам потребуется

- 1) Заготовка: алюминиевый пруток диамм. 12 мм, длиной 100 мм.
- 2) Технический чертеж (в формате DXF или PDF).
- 3) Предложение по реализации задания (G-код).



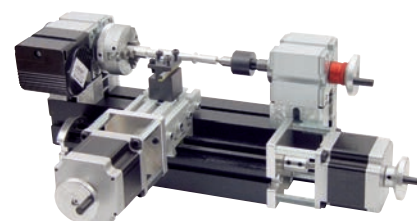
Выполнение проекта

Токарная обработка 4

Заготовка: алюминиевый пруток диамм. 12 мм, длиной 100 мм.

Исходное положение: правый край оси вращения обрабатываемой детали со смещением в 1 мм.

Инструмент: резец для обработки наружной поверхности вращающейся заготовки при подаче справа; максимальная скорость подачи вперед: 50 мм/мин.; максимальная величина подачи: 0,2 мм.

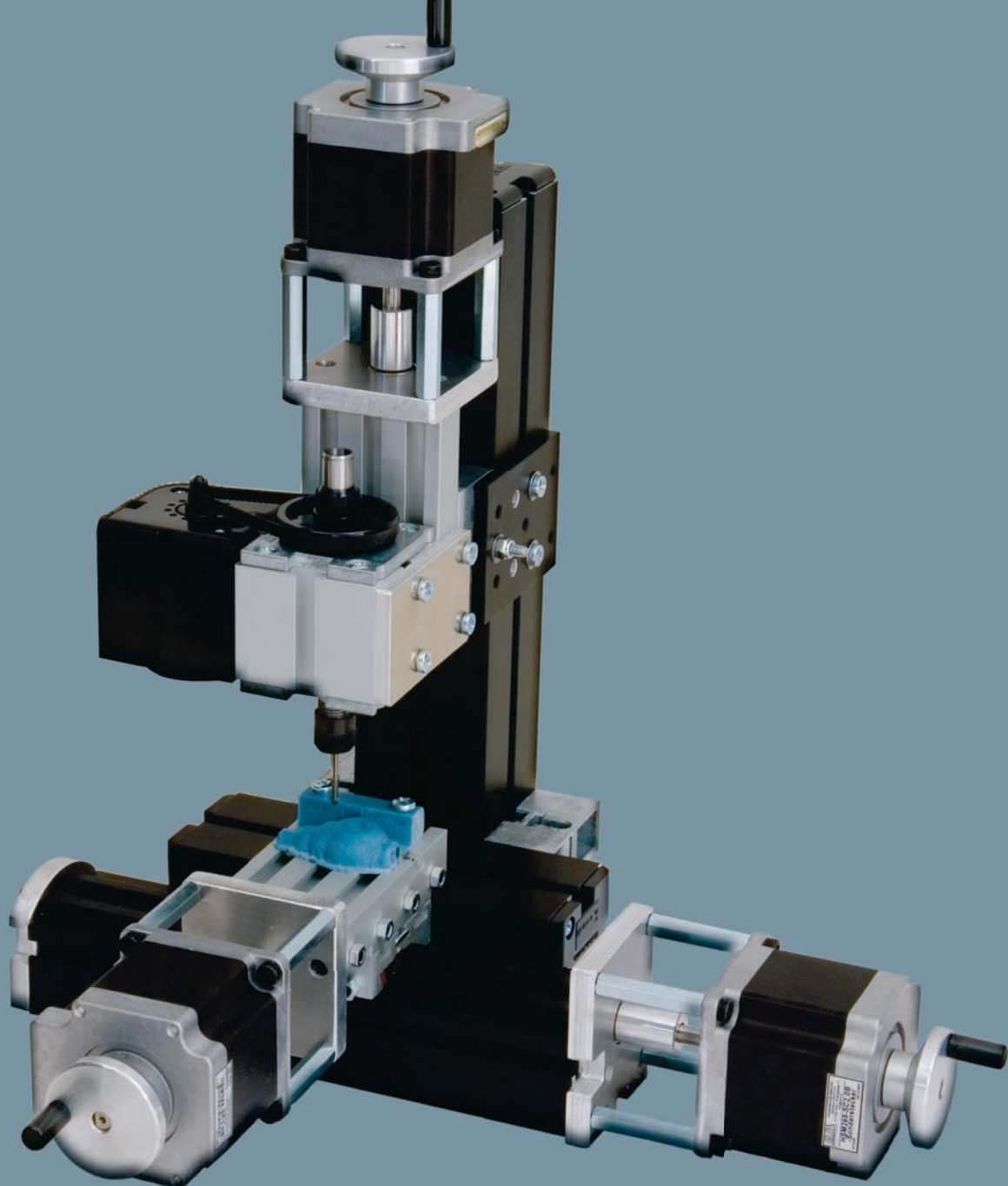


Станок Uni-dreh

Пример программы

(программирование по варианту, где за базис берется диаметр, поскольку это стандартный метод для токарных станков с ЧПУ)

g21	g0 x11	g0 x9.8	g1 z-64 f50	g0 x9.4	g1 x8.2 f5	g1 z0 f50	g0 z-20
g7	g1 x10.2 z-25 f25	g1 z-20	g1 x9.2 f5	g1 x8.8 f5	g1 x11 z-60 f50	g0 x7.4	g1 x6.2 f5
g0 x16 z0	g0 x11.6	g0 x11.6	g1 z-60 f50	g1 z0 f50	g1 x8.2 f5	g1 z-10 f50	g1 z-18 f50
g0 x11.8	g1 z-20 f50	g0 z-25	g0 x11	g0 x8.6	g1 z-64 f50	g0 x9	g1 x6 f5
g1 z-65 f50	g0 x10.8	g0 x10.2	g1 x9.2 z-25 f25	g1 z-20	g0 x11.8	g1 z-18 f50	g1 z-20 f50
g1 x11.8 f5	g1 x10.4 f5	g1 x9.8 f5	g0 x11.6	g0 x11.6	g0 z0	g0 x8.2	g0 x10
g1 z0 f50	g1 z0 f50	g1 x11 z-60 f50	g0 z-20	g0 z-25	g0 x8	g1 x7.4 f5	g18
g0 x11.4	g0 x10.2	g1 x9.8 f5	g0 x9.6	g0 x9	g1 z-20 f50	g1 z-20 f50	g3 x10 r2.5 z-25
g1 z-65	g1 z-20	g1 z-64 f50	g1 x9.2 f5	g1 x8.6 f5	g0 x11.6	g0 x11.6	f2.5
g1 x11.2 f5	g0 x11	g1 x9.6 f5	g1 z0 f50	g1 x11 z-60 f50	g0 z-25	g0 z-25	g1 x9 f5
g1 z0 f50	g0 z-25	g1 z-60 f50	g0 x9	g1 x8.6 f5	g0 x8.2	g1 z-18 f50	g2 x9 r2.5 z-20
g0 x11	g0 x10.6	g0 x11	g1 z-20 f50	g1 z-64 f50	g1 x8 f5	g1 x7.4 f5	f2.5
g1 z-65	g1 x10.2 f5	g1 x8.6 z-25 f25	g0 x11	g1 x8.4 f5	g1 x11 z-60 f50	g1 x11 z-60 f50	g1 x8 f5
g1 x10.8 f5	g1 x11 z-60 f50	g0 x11.6	g0 z-25	g1 z-60 f50	g1 x8 f5	g1 x7 z-25 f25	g3 x8 r2.5 z-25
g1 z0 f50	g0 x10.6	g0 z-20	g0 x9.6	g0 x11	g1 z-64 f50	g0 x11.6	f2.5
g0 x10.6	g1 x10.2 f5	g0 x10	g1 x9 f5	g1 x8.4 z-25 f25	g0 x11	g0 z-20	g1 x7 f5
g1 z-20	g1 z-64 f50	g1 x9.6 f5	g1 x11 z-60 f50	g0 x11.6	g0 z-60	g1 x7 f5	g2 x7 r2.5 z-20
g0 x11.6	g1 x10 f5	g1 z0 f50	g0 x9.6	g0 z-20	g1 x7.8 z-25 f25	g1 z-18 f50	f2.5
g0 z-25	g1 z-60 f50	g0 x8.4	g1 x9 f5	g0 x9	g0 x11.6	g1 x6.6 f5	g1 x6 f5
g0 x11	g0 x11	g1 z-20	g1 z-64 f50	g1 x8.4 f5	g0 z-20	g1 z-20 f50	g3 x6 r2.5 z-25
g1 x10.6 f10	g1 x10 z-25 f25	g0 x11.6	g1 x8.8 f5	g1 z0 f50	g0 x8.2	g0 x11.6	f2.5
g1 x11 z-60 f50	g0 x11.6	g0 z-25	g1 z-60 f50	g0 x8.2	g1 x7.8 f5	g0 z-25	G1 x11 z-60 f50
g1 x10.6 f5	g0 z-20	g0 x9.8	g0 x11	g1 z-20	g1 z-18 f50	g1 x6.6 f5	g0 x12
g1 z-64 f50	g0 x10.2	g1 x9.4 f5	g1 x8.8 z-25 f25	g0 x11.6	g0 x9	g1 x11 z-60 f50	g0 z0
g1 x10.2 f5	g1 x10 f5	g1 x11 z-60 f50	g0 x11.6	g0 z-25	g1 z-10 f50	g1 x6.2 z-25 f25	m02
g1 z-60 f50	g1 z0 f50	g1 x9.4 f5	g0 z-20	g0 x8.6	g1 x7.8 f5	g0 x11.6	



4. ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ

The **cool** **tool**®

Фрезерование на станках с ЧПУ: общая информация 4.1

Фрезерные станки – это станки, предназначенные для обработки деталей из металлов и других твердых материалов. Такие станки состоят из двух основных конструктивных элементов – режущего инструмента (фрезы), вращающегося в шпинделе, и подвижного стола, на котором закрепляется обрабатываемая деталь.

Режущий инструмент и обрабатываемая деталь перемещаются относительно друг друга, образуя траекторию движения инструмента, вдоль которой металл удаляется. Для управления этой траекторией движения в различных направлениях (как правило, по осям X, Y, Z) предусмотрены соответствующие суппорты.

Классификация фрезерных станков

- а) По типу конструкции: консольно-фрезерные, продольно-фрезерные и специализированные фрезерные станки.
- б) По расположению фрезерного шпинделя: горизонтально- и вертикально-фрезерные станки.
- в) По типу управления: с механическим (ручным) и цифровым управлением. Первый фрезерный станок с числовым управлением был изобретен в 1952 году.

Несколько примеров (без классификации)

Консольно-фрезерные станки

Основной особенностью этих станков является легко приспособляемый к различным условиям стол (с закрепленной на нем обрабатываемой деталью). Такие станки очень компактны и обычно используются для обработки мелких деталей. Для размещения консольно-фрезерных станков требуется меньше места. Однако если на них обрабатывать большие детали, перемещая сам станок, то точность обработки снизится, а износ станка и потребление энергии повысятся. Типичными примерами станков с такой конструкцией являются горизонтально- и вертикально-фрезерные станки.



Старинный фрезерный станок

Фрезерные станки с крестовым столом

У этих станков рабочий стол закреплен горизонтально на основании, что исключает любые возможные перекосы. Подвижные станины могут быть установлены вдоль основания станка, на котором смонтированы фрезерные шпиндели. На таких станках можно обрабатывать с высокой точностью очень габаритные детали. Однако у некоторых станков рабочий стол может перемещаться только вдоль одной из осей. Чтобы обеспечить перемещение по различным осям, одновременно задействуют и рабочий стол, и станины, и фрезерную головку.



Консольно-фрезерный станок

Специализированные фрезерные станки

Эти станки сочетают в себе основные конструктивные элементы как консольно-фрезерных, так и станков с крестовым столом. Вот некоторые примеры таких станков: фрезерные станки с подвижным порталом, копировально-фрезерные станки и т.д.

Фрезерование на станках с ЧПУ: общая информация 4.1

Мы будем рассматривать фрезерные станки с подвижным порталом, которые были разработаны на основе станков с крестовым столом. В этих станках на двух станинах закреплен вертикальный суппорт (что делает конструкцию более прочной), на котором смонтирован мотор-шпиндель с закрепленным в нем рабочим инструментом. Таким образом, инструмент может перемещаться как вдоль поперечных балок портала станка, так и по оси Z. В редких случаях рабочий стол станка может перемещаться вдоль оси Z (вверх/вниз). Обрабатываемую деталь фиксируют зажимом на рабочем столе, который перемещается под жестко закрепленными станинами. Такая конструкция дает возможность фрезеровать детали очень больших размеров.

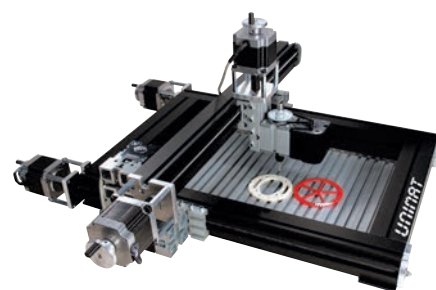
Помимо фрезерной головки на вертикальном суппорте можно устанавливать дополнительно боковые инструменты, что позволит производить обработку детали с разных сторон.

Существует много типов приводов портала, обеспечивающих параллельное перемещение станин:

- Обе станины можно установить на синхронизированные приводные ремни или ходовые винты. Недостатком данного технического решения является то, что сервисный двигатель вынужден перемещать весь портал. Это приводит к сокращению рабочей зоны станка.
- Обе станины фрезерного станка с подвижным порталом одновременно приводятся в движение синхронизированными сервомоторами, в результате чего механическое соединение станин в портал становится необязательным. Такая конструкция станка позволяет фрезеровать большие плоские или длинномерные заготовки. В многоцелевых фрезерных станках с ЧПУ подвижный портал увеличен, используется также карусель для рабочих инструментов. К тому же, относительно большие размеры рабочей зоны позволяют устанавливать там координатно-измерительные устройства.

Фрезерные станки с подвижным порталом благодаря большим размерам рабочей зоны часто используются для обработки (фрезерования или гравировки) длинномерных алюминиевых конструкционных профилей и больших листов из мягких материалов (алюминия, пластмасс, композитов и т.п.).

Основным недостатком фрезерных станков с подвижным порталом является невозможность регулирования пределов перемещения рабочего инструмента в соответствии с габаритами обрабатываемых заготовок.



Фрезерный станок с подвижным порталом

Фрезерование на станках с ЧПУ: общая информация 4.1

Самыми универсальными фрезерными станками с ЧПУ являются станки консольного типа. Обрабатываемая на них деталь перемещается по осям X и Y, а рабочий инструмент – по оси Z.

В последнее время используются 5-координатные станки с ЧПУ. То есть, обработка может производиться с линейным перемещением по трем осям (X, Y и Z) и в плоскостях с двумя осями вращения A, B и/или C.

