

К сожалению нормального русифицированного сайта ,посвященного этой программе , в интернете пока нет, только родной сайт программы на английском языке **WWW:planet-cnc.com**.

Построить станок было проще ,чем осваивать новую программу. По мере изучения информации на сайтах по CNC программам по работе с ЧПУ станком в основном вся найденная информация касалась программ созданных под устаревший LPT порт ,что и побудило написать то, что вы сейчас прочтете. Надеюсь это поможет сократить время в изучении программы, если вы построите свой ЧПУ CNC станок . Если кто-то уже имеет уже опыт работы с программой , может поделиться своими знаниями и советами.

Итак программа :



Скачать программу можно по ссылке:

<http://www.planet-cnc.com/index.php?page=download>

«CNC USB - ОТ НАЛАДКИ ДО ДЕТАЛИ»

СОДЕРЖАНИЕ.

- 1.Часть 1.Настройка параметров программы под ваш ЧПУ.
2. Часть 2. Проверка калибровки осей станка.
- 3.Часть 3.Первая деталь –Обучение.
- 4.Меню файл и программные возможности.
- 5.G-Коды (справочная информация).

Часть 1.

(Урок по настройке переведен с сайта WWW:planet-cnc.com)

Ссылка на оригинал http://www.planet-cnc.com/faq/machine_setup/

How to setup CNC machine using PlanetCNC software and controller? Как настроить ЧПУ с использованием программного обеспечения и контроллера PlanetCNC ?

Я попробую показать вам, как настроить ЧПУ, используя PlanetCNC программное обеспечение PlanetCNC. Использовать пример на моей ЧПУ машине, но вы можете сделать его подобным образом на все типы машин. Используем метрику (в миллиметрах) единицы.



«Шаги за единицу» параметры, которые рассчитываются и устанавливаются.(см.ниже в ч.2)

Необходимо убедиться, что расстояния во всех направлениях при движении кареток машины являются правильными. Если позиция отображения изменения 100mm то машина тоже должна двигаться 100мм.

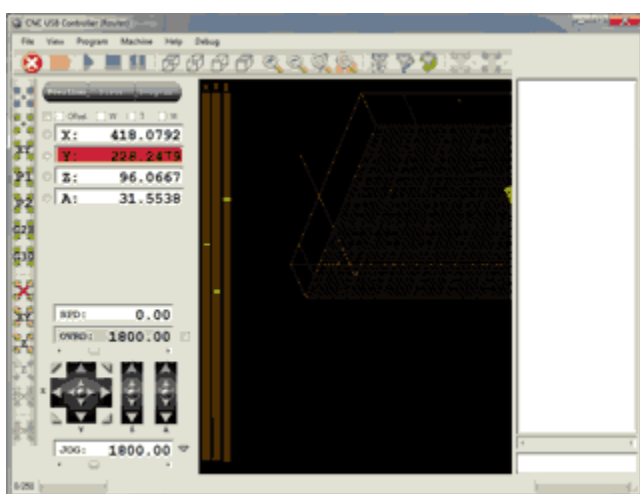
Сначала мы должны задать смещения к нулю. Рабочее смещение должно быть равно нулю, командой "машина/Offset/Zero".

“Пустой” инструмент должен быть выбран с "машинным/Tools/Select/Empty" и смещение инструмента должно быть установлено в ноль командой "машины/инструменты/Zero смещение инструмента" . Эти команды будут объяснены позже. Сейчас важно, чтобы все

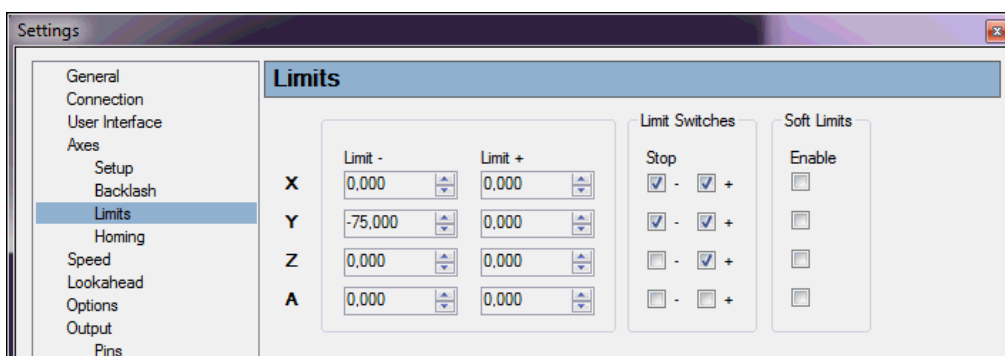
обнулялось.