Рабочий стол станка может поворачиваться. Вторая ось вращения проходит над поворотным столом, закрепленным на рабочем столе станка (поворотный стол может также служить и рабочим столом).

Также возможно комбинированное перемещение рабочего инструмента и обрабатываемой детали. Такие технические решения позволяют производить обработку более чем по пяти координатам, но они реально воплощены в станках другого назначения, например, в роботизированных сварочных линиях.



Трехкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: перечень деталей

4.2

U0	1	Кожух приводного ремня	A1A 000 010
U1	1	Станина длинная	A1A 020 000 SW
U2ML	1	Шпиндельная (передняя) бабка	A1M 035 000
U3CNC	1	Салазки суппорта поперечные	164 060 CNC
U4ML	1	Двигатель	162 420 SW
U6ML	1	Задняя бабка	A1M 040 000
U7	1	Станина короткая	A1A 010 00 SW
U9CNC	1	Салазки суппорта продольные	164 480 CNC
U10ML	2	Проставка	A1M 000 101
U12ML	1	Цанга (3 мм)	162 460 MH
U15	1	Отвертка	ZWZ 980 010
U33	1	Винт M4x50	ZSR M40 450
U37	8	Винт M4x8	ZSR M40 408
U38	4	Винт M4x6	ZSR M40 406
U45	1	Промежуточная пластина	A1A 000 160
U46	10	Пазовая гайка	A1A 060 040
U47	5	Соединительная пластина	A1A 010 020
U48	1	Обойма цанги	A1A 000 070
U51	1	Ключ шестигранный 2 мм	ZWZ 110 200
U56	1	Фреза	ZWZ 560 030
U57	1	Приводной ремень	ZRM 730 087
U65	1	Ключ шестигранный 2,5 мм	ZWZ 110 250
U15B	1	Отвертка шестигранная	ZWZ 980 075
U66	6	Соединительный сухарь	A1A 000 ZIN SK
U69	5	Винт M4x12	ZSR M40 412
U49	2	Прижим	A1A 000 090
U71	1	Гаечный ключ, 7 мм	ZWZ 100 700
U80	2	Выравнивающий уголок	A1Z 480 000
U74	8	Плоская шайба	ZSB 250 430
	1	Деревянное основание *	164 400
	4	Резиновая ножка *	
	1	Трансформатор 12В *	161 310
дополнительно			
	1	Тиски цельнометаллические	164 090

* Без иллюстраций



Сборка станка: общие замечания

При сборке станка с ЧПУ UNIMAT 1

1. Винты (болты) и металлические гайки, которыми соединяют две металлические детали можно затягивать очень туго – вы ничего при этом не сломаете.
2. Если металлической гайкой нужно скрепить две пластмассовые детали (например, при ограничении перемещения салазок суппорта или регулировке скорости вращения двигателей и т.п.), это следует делать очень осторожно.
3. Если гайка изготовлена из пластмассы (например, на корпусе отрезного устройства), ее также следует затягивать очень осторожно, чтобы не сорвать резьбу.

Сборка горизонтально-фрезерного станка: последовательность операций

ДВИГАТЕЛЬ – ШПИНДЕЛЬНАЯ БАБКА – Модуль М1

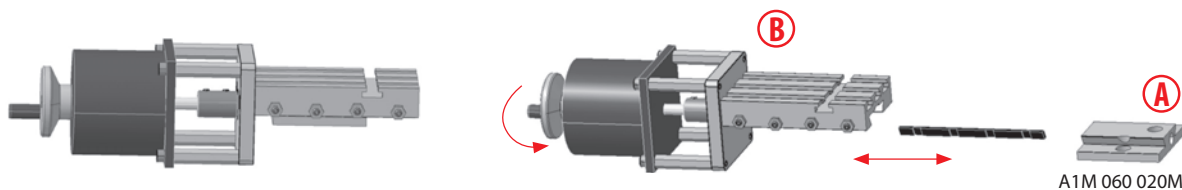
1. Вставьте соединительный сухарь (U66) в Т-образные пазы в корпусе двигателя (U4ML) и в шпиндельной бабке (U2ML).
2. Прижмите шпиндельную бабку (U2) к двигателю и затяните винт соединительного сухаря (U66).
3. Регулировка натяжения приводного ремня (U57).
Регулируйте натяжение ремня (U57) при помощи отвертки. Сначала ослабьте ремень (U57), после чего включите двигатель. Теперь постепенно натягивайте ремень (U57) до тех пор, пока вращение вала двигателя немного не замедлится – это покажет, что ремень натянут правильно.
4. Установка защитного кожуха приводного ремня (U0).
Удостоверьтесь, что ремень под кожухом не будет ни обо что тереться (иначе он быстро изнашивается).

ВНИМАНИЕ! Окончательно закрепляйте кожух (U0), только когда станок Unimat будет полностью собран.

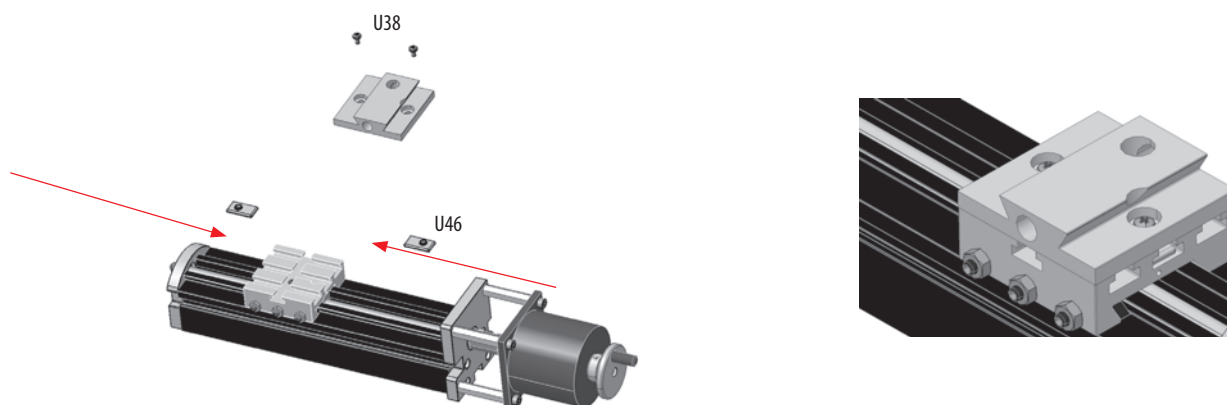


Модуль поперечной подачи суппорта M2D (малый)

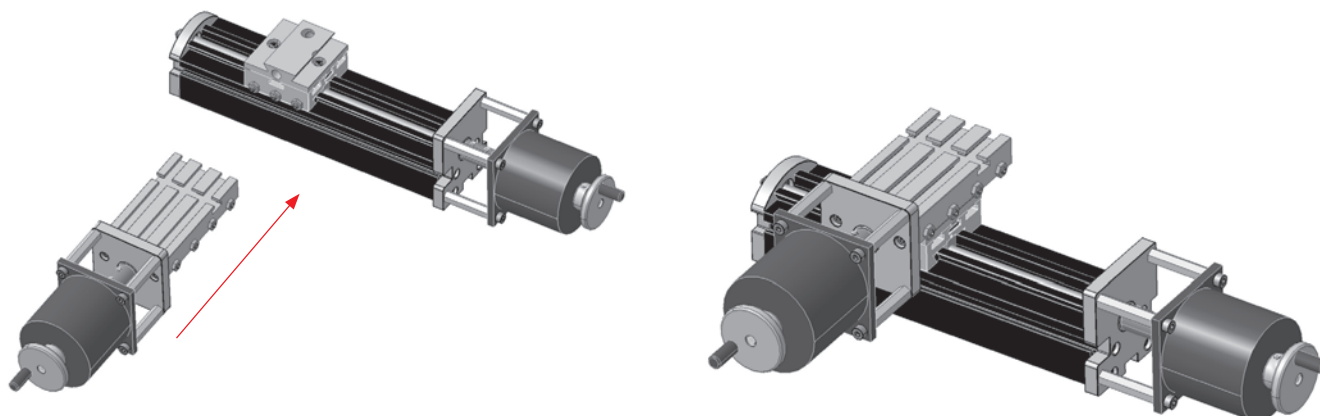
4. Модуль поперечной подачи суппорта с проставкой (для оси Z) M2B. Снимите направляющую (A1M 060 020M) с салазок поперечной подачи суппорта (U3CNC), вращая маховичок ручной подачи до тех пор, пока она полностью не освободится.



2. Прикрепите направляющую салазок поперечной подачи суппорта (A1M 060 020M) к салазкам направляющей продольной подачи (U9CNC) тремя винтами (U38) и тремя пазовыми гайками (U46).

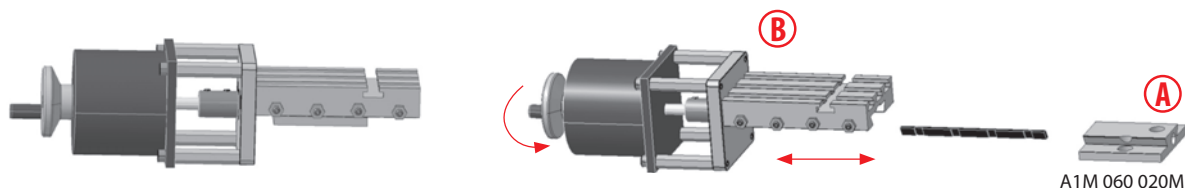


3. Сборка модуля суппорта (M2A). Надвиньте салазки поперечной подачи суппорта (U3CNC) на направляющую (A1M 060 020M). При этом необходимо следить, чтобы регулировочные прокладки между двумя узлами не сместились.

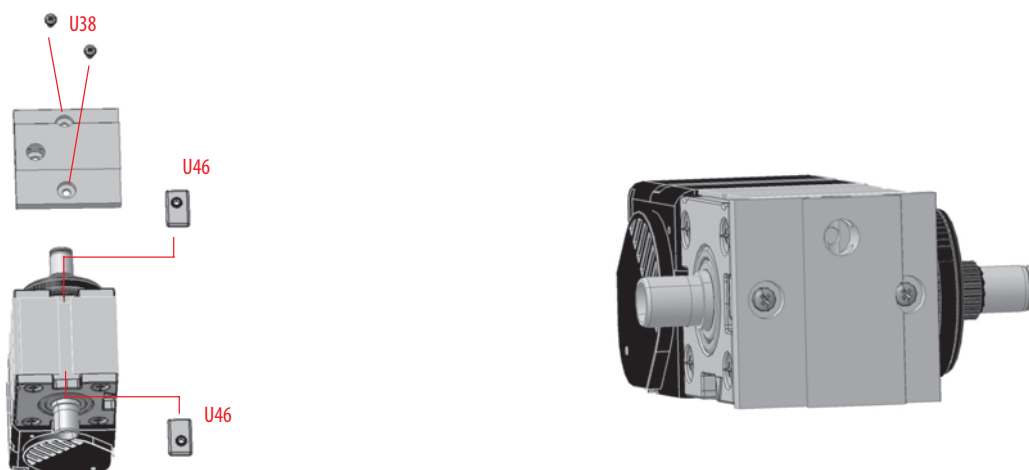


Модуль поперечной подачи суппорта Мс2С

1. М2В: снимите направляющую (А1М 060 020М) с салазок поперечной подачи суппорта (U3ML), вращая маховичок ручной подачи до тех пор, пока она не освободится полностью.



2. Прикрепите направляющую салазок поперечной подачи суппорта (А1М 060 020М) к шпиндельной бабке (U2ML) при помощи двух винтов (U38) и двух Т-образных пазовых гаек (U46).



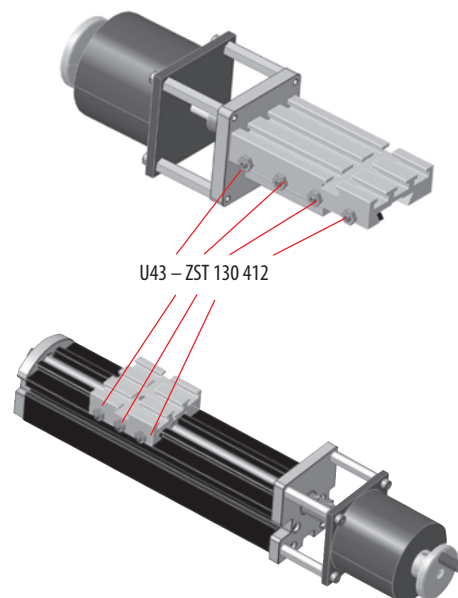
3. Надвиньте салазки поперечной подачи (U3ML) на направляющую (А1М 060 020М).

При этом необходимо следить, чтобы регулировочные прокладки между двумя узлами не сместились.



Регулировка салазок суппорта

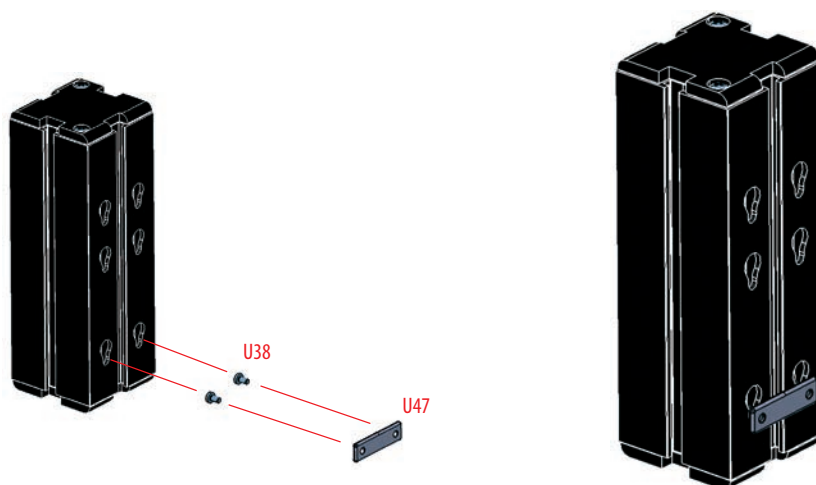
1. Проверка люфтов (свободного хода): открутите гайку (U43), отрегулируйте люфты винтами M4×12 (ZST 130 412).
РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ПРОКЛАДКИ: пластмассовые клиновидные регулировочные прокладки вставляют между поверхностями скольжения поперечных и продольных салазок и их направляющими. Правильная установка регулировочных прокладок обеспечит плавный и равномерный ход суппорта.
Для регулировки ослабьте гайки и подкручивайте винты на салазках и на верхней части салазок поперечной подачи, прижимая их, чтобы устранить люфты так, чтобы все узлы не «играли». Когда регулировка будет завершена, снова затяните регулировочные гайки. На фрезерных станках требования к люфтам жестче, чем на токарных станках.
2. Регулярно производите обслуживание станка: очищайте щеткой и смазывайте поверхности скольжения.



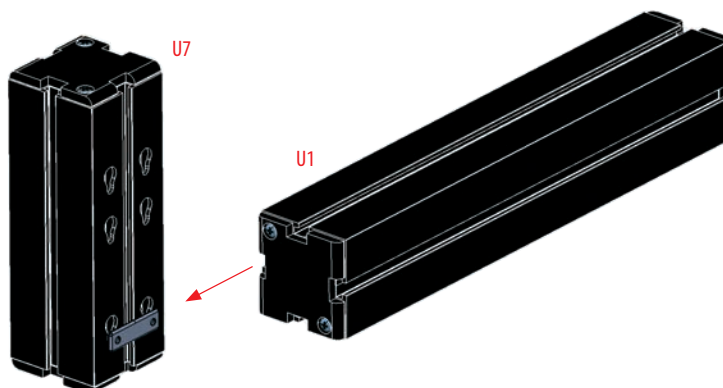
4.1. Компоновка станин горизонтально-фрезерного станка (МЗВ) – Вариант 1

- 4.1.1. Прикрепите соединительную пластину (U47) винтами (U38) к короткой станине станка (U7).

ВНИМАНИЕ! Не затягивайте винты.



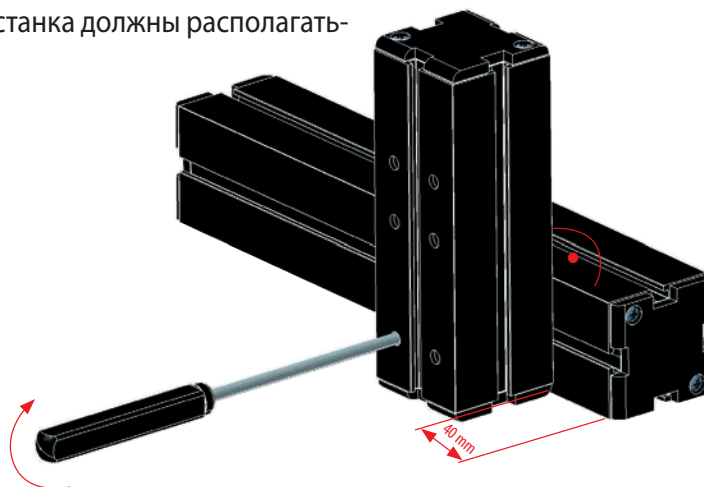
- 4.1.2. Наденьте длинную станину станка (U1) Т-образным пазом на соединительную пластину (U47).



Трехкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка

4.3

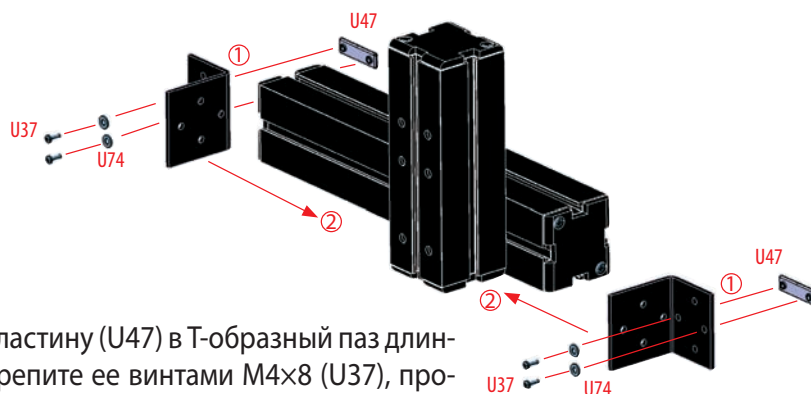
- 4.1.3. Туго затяните винты. При этом обе станины станка должны располагаться под углом 90 градусов друг к другу.



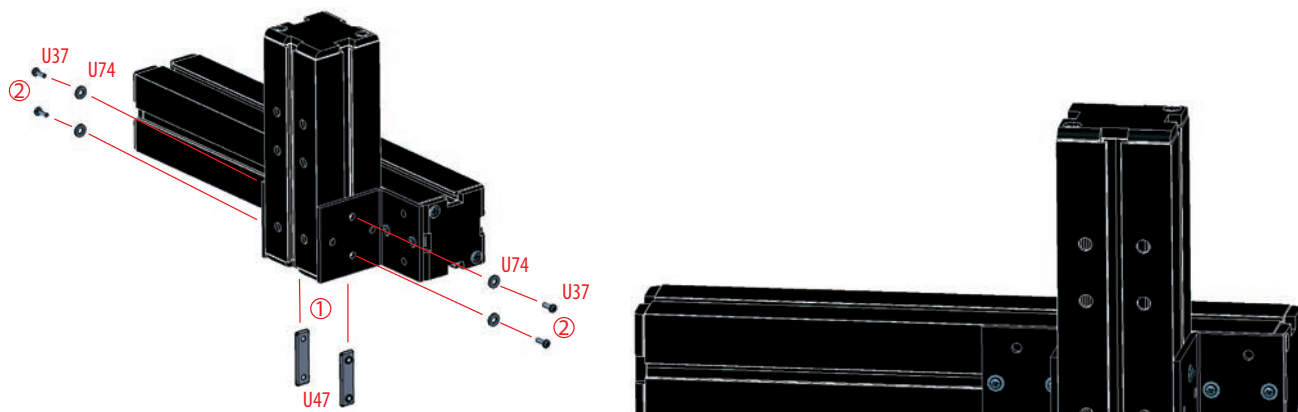
- 4.1.4. Выставьте прямой угол при помощи выравнивающего уголка (U80).

- 4.1.4.1. Закрепите выравнивающий уголок (U80) при помощи соединительной пластины (U47), винтов M4x8 (U37) и шайбы (U74).

ВНИМАНИЕ! Не затягивайте винты. Надвиньте короткую станину станка (U7ML) Т-образным пазом на соединительную пластину (U47) с прикрепленным к ней выравнивающим уголком (U80) так, чтобы уголок прижался к длинной станине станка (U1ML).



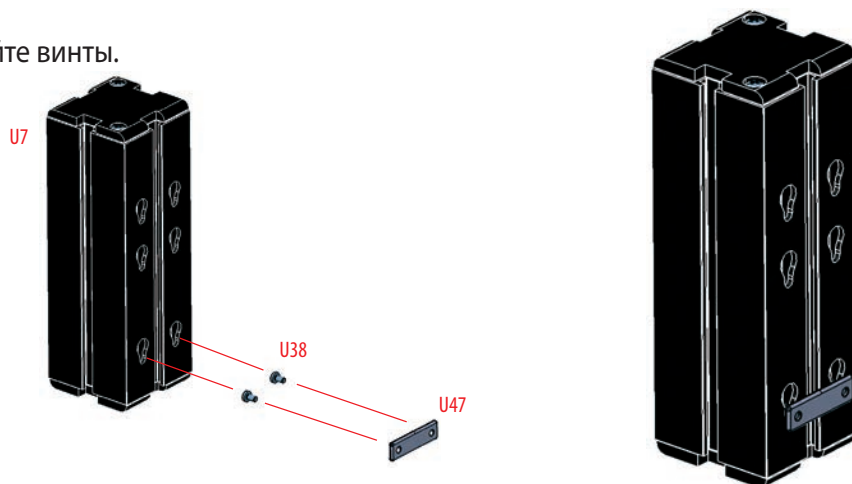
- 4.1.4.2. Вставьте вторую соединительную пластину (U47) в Т-образный паз длинной станины станка (U1ML) и прикрепите ее винтами M4x8 (U37), пропустив их через отверстия в выравнивающем уголке (U80). После этого туго затяните все винты.



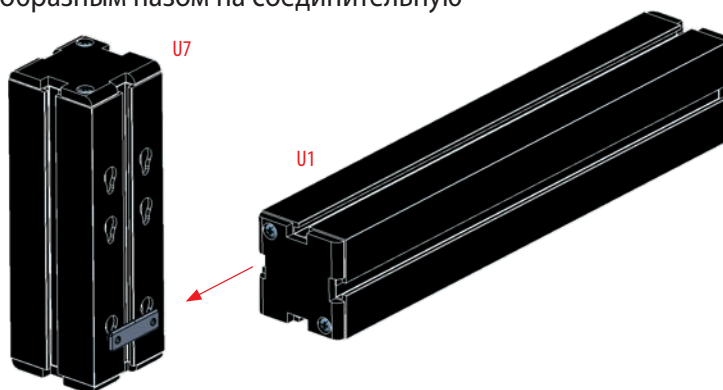
4.1. Компоновка станин горизонтально-фрезерного станка (МЗВ) – Вариант 2

4.2.1. Прикрепите соединительную пластину (U47) винтами (U38) к короткой станине станка (U7).

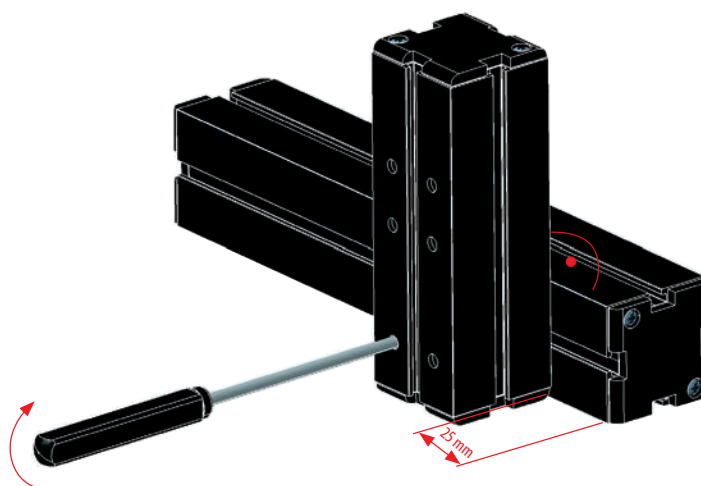
ВНИМАНИЕ: Не затягивайте винты.



4.2.2. Наденьте длинную станину станка (U1) Т-образным пазом на соединительную пластину (U47).



4.2.3. Туго затяните винты. При этом обе станины станка должны располагаться под углом 90 градусов друг к другу.



Трехкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка

4.3

4.2.4. Выставление прямого угла.

4.2.4.1. Закрепите пазовые гайки (U46) и (U45) винтом M4x50 (U33).

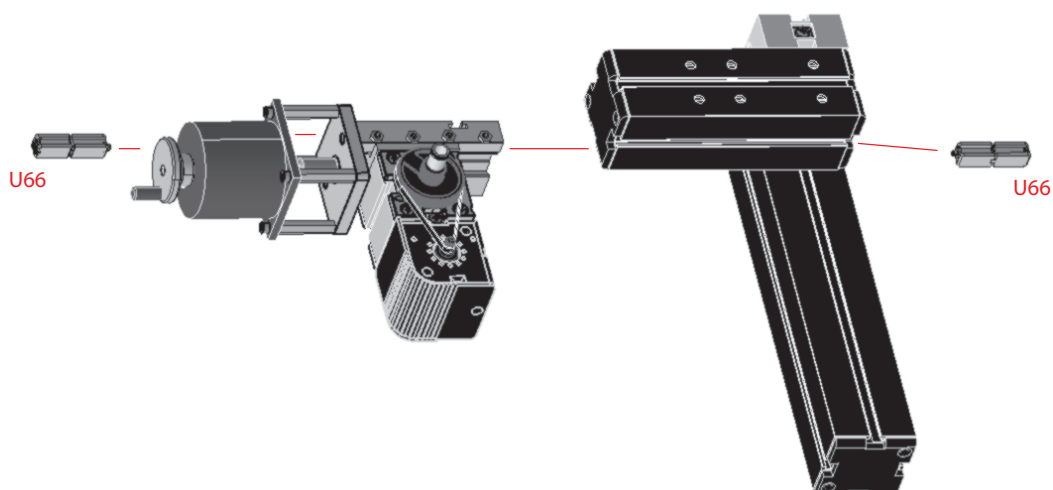
ВНИМАНИЕ: Не затягивайте винты.



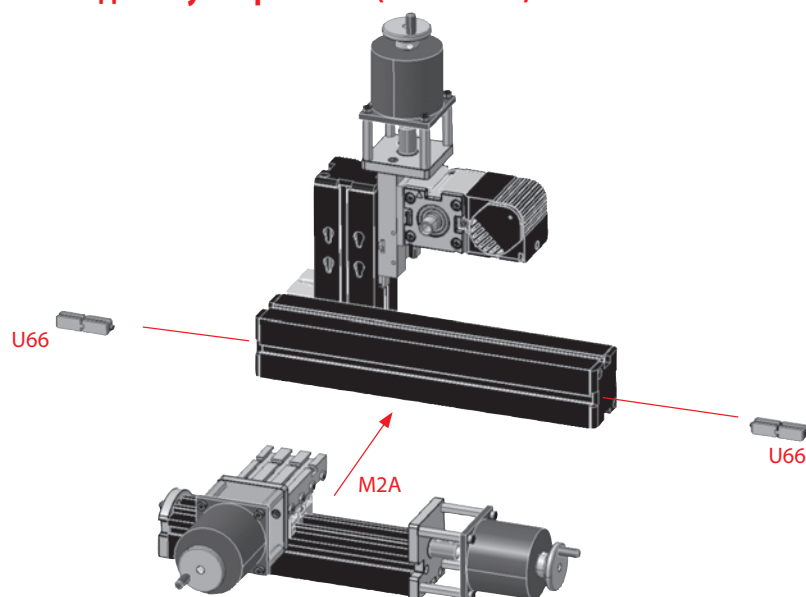
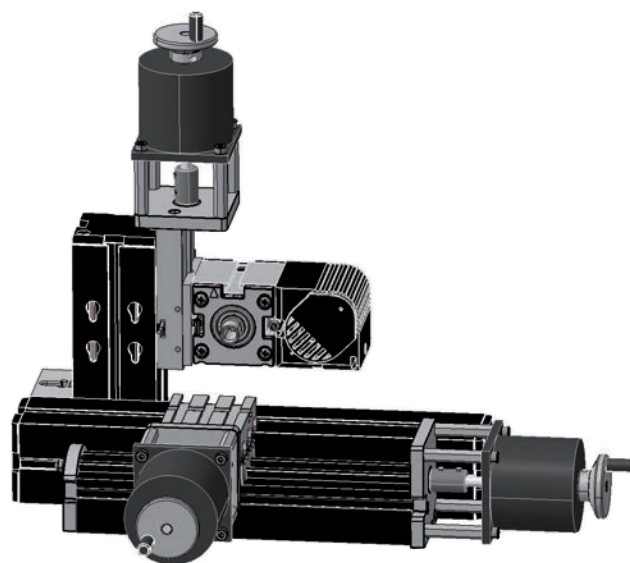
4.2.4.2. Вставьте Т-образную пазовую гайку (U46) в Т-образный паз длинной станины станка (U1), а соединительный сухарь (U66) – между Т-образным пазом короткой станины станка (U7) и проставкой (U10), после чего туго затяните оба винта.