Концевые выключатели **Limit switches**

На ЧПУ я буду использовать 5-концевые выключатели. Два концевых выключателя на X, два по Y и по одному на ось Z. Чтобы убедиться, что все концевики работают при ручном нажатии на концевой выключатель окно индикации положения станет красного или фиолетового цвета.



Срабатывающий концевой выключатель должен остановить машину. Машина не должна ередвигаться на stop режиме. Для этого в меню Settings /Ограничения/ датчики вы должны проставить галочки по осям.



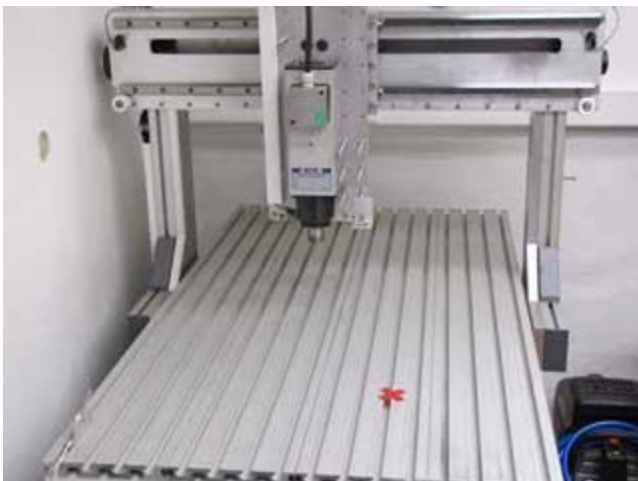
Убедитесь, что концевые выключатели стопорят машину в направлении концевой выключателя от нажатия рукой. Машина должна остановиться. Будьте осторожны, чтобы не навредить себе держите руки на безопасной дистанции от подвижных частей.



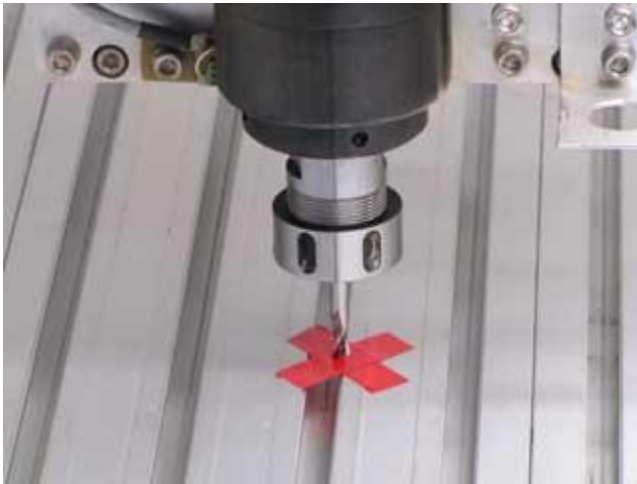
Когда машина останавливается, вы должны проверить перемещение в обратном направлении. Все 5 концевых выключателей должны быть проверены. Концевые выключатели могут быть использованы в качестве справочной коммутации. Это означает, что мы будем использовать их, чтобы установить автомат в абсолютные координаты. Это называется самонаведение.

Самоустановка **Homing** (дом)

Мы должны выбрать, где у машины абсолютная нулевая позиция. Обычно машина работает в относительных координатах, а это и не важно, где абсолютный ноль. Важно, что она всегда находится в одном положении. Я положу некоторые ленты-метки, чтобы отметить его так, что вы будете лучше видеть на изображении.