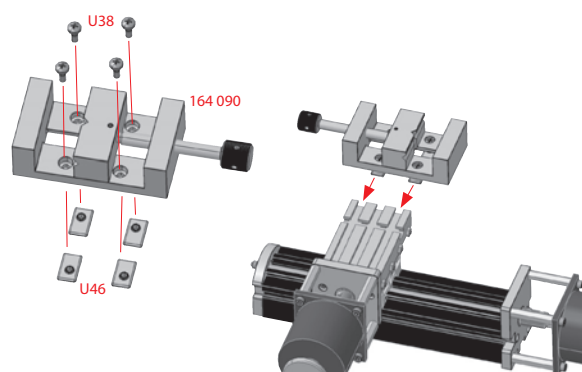
5. Установка модуля поперечной подачи суппорта M2D (малого)



6. Сборка модуля продольной подачи суппорта M2D (большого)



7. Сборка тисков (дополнительная оснастка 164 090) для фрезерного станка

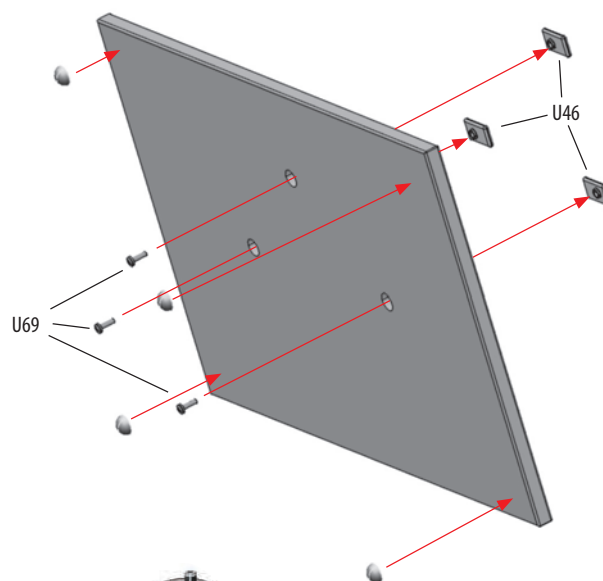
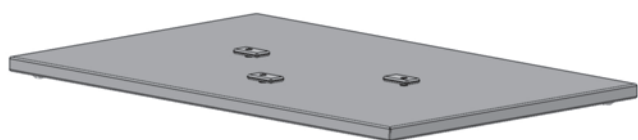
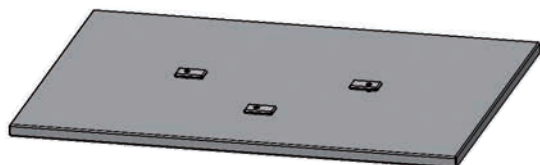
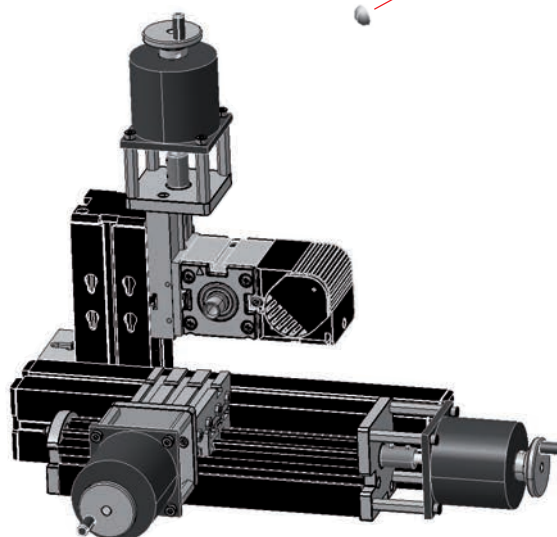
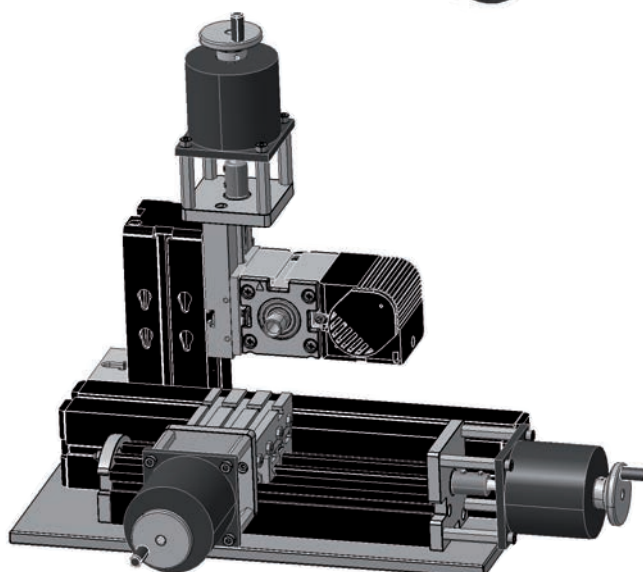


Трехкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка

4.3

Установка станка Unimat на деревянное основание

- Наживите (но не затягивайте!) пазовые гайки (U46) винтами M4×12 на деревянном основании.
- Подложите четыре резиновых ножки под головки винтов.
- Надвиньте станину станка на эти шайбы (U46) так, чтобы они вошли в T-образные пазы.
- Затяните винты.

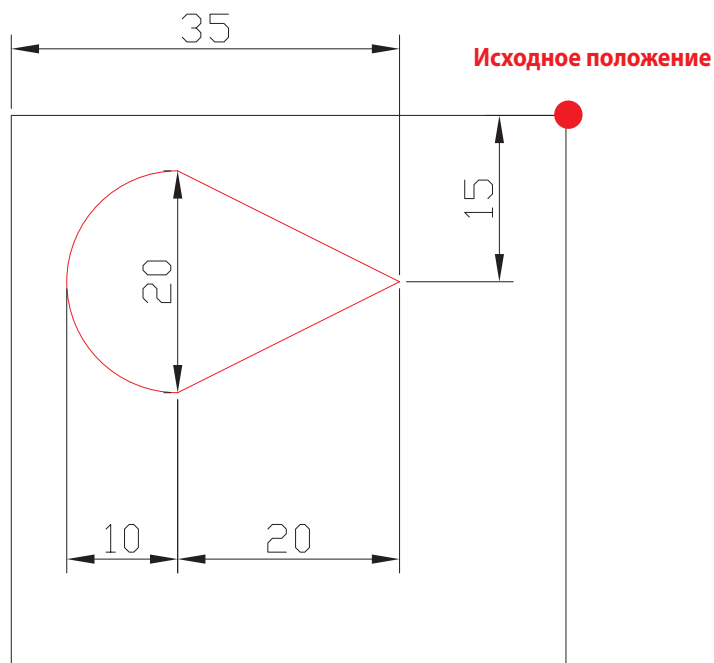


Трёхкоординатный горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ: проект

4.4

Вам потребуется

- 1) Заготовка: пластина из Кориана.
- 2) Технический чертёж (в формате DXF или PDF).
- 3) Предложение по реализации задания (G-код).



Выполнение проекта

Гравирование на горизонтально-фрезерном станке Unimat

Заготовка: Кориан 50×50 мм.

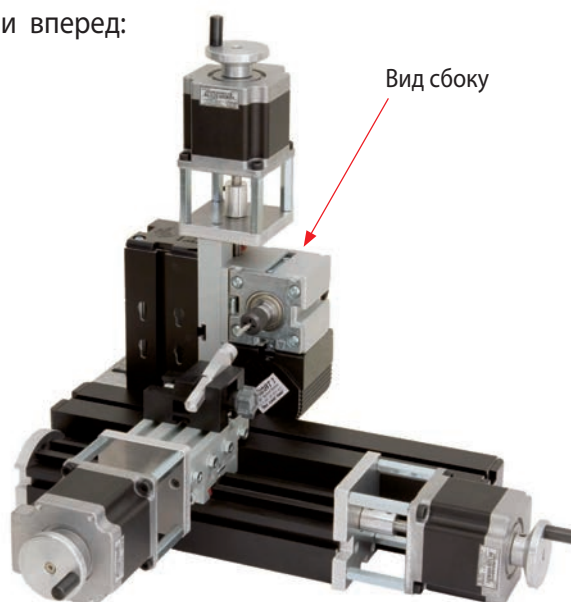
Исходное положение: верхний правый угол поверхности заготовки.

Глубина выборки: 1 мм.

Инструмент: сверло 1,6 мм, максимальная скорость подачи вперед: 200 мм/мин; максимальная величина подачи: 1,0 мм.

Пример программы

```
g21
g0 z2
g0 x0 y0
g0 x-15 y-15
g0 z0.5
g1 z1 f50
g1 x-35 y-5 f180
g13 x-35 y-25 i0 j-10
g1 x-15 y-15
g0 z5
g0 x0 y0
m02
```



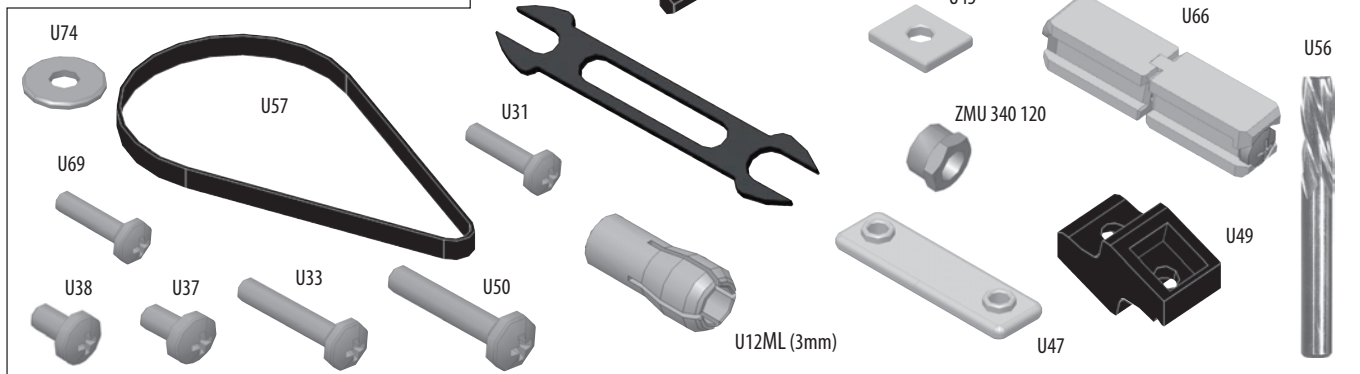
Станок Uni-fraes-h3

Трёхкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: перечень деталей

4.5

U0	1	Кожух приводного ремня	A1A 000 010
U1	1	Станина длинная	A1A 020 000 SW
U2ML	1	Шпиндельная (передняя) бабка	A1M 035 000
U3CNC	2	Салазки суппорта поперечные	164 060 CNC
U4ML	1	Двигатель	162 420 SW
U7		Станина короткая	A1A 010 00 SW
U9CNC	1	Салазки суппорта продольные	164 480 CNC
U10ML	3	Проставка	A1M 000 100
U12ML	1	Цанга (3 мм)	162 460 MH
U15	1	Отвертка	ZWZ 980 010
U50	1	Винт M4x70	ZSR M40 470
U33	2	Винт M4x50	ZSR M40 450
U37	8	Винт M4x8	ZSR M40 408
U38	6	Винт M4x6	ZSR M40 406
U45	2	Промежуточная пластина	A1A 000 160
U46	11	Пазовая гайка	A1A 060 040
U47	7	Соединительная пластина	A1A 010 020
U48	1	Обойма цанги	A1A 000 070
U51	1	Ключ шестигранный 2 мм	ZWZ 110 200
U56	1	Фреза	ZWZ 560 030
U57	1	Приводной ремень	ZRM 730 087
U65	1	Ключ шестигранный 2,5 мм	ZWZ 110 250
U15B	1	Отвертка шестигранная	ZWZ 980 075
U66	7	Соединительный сухарь	A1A 000 ZIN SK
U69	5	Винт M4x12	ZSR M40 412
U49	2	Прижим	A1A 000 090
U71	1	Гаечный ключ, 7 мм	ZWZ 100 700
U80	2	Выравнивающий уголок	A1Z 480 000
U74	18	Плоская шайба	ZSB 250 430
	1	Гайка M4	ZMU 340 120
U79	3	Выравнивающая пластина	A1Z 470 000
	1	Деревянное основание *	164 400
	4	Резиновая ножка *	
	1	Трансформатор 12В *	161 310
дополнительно			
	1	Тиски цельнометаллические	164 090

* Без иллюстраций



Сборка станка: общая информация

При сборке станка UNIMAT 1

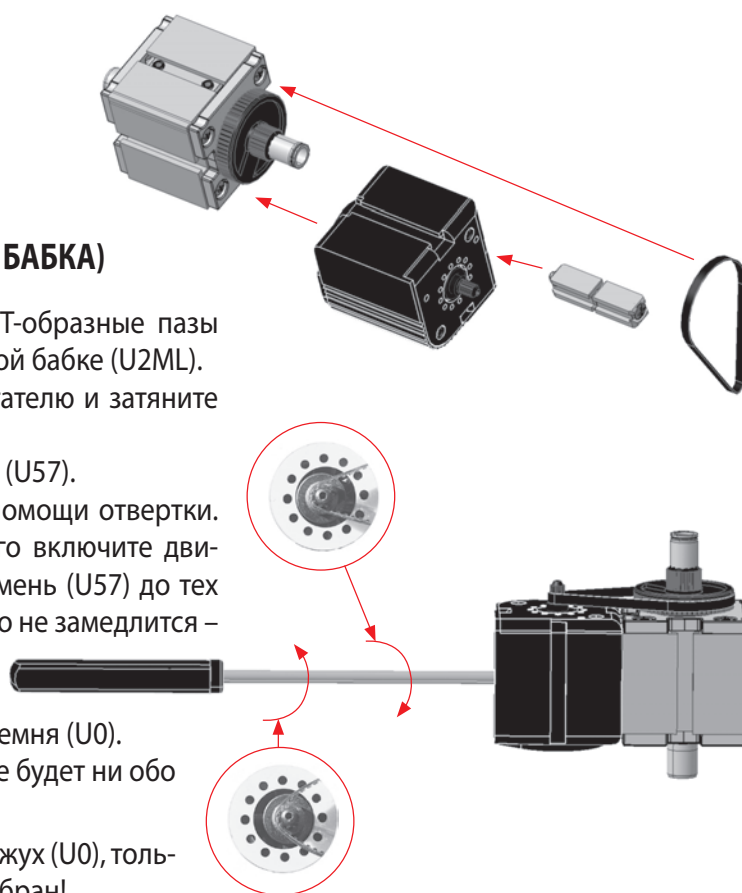
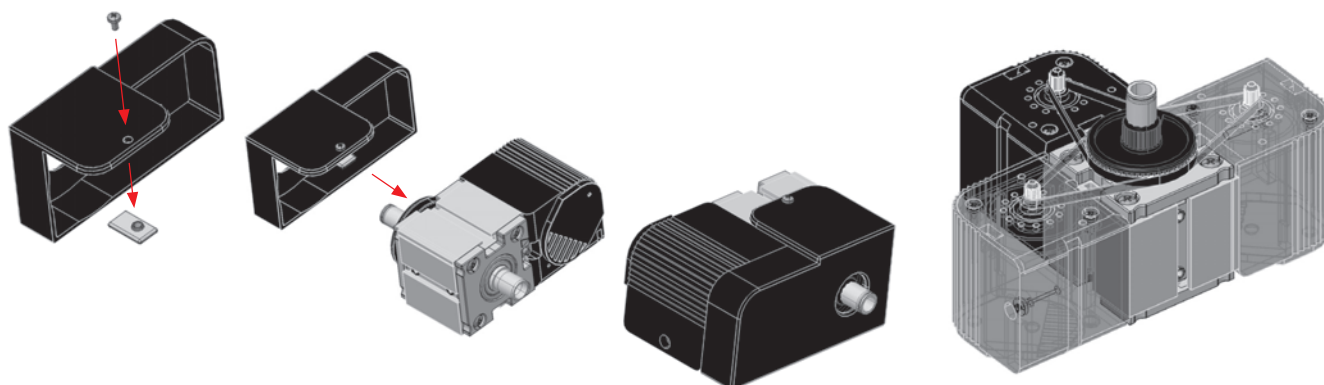
1. Винты (болты) и металлические гайки, которыми соединяют две металлические детали можно затягивать очень туго, ничего при этом не сломаете.
2. Если металлической гайкой нужно скрепить две пластмассовые детали (например, при ограничении перемещения суппорта или регулировке скорости вращения двигателей и т.п.), то затягивать ее следует очень осторожно.
3. Если гайка изготовлена из пластмассы (например, на корпусе отрезного устройства), ее также следует затягивать очень осторожно, чтобы не сорвать резьбу.

Сборка вертикально-фрезерного станка: последовательность операций

Модуль М1 (ДВИГАТЕЛЬ – ШПИНДЕЛЬНАЯ БАБКА)

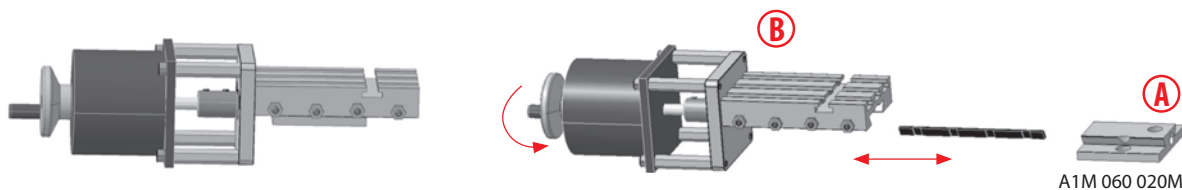
1. Вставьте соединительный сухарь (U66) в Т-образные пазы в корпусе двигателя (U4ML) и в шпиндельной бабке (U2ML).
2. Прижмите шпиндельную бабку (U2) к двигателю и затяните винт соединительного сухаря (U66).
3. Регулировка натяжения приводного ремня (U57).
Регулируйте натяжение ремня (U57) при помощи отвертки. Сначала ослабьте ремень (U57), после чего включите двигатель. Теперь постепенно натягивайте ремень (U57) до тех пор, пока вращение вала двигателя немного не замедлится – это покажет, что ремень натянут правильно.
4. Установка защитного кожуха приводного ремня (U0).
Удостоверьтесь, что ремень под кожухом не будет ни обо что тереться (иначе он быстро изнашивается).

ВНИМАНИЕ: Окончательно закрепляйте кожух (U0), только когда станок Unimat будет полностью собран!

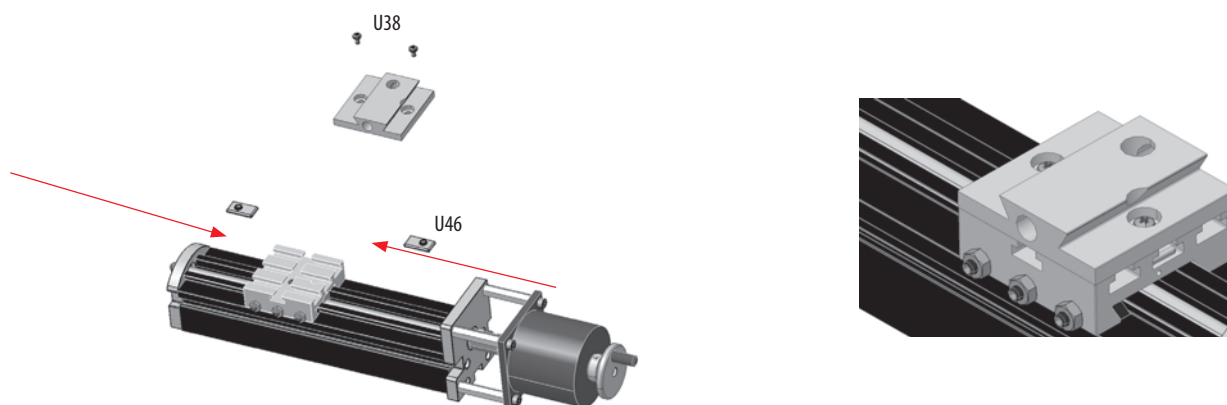


Модуль поперечной подачи суппорта M2D (малый)

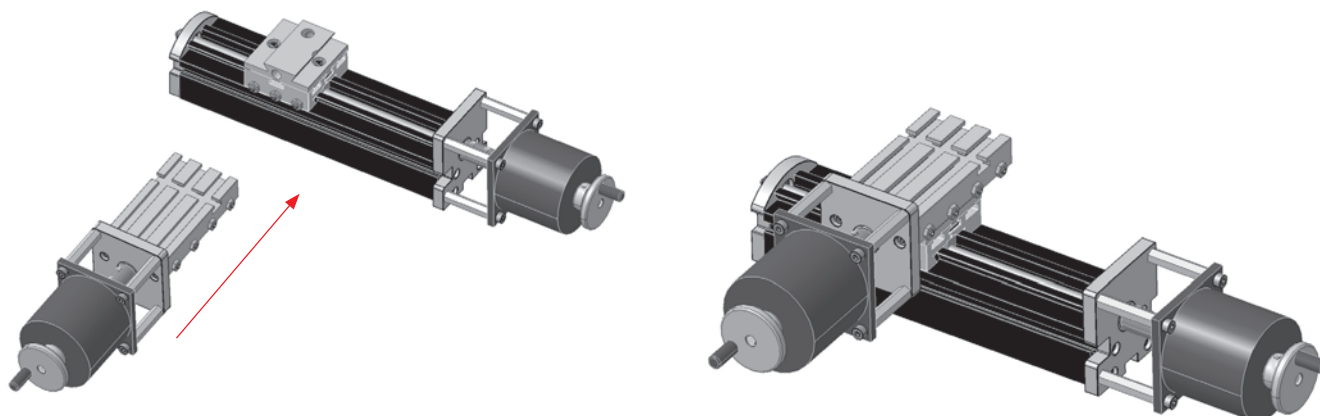
4. Модуль поперечной подачи с проставкой (для оси Z) M2B. Снимите направляющую (A1M 060 020M) с салазок поперечной подачи суппорта (U3CNC), вращая маховичок ручной подачи до тех пор, пока она полностью не освободится.



2. Прикрепите направляющую салазок поперечной подачи (A1M 060 020M) к салазкам продольной подачи суппорта (U9CNC) тремя винтами (U38) и тремя пазовыми гайками (U46).



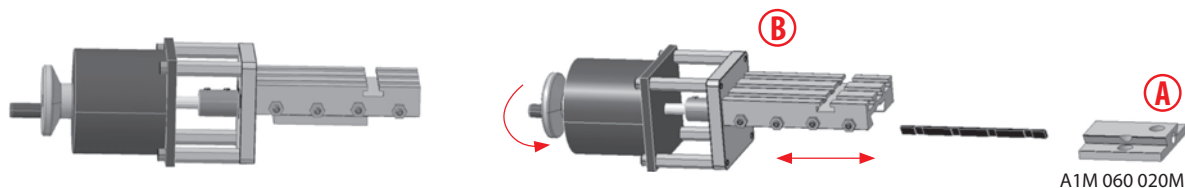
3. Сборка модуля суппорта (M2A). Надвиньте салазки поперечной подачи суппорта (U3CNC) на его направляющую (A1M 060 020M). При этом необходимо следить, чтобы регулировочные прокладки между двумя узлами не сместились.



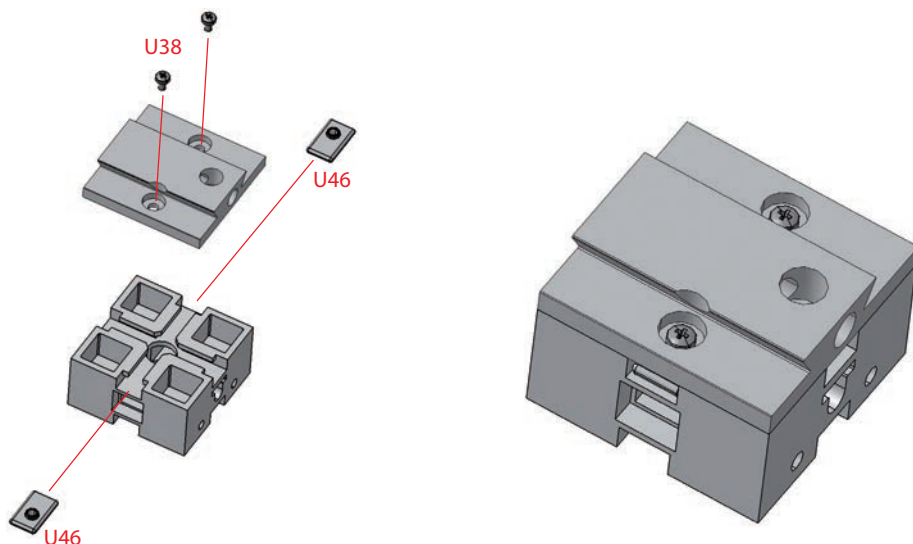
Модуль поперечной подачи суппорта Mc2B (малый)

1. Модуль поперечной подачи с установленной проставкой (для оси Z) M2B.

Снимите направляющую (A1M 060 020M) с салазок поперечной подачи суппорта (U3 ML), вращая маховичок ручной подачи до тех пор, пока она не освободится полностью.

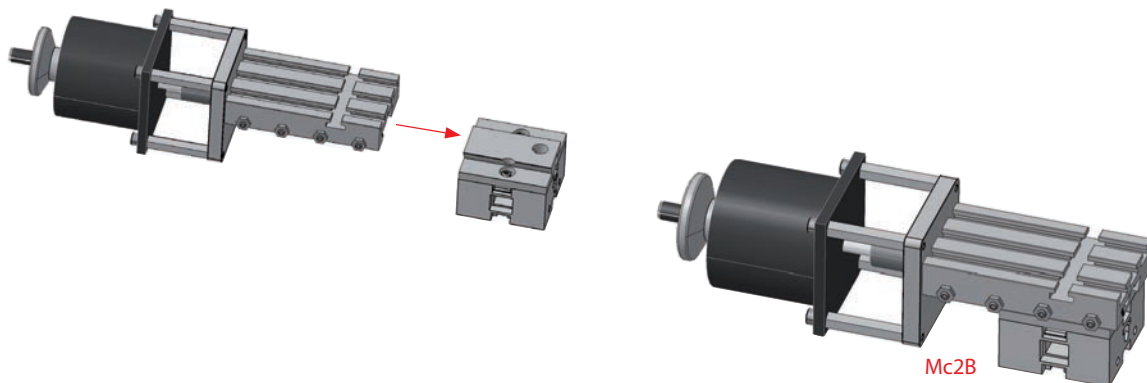


2. Прикрепите направляющую салазок поперечной подачи (A1M 060 020M) к проставке (U10ML) при помощи трех винтов (U38) и трех T-образных пазовых гаек (U46).



3. Надвиньте салазки поперечной подачи суппорта (U3ML) на направляющую (A1M 060 020M).

При этом необходимо следить, чтобы регулировочные прокладки между двумя узлами не сместились.



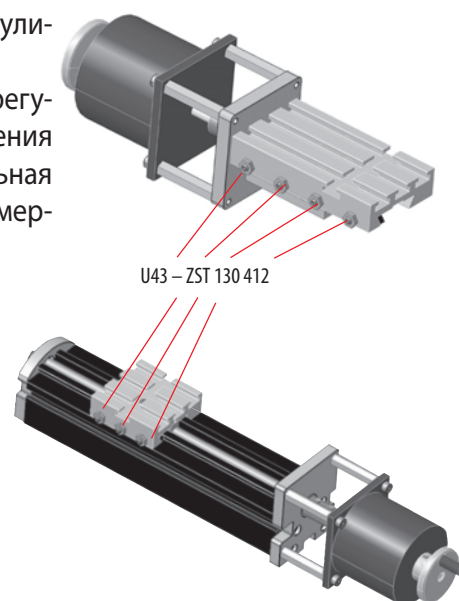
Регулировка салазок суппорта

1. Проверка люфтов (свободного хода): открутите гайку (U43), отрегулируйте люфты винтами М4х12 (ZST 130 412).

РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ПРОКЛАДКИ: пластмассовые клиновидные регулировочные прокладки вставляют между поверхностями скольжения поперечных и продольных салазок и их направляющими. Правильная установка регулировочных прокладок обеспечит плавный и равномерный ход суппорта.

Для проведения регулировки ослабьте гайки, и подкручивайте винты на салазках и на верхней части салазок поперечной подачи суппорта, прижимая их, чтобы устранить люфты так, чтобы все узлы не «играли». Когда регулировка будет завершена, снова затяните регулировочные гайки. На фрезерных станках требования к люфтам жестче, чем на токарных станках.

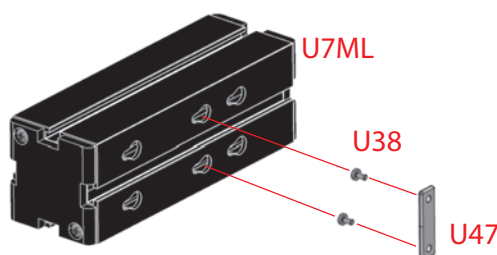
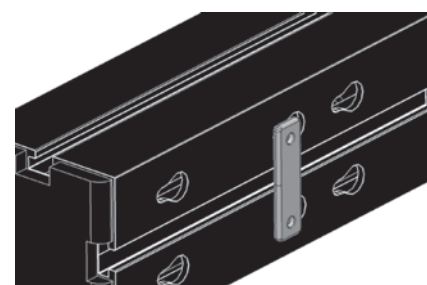
2. Регулярно производите обслуживание станка: очищайте щеткой и смазывайте поверхности скольжения.



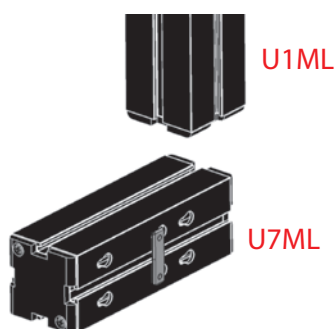
4.1. Компоновка станин вертикально-фрезерного станка (МЗВ) – Вариант 1

- 4.1.1. Прикрепите соединительную пластину (U47) винтами (U38) к короткой станине станка (U7).

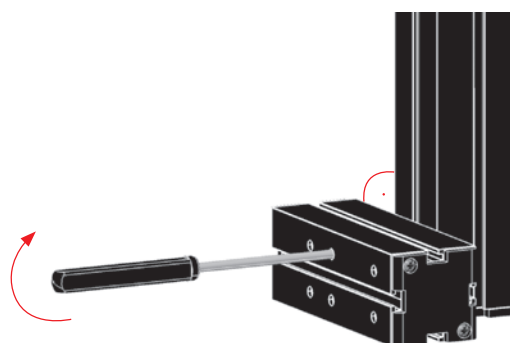
ВНИМАНИЕ: Не затягивайте винты.



- 4.1.2. Наденьте длинную станину станка (U1) Т-образным пазом на соединительную пластину (U47).



- 4.1.3. Туго затяните винты. При этом обе станины станка должны располагаться под углом 90 градусов друг к другу.



Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка

4.6

4.1.4. Выставьте прямой угол при помощи выравнивающего уголка.



4.1.4.1. Закрепите выравнивающий уголок (U80) при помощи соединительной пластины (U47), винтов M4x8 (U37) и шайбы (U74).

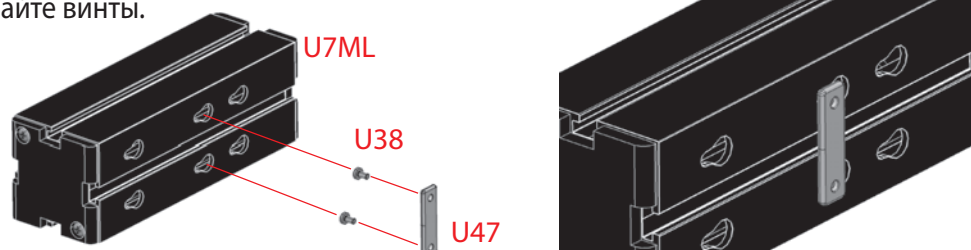
ВНИМАНИЕ: Не затягивайте винты. Надвиньте короткую станину станка (U7ML) Т-образным пазом на соединительную пластину (U47) с прикрепленным к ней выравнивающим уголком (U80) так, чтобы уголок прижался к длинной станине станка (U1ML).

4.1.4.2. Вставьте вторую соединительную пластину (U47) в Т-образный паз длинной станины станка (U1ML) и прикрепите ее винтами M4x8 (U37), пропустив их через отверстия в выравнивающем уголке (U80). После этого туго затяните все винты.

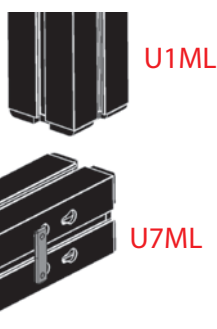
4.2. Компоновка станин вертикально-фрезерного станка (МЗ) – Вариант 2

4.2.1. Прикрепите соединительную пластину (U47) винтами (U38) к короткой станине станка (U7).

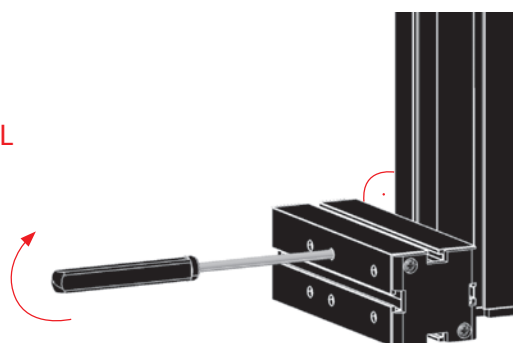
ВНИМАНИЕ: Не затягивайте винты.



4.2.2. Наденьте длинную станину станка (U1ML) Т-образным пазом на соединительную пластину (U47).



4.2.3. Туго затяните винты. При этом обе станины станка должны располагаться под углом 90 градусов друг к другу.



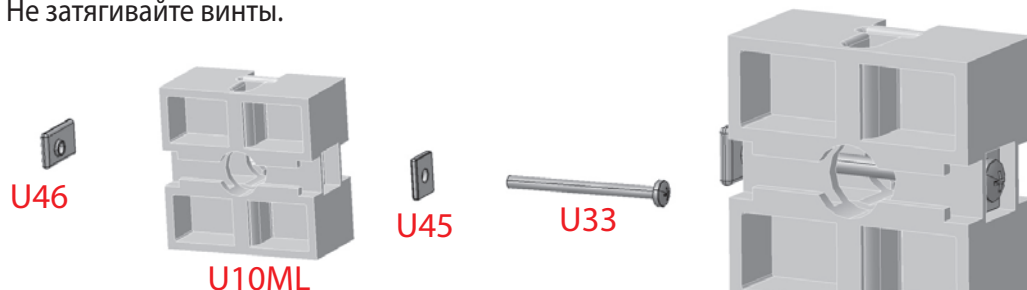
Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка

4.6

4.2.4. Выставление прямого угла.

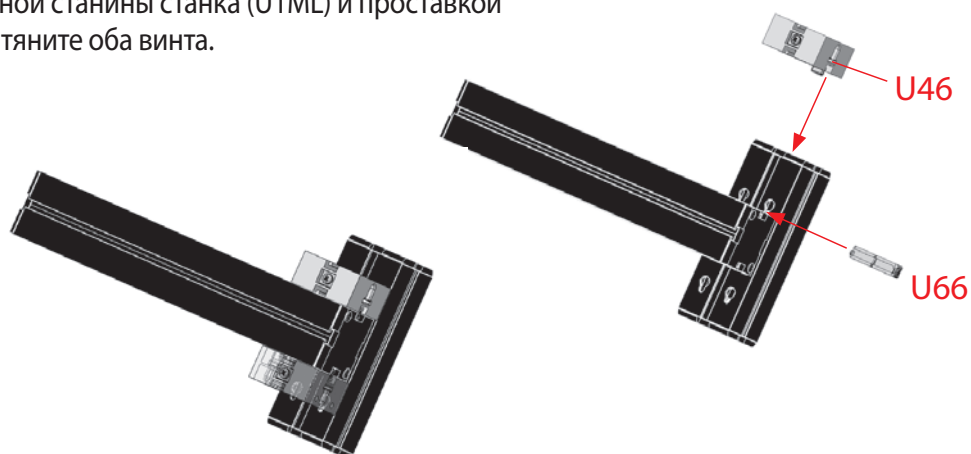
4.2.4.1. Закрепите пазовые гайки (U46) и (U45) винтом M4x50 (U33).

ВНИМАНИЕ: Не затягивайте винты.



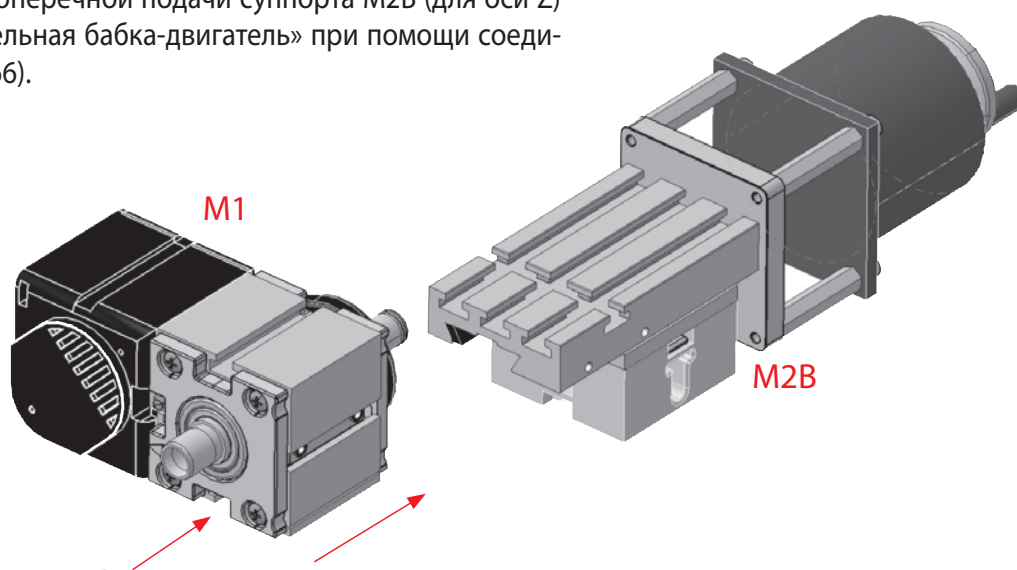
4.2.4.2. Вставьте Т-образную пазовую гайку (U46) в Т-образный паз короткой станины станка (U7ML), а соединительный сухарь (U66) – между Т-образным пазом длинной станины станка (U1ML) и проставкой (U10), после чего туго затяните оба винта.

4.2.4.3. Вариант компоновки.

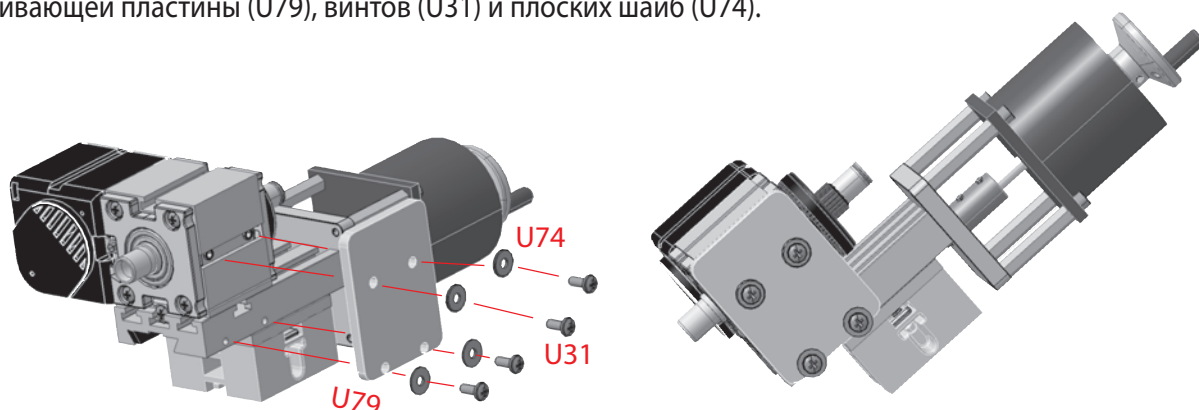


5. Модуль Мс4 (двигатель-шпиндельная бабка) для оси Z

5.1. Прикрепите модуль поперечной подачи суппорта M2B (для оси Z) к модулю M1 «шпиндельная бабка-двигатель» при помощи соединительного сухаря (U66).

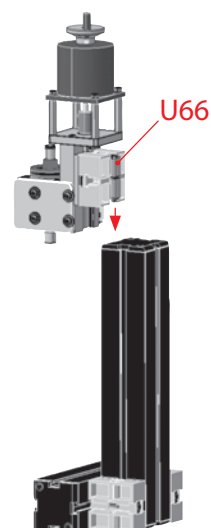


5.2. Закрепите модуль М1А («двигатель-шпиндельная бабка») при помощи выравнивающей пластины (U79), винтов (U31) и плоских шайб (U74).

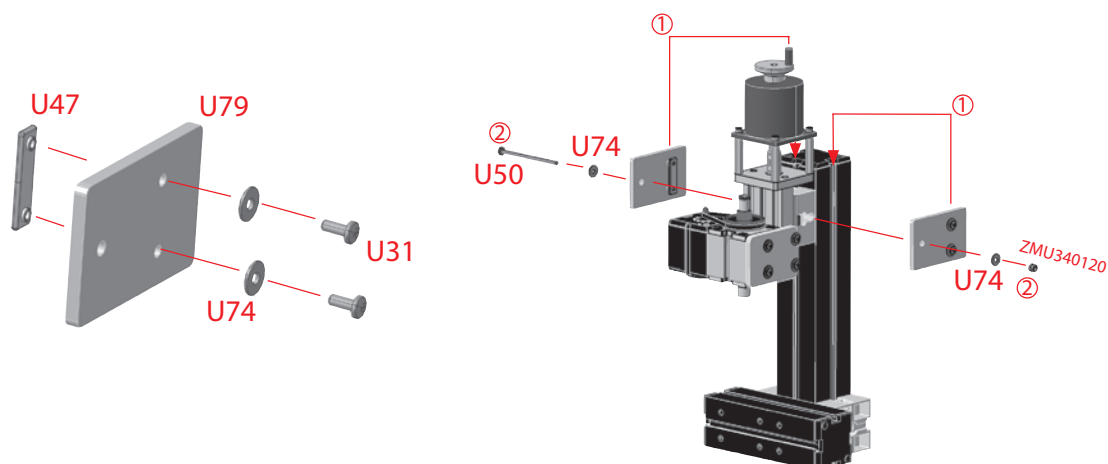


6. Установка модуля Мс4 «двигатель – шпиндельная бабка» (для оси Z) на скрепленные станины вертикально-фрезерного станка

6.1. Вставьте соединительный сухарь (U66) в Т-образный паз проставки (U10ML). Затем задвиньте его в Т-образный паз длинной станины станка (U1ML). В зависимости от размера обрабатываемой детали подберите нужную высоту для размещения узла и туго затяните винты.

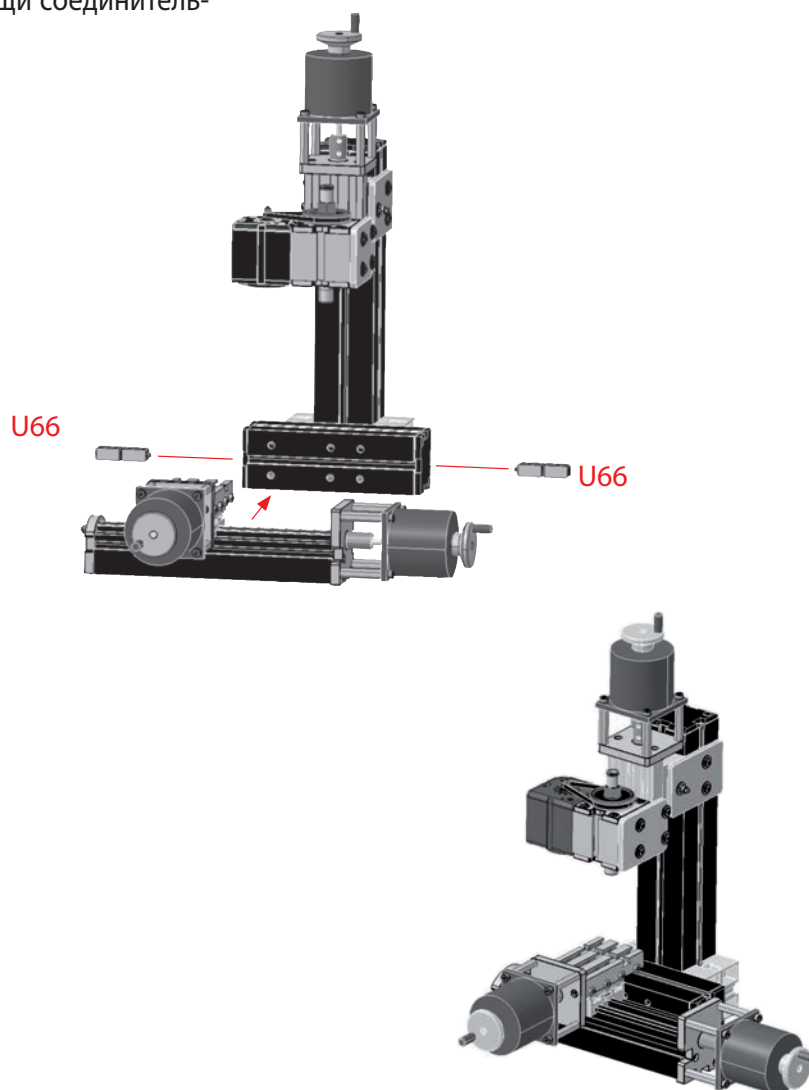


6.2. Закрепите модуль «двигатель-шпиндельная бабка» при помощи выравнивающей пластины (U79), винтов M4×10 (U31) и (U50), плоских шайб (U74), гаек M4 (ZMU 340 120) и соединительной пластины (U47).

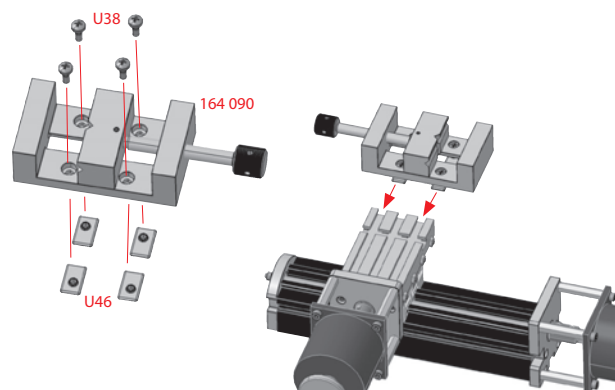


7. Установка модуля суппорта M2D (большого)

7.1. Закрепите модуль продольной подачи (M2D) на короткой станине станка (U7ML) при помощи соединительных сухарей (U66).



8. Сборка тисков (дополнительная оснастка 164 090) для фрезерного станка

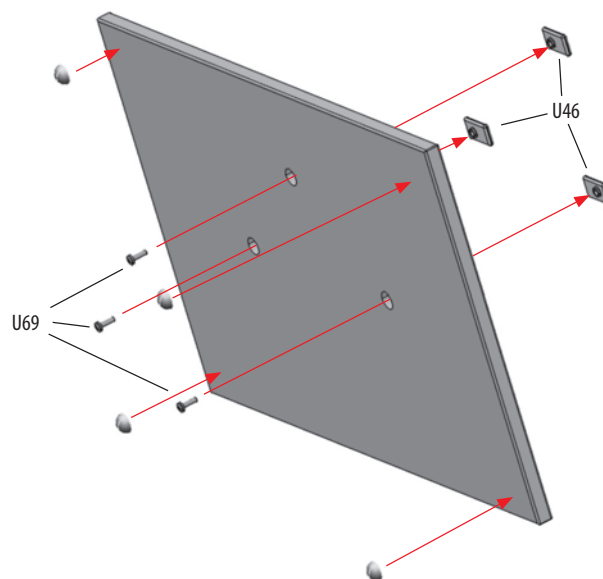
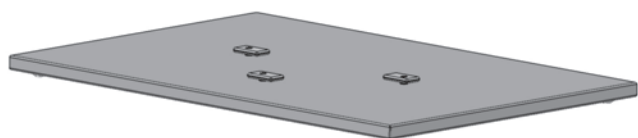
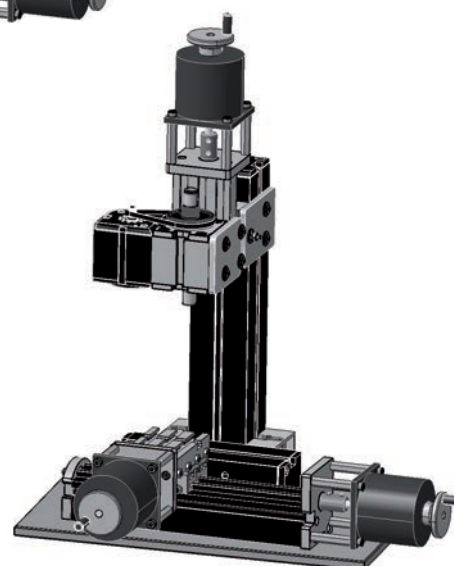


Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: сборка

4.6

Установка станка Unimat на деревянное основание

- Наживите (но не затягивайте!) пазовые гайки (U46) винтами M4×12 на деревянном основании.
- Подложите четыре резиновых ножки под головки винтов.
- Надвиньте станину станка на эти шайбы (U46) так, чтобы они вошли в Т-образные пазы.
- Затяните винты.



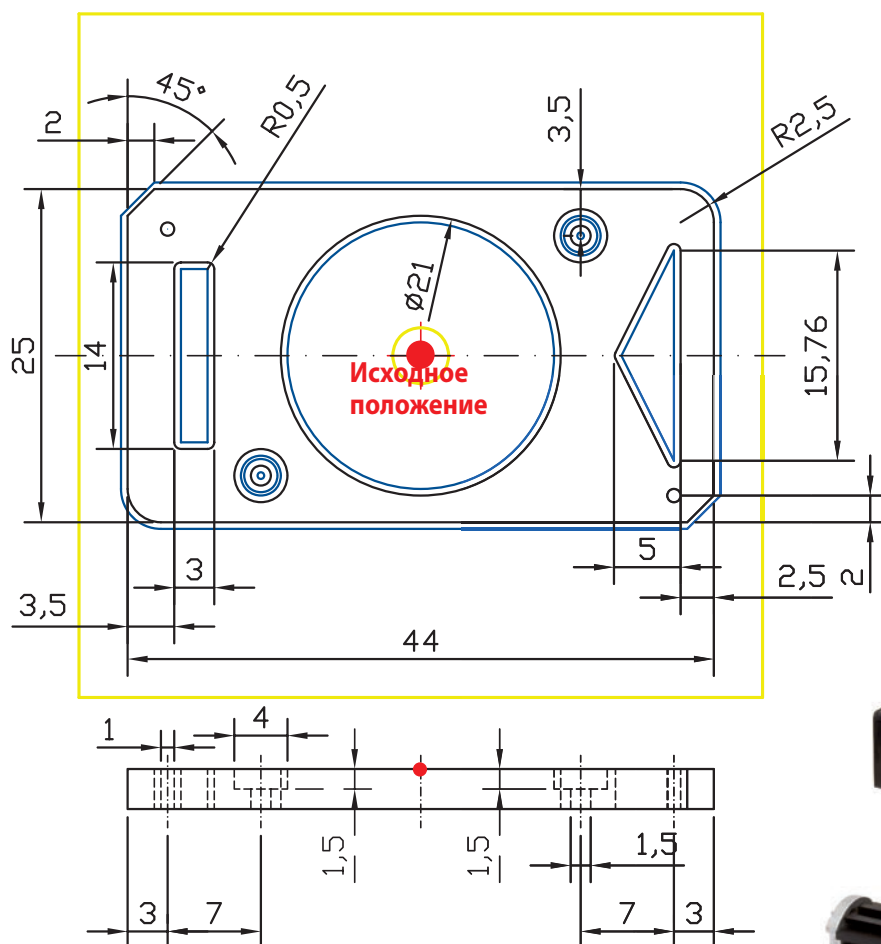
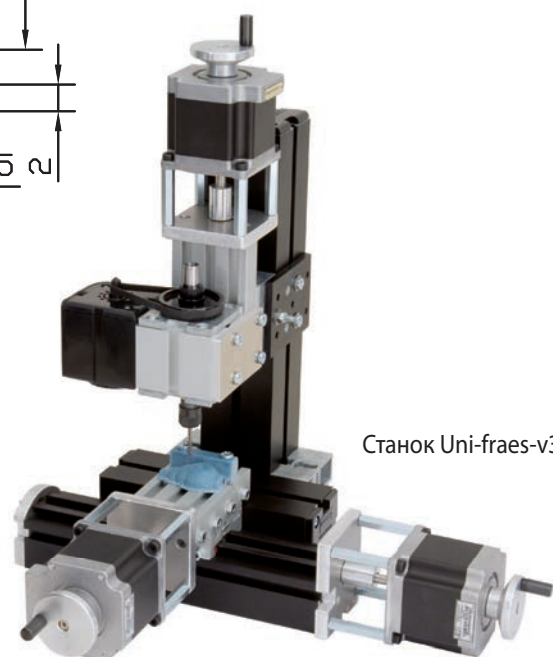
Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: примеры проектов

4.7

ПРОЕКТ 1

Вам потребуется

- 1) Заготовка: акриловая пластина.
- 2) Технический чертеж (в формате DXF или PDF).
- 3) Предложение по реализации задания (G-код).



Станок Uni-fraes-v3

Желтый: заготовка

Черный: готовая деталь

Синий: траектория перемещения инструмента

Выполнение проекта

Контурное фрезерование (по копии) глубоких выемок 1

Заготовка: акриловая пластина с размерами 51×51×3 мм, отверстие в центре для фиксации, исходное положение – по центру отверстия для фиксации на поверхности пластины. Заготовка крепится в середине консоли станка, перемещающейся по оси у. Между заготовкой и консолью помещают прокладку (тонкую и ровную деревянную или пластмассовую пластину) – чтобы не повредить поверхность консоли станка.

Инструмент: торцевая фреза 1,0 мм, максимальная скорость подачи вперед: 150 мм/мин; максимальная величина подачи: 2,0 мм.

Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: примеры проектов

4.7

Пример программы

```
g21
g0 z10
g0 x-19 y9.5 (левое верхнее отверстие)
g0 z1
g1 z-1 f50
g0 z1
g0 z-1
g1 z-2 f50
g0 z1
g0 z-2
g1 z-3.6 f50
g0 z10
g0 x-18 y6.5 (левая выемка)
g0 z1
g1 z-1 f50
g1 y-6.5 f150
g1 x-16
g1 y6.5
g1 x-18
g1 z-2 f50
g1 y-6.5 f150
g1 x-16
g1 y6.5
g1 x-18
g1 z-3.6 f50
g1 y-6.5 f150
g1 x-16
g1 y6.5
g1 x-18
g0 z10
g0 x-12 y-9 (левая нижняя выемка)
g0 z1
g1 z-1.5 f50
g1 x-11.25 f100
g2 x-12.75 y-9 i-0.75 j0
g2 x-11.25 y-9 i0.75 j0
g1 x-10.75
g2 x-13.25 y-9 i-1.25 j0
g2 x-10.75 y-9 i1.25 j0
g1 x-10.5
g2 x-13.5 y-9 i-1.5 j0
g2 x-10.5 y-9 i1.5 j0
g0 x-11.75 (левое нижнее отверстие в выемке)
g1 z-3.6 f50
g2 x-12.25 y-9 i-0.25 j0 f100

g2 x-11.75 y-9 i0.25 j0
g0 z10
g0 x19 y-10.5 (правое нижнее отверстие)
g0 z1
g1 z-1 f50
g0 z1
g0 z-1
g1 z-2 f50
g0 z1
g0 z-2
g1 z-3.6 f50
g0 z10
g0 x19 y-7.882 (левый треугольник)
g0 z1
g1 z-1 f50
g1 x15.059 y0 f150
g1 x19 y7.882
g1 x19 y-7.882
g1 z-2 f50
g1 x15.059 y0 f150
g1 x19 y7.882
g1 x19 y-7.882
g1 z-3.6 f50
g1 x15.059 y0 f150
g1 x19 y7.882
g1 x19 y-7.882
g0 z10
g0 x12 y9 (правая верхняя выемка)
g0 z1
g1 z-1.5 f50
g1 x12.75 f100
g2 x11.25 y9 r0.75
g2 x12.75 y9 r0.75
g1 x13.25
g2 x10.75 y9 r1.25
g2 x13.25 y9 r1.25
g1 x13.5
g2 x10.5 y9 r1.5
g2 x13.5 y9 r1.5
g0 x12.25 (правое верхнее отверстие в выемке)
g1 z-3.6 f50
g2 x11.75 y9 r0.25 f100
g2 x12.25 y9 r0.25
g0 z10
g0 x19.5 y13 (внешний контур)

g0 z1
g1 z-1 f50
g1 x-20 f150
g1 x-22.5 y10.5
g1 y-10
g3 x-19.5 y-13 r3
g1 x20
g1 x22.5 y-10.5
g1 y10
g3 x19.5 y13 r3
g1 z-2 f50
g1 x-20 f150
g1 x-22.5 y10.5
g1 y-10
g3 x-19.5 y-13 r3
g1 x20
g1 x22.5 y-10.5
g1 y10
g3 x19.5 y13 r3
g1 z-3.6 f50
g1 x-20 f150
g1 x-22.5 y10.5
g1 y-10
g3 x-19.5 y-13 r3
g1 x20
g1 x22.5 y-10.5
g1 y10
g3 x19.5 y13 r3
g0 z10
g0 x10 y0 (внутренний контур)
g0 z1
g1 z-1 f50
g2 x-10 y0 r10 f150
g2 x10 y0 r10
g1 z-2 f50
g3 x-10 y0 r10 f150
g3 x10 y0 r10
g1 z-3.6 f50
g2 x-10 y0 r10 f150
g2 x10 y0 r10
g0 z10
g0 x60
m02
```

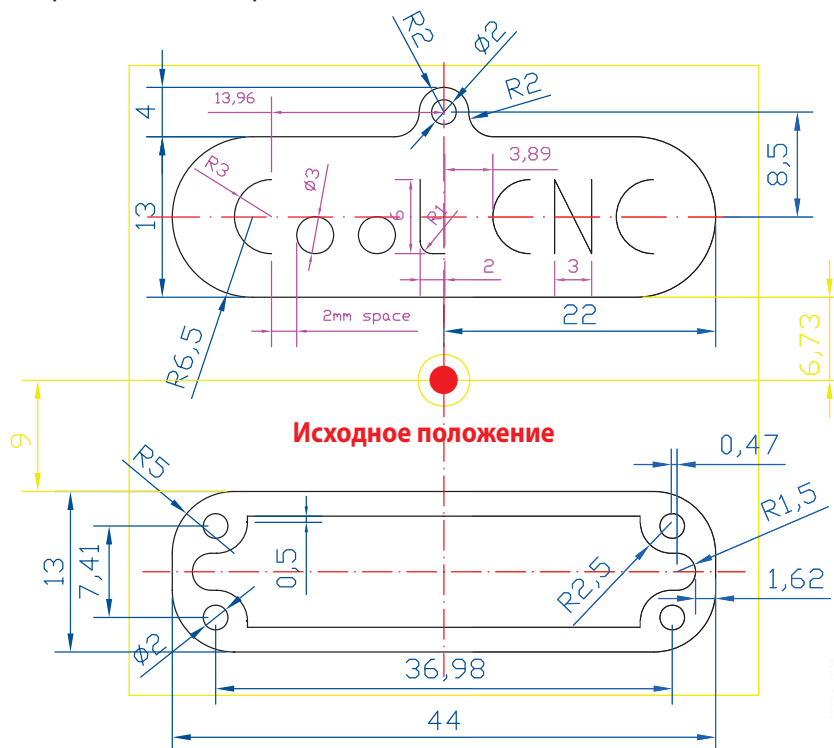
Трехкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: примеры проектов

4.7

ПРОЕКТ 2

Вам потребуется

- 1) Заготовка: акриловая пластина.
- 2) Технический чертеж (в формате DXF или PDF).
- 3) Предложение по реализации задания (G-код).



Желтый: заготовка

Черный: готовая деталь

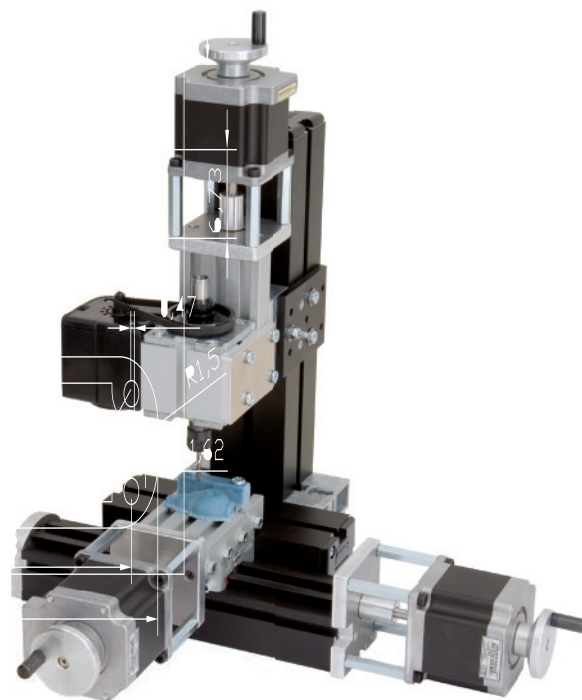
Выполнение проекта

Контурное фрезерование (по копиру) глубоких выемок с коррекцией режущего инструмента в режиме позиционирования приращениями

Заготовка: акриловая пластина с размерами 51×51×3 мм, отверстие в центре для фиксации, исходное положение – по центру отверстия для фиксации на поверхности пластины. Заготовка крепится в середине консоли станка, перемещающейся по оси у. Между заготовкой и консолью помещают прокладку (тонкую и ровную деревянную или пластмассовую пластину) – чтобы не повредить поверхность консоли станка.

Инструмент: торцевая фреза диамм. максимум 1,0 мм, максимальная скорость подачи вперед: 150 мм/мин; максимальная величина подачи: 2,0 мм.

Для выполнения данного проекта необходимо использовать Банк данных на инструмент. Мы используем торцевую фрезу 1 мм, номер которой по Банку данных – 6. Вы получите такой же результат, используя торцевую фрезу 0,8 мм (в этом случае ширина реза будет меньше). Однако для этого необходимо будет задать эту фрезу 0,8 мм по Банку данных, где ее номер – 3 (t3).



Банк данных на инструмент				
РОС	FMS	ДЛИНА	ДИАМЕТР	ПРИМЕЧАНИЕ
1	1	0,3	0,5	первый инструмент
2	2	0,3	0,6	
3	3	4,5	0,8	
4	4	6,0	0,8	
5	5	4,5	1,0	
6	6	6,0	1,0	
7	7	6,0	1,2	
8	8	7,5	1,2	
12	12	7,5	1,6	
13	13	9,0	1,6	
20	20	9,0	2,0	
21	21	10,5	2,0	
30	30	9,0	3,0	
31	31	10,5	3,0	
32	32	9,0	3,175	
33	33	10,5	3,175	
34	34	28,0	3,175	
42	32	0,0	0,0	последний инструмент
FMS – быстропереналаживаемая станочная система				

Трёхкоординатный вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: примеры проектов

4.7

Метод:

g21	g2 x3 y0 i1.5 j0 f80
g0 z30	g2 x-3 y0 i-1.5 j0
g0 x0 y0	g0 z5.6
m06 t6	g0 x5 y4.5
(начало с	g0 z-1.7
CoolCNC)	g1 z-1.5
g0 y21.73 z2	g1 y-5 f80
m03	g3 x1 y-1 r1
(отверстие для мон-	g1 x1
тажа)	g1 z-1.2 f30
g42 (коррекция на	g1 x-1 f80
режущий инструмент	g2 x-1 y1 r1
справа)	g1 y5
g0 y22.73	g1 z-1.2 f30
g0 z0.3	g1 y-5 f80
g1 z-1.2 f30	g3 x1 y-1 r1
g2 x0 y20.73 i0 j-1 f100	g1 x1
g2 x0 y22.73 i0 j1	g0 z5.6
g1 z-2.2 f30	g0 x6.89 y6
g2 x0 y20.73 i0 j-1 f100	g0 z-1.7
g2 x0 y22.73 i0 j1	g1 z-1.5 f30
g1 z-3.6 f30	g3 x0 y-6 i0 j-3 f80
g2 x0 y20.73 i0 j-1 f100	g1 z-1.2 f30
g2 x0 y22.73 i0 j1	g2 x0 y6 i0 j3 f80
g0 z2	g1 z-1.2 f30
g40 (отмена коррекции	g3 x0 y-6 i0 j-3 f80
на режущий инстру-	g0 z5.6
мент)	g0 x2
(скрипт)	g0 z-1.7
g0 x-13.96 y16.23	g1 z-1.5 f30
g0 z0.5	g1 y6 f80
g1 z-1.2 f30	g1 x3 y-6
g91 (включить режим	g1 y6
позиционирования	g1 z-1.2 f30
приращениями)	g1 y-6 f80
g3 x0 y-6 i0 j-3 f80	g1 x-3 y6
g1 z-1.2 f30	g1 y-6
g2 x0 y6 i0 j3 f80	g1 z-1.2 f30
g1 z-1.2 f30	g1 y6
g3 x0 y-6 i0 j-3 f80	g1 x3 y-6
g0 z5.6	g1 y6
g0 x2 y1.5	g0 z5.6
g0 z-1.7	g0 x5
g1 z-1.5 f30	g0 z-1.7
g2 x3 y0 i1.5 j0 f80	g1 z-1.5 f30
g2 x-3 y0 i-1.5 j0	g3 x0 y-6 i0 j-3 f80
g1 z-1.2 f30	g1 z-1.2 f30
g2 x3 y0 i1.5 j0 f80	g2 x0 y6 i0 j3 f80
g2 x-3 y0 i-1.5 j0	g1 z-1.2 f30
g1 z-1.2 f30	g3 x0 y-6 i0 j-3 f80
g2 x3 y0 i1.5 j0 f80	g90 (включить режим
g2 x-3 y0 i-1.5 j0	абсолютного позицио-
g0 z5.6	нирования)
g0 x5	g0 z2
g0 z-1.7	(вырезать)
g1 z-1.5 f30	g0 x24 y11.23
g2 x3 y0 i1.5 j0 f80	g42 (коррекция на
g2 x-3 y0 i-1.5 j0	режущий инструмент
g1 z-1.2 f30	справа)
g2 x3 y0 i1.5 j0 f80	g0 x22 y13.25
g2 x-3 y0 i-1.5 j0	g0 z0.3
g1 z-1.2 f30	g91 (включить режим

позиционирования
приращениями)
g1 z-1.5 f30
g3 x-6.5 y6.5 i-6.5 j0
f80
g1 x-11.5
g2 x-2 y2 i0 j2
g3 x-2 y2 i-2 j0
g3 x-2 y-2 i0 j-2
g2 x-2 y-2 i-2 j0
g1 x-11.5
g3 x-6.5 y-6.5 i0 j-6.5
g3 x6.5 y-6.5 i6.5 j0
g1 x31
g3 x6.5 y6.5 i0 j6.5
g1 z-1.2 f30
g3 x-6.5 y6.5 r6.5 f80
g1 x-11.5
g2 x-2 y2 r2
g3 x-2 y2 r2
g3 x-2 y-2 r2
g2 x-2 y-2 r2
g1 x-11.5
g3 x-6.5 y-6.5 r6.5
g3 x6.5 y-6.5 r6.5
g1 x31
g3 x6.5 y6.5 r6.5
g1 z-1.2 f30
g3 x-6.5 y6.5 i-6.5 j0
f80
g1 x-11.5
g2 x-2 y2 i0 j2
g3 x-2 y2 i-2 j0
g3 x-2 y-2 i0 j-2
g2 x-2 y-2 i-2 j0
g1 x-11.5
g3 x-6.5 y-6.5 i0 j-6.5
g3 x6.5 y-6.5 i6.5 j0
g1 x31
g3 x6.5 y6.5 i0 j6.5
g90 (режим абсолютного
позиционирования)
g0 z10
g40 (отмена коррекции
на режущий инстру-
мент)
m05
(seal model ??? модель)
g0 x-18.49 y-11.445
m03
(отверстия)
g41 (коррекция на
режущий инструмент
слева)
g91 (включить режим
позиционирования
приращениями)
g0 x-1 z-9.7
g1 z-1.5 f30
g3 x2 y0 i1 j0 f80
g3 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30

g3 x2 y0 i1 j0 f80
g3 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30
g3 x2 y0 i1 j0 f80
g3 x-2 y0 i-1 j0
g0 z5.6
g40 (отмена коррекции
на режущий инстру-
мент)
g0 x1 y-7.41
g42 (коррекция на
режущий инструмент
справа)
g0 x-1 z-1.7
g1 z-1.5 f30
g2 x2 y0 i1 j0 f80
g2 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30
g2 x2 y0 i1 j0 f80
g2 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30
g2 x2 y0 i1 j0 f80
g2 x-2 y0 i-1 j0
g0 z5.6
g40 (отмена коррекции
на режущий инстру-
мент)
g0 x37.98
g41 (коррекция на
режущий инструмент
слева)
g91 (включить режим
позиционирования
приращениями)
g0 x-1 z-1.7
g1 z-1.5 f30
g3 x2 y0 i1 j0 f80
g3 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30
g3 x2 y0 i1 j0 f80
g3 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30
g3 x2 y0 i1 j0 f80
g3 x-2 y0 i-1 j0
g0 z5.6
g40 (отмена коррекции
на режущий инстру-
мент)
g0 x1 y7.41
g42 (коррекция на
режущий инструмент
справа)
g0 x-1 z-1.7
g1 z-1.5 f30
g2 x2 y0 i1 j0 f80
g2 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30
g2 x2 y0 i1 j0 f80
g2 x-2 y0 i-1 j0
g1 z-1.2 f30
g2 x2 y0 i1 j0 f80
g2 x-2 y0 i-1 j0

g0 z5.6
g40 (отмена коррекции на режущий инструмент)
g90 (режим абсолютно-го позиционирования) (внутренний контур)
g0 x18.49 y-15.5
g41 (коррекция на режущий инструмент слева)
g0 x20.38 z0.3
g1 z-1.2 f30
g91 (включить режим позиционирования приращениями)
g3 x-1.5 y1.5 r1.5 f80
g1 x-0.47
g2 x-2.5 y2.5 r2.5
g1 y0.5
g1 x-32
g1 y-0.5
g2 x-2.5 y-2.5 r2.5
g1 x-0.47
g3 x-1.5 y-1.5 r1.5
g3 x1.5 y-1.5 r1.5
g1 x0.47
g2 x2.5 y-2.5 r2.5
g1 y-0.5
g1 x32
g1 y0.5
g2 x2.5 y2.5 r2.5
g1 x0.47
g3 x1.5 y1.5 r1.5
g1 z-1.2 f30
g3 x-1.5 y1.5 r1.5 f80
g1 x-0.47
g2 x-2.5 y2.5 r2.5
g1 y0.5
g1 x-32
g1 y-0.5
g2 x-2.5 y-2.5 r2.5
g1 x-0.47
g3 x-1.5 y-1.5 r1.5
g3 x1.5 y-1.5 r1.5
g1 x0.47
g2 x2.5 y-2.5 r2.5
g1 y-0.5
g1 x32
g1 y0.5
g2 x2.5 y2.5 r2.5
g1 x0.47
g3 x1.5 y1.5 r1.5
g1 z-1.2 f30
g3 x-1.5 y1.5 r1.5 f80
g1 x-0.47
g2 x-2.5 y2.5 r2.5
g1 y0.5
g1 x-32
g1 y-0.5
g2 x-2.5 y-2.5 r2.5
g1 x-0.47

g3 x-1.5 y-1.5 r1.5
g3 x1.5 y-1.5 r1.5
g1 x0.47
g2 x2.5 y-2.5 r2.5
g1 y-0.5
g1 x32
g1 y0.5
g2 x2.5 y2.5 r2.5
g1 x0.47
g3 x1.5 y1.5 r1.5
g0 z5.6
g40 (отмена коррекции
на режущий инстру-
мент)
g90 (режим абсолютного
позиционирования)
(внешний контур)
g0 x24 y-17.5
g42 (коррекция на
режущий инструмент
справа)
g0 x22 y-15.5 z0.3
g1 z-1.2 f30
g91
g1 y1.5 f80
g3 x-5 y5 r5
g1 x-34
g3 x-5 y-5 r5
g1 y-3
g3 x5 y-5 r5
g1 x34
g3 x5 y5 r5
g1 y1.5
g1 z-1.2 f30
g1 y1.5 f80
g3 x-5 y5 r5
g1 x-34
g3 x-5 y-5 r5
g1 y-3
g3 x5 y-5 r5
g1 x34
g3 x5 y5 r5
g1 y1.5
g0 z26
g40
g90
m05
g0 x-50 y