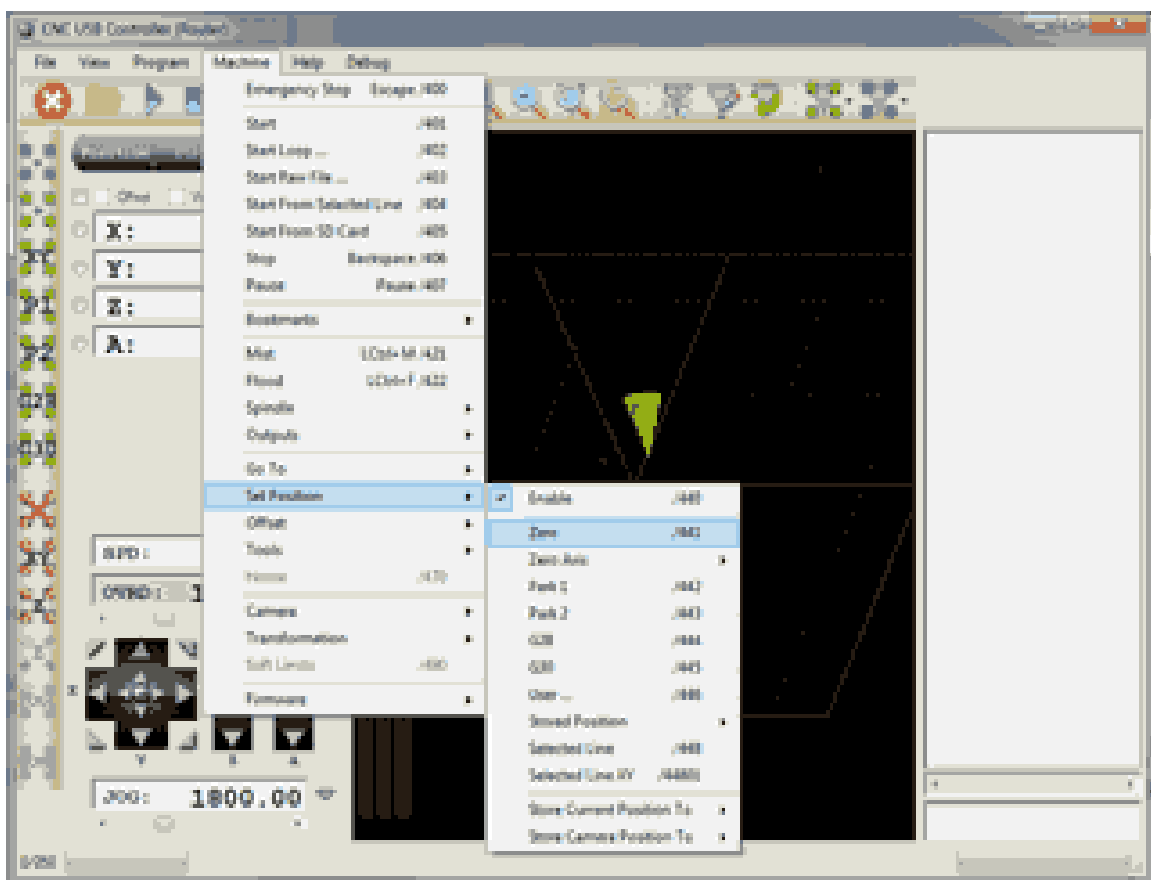
Инструмент помещается в шпиндель и машина передвинется на это место. Будьте осторожны, чтобы не раздавить инструмент в столе станка при спуске по оси Z. Вы можете просто свободно установить не затянутый инструмент в шпинделе и в случае аварии ничего не будет повреждено.



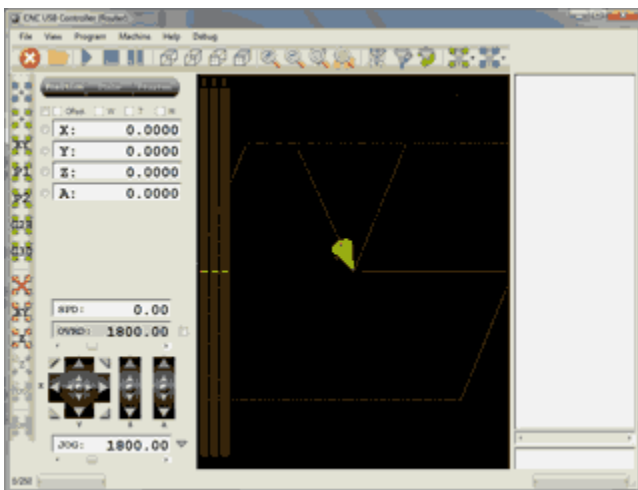
Эта позиция будет для машины абсолютным нулем.

Команды на изменение абсолютной позиции в меню Станок/ Установка /Позиции("Machine/Set Position"). Чтобы изменить абсолютную позицию, убедитесь в том, что флажок Станок/Установка/Позиции «включить» установлен, чтобы активировать эти команды.

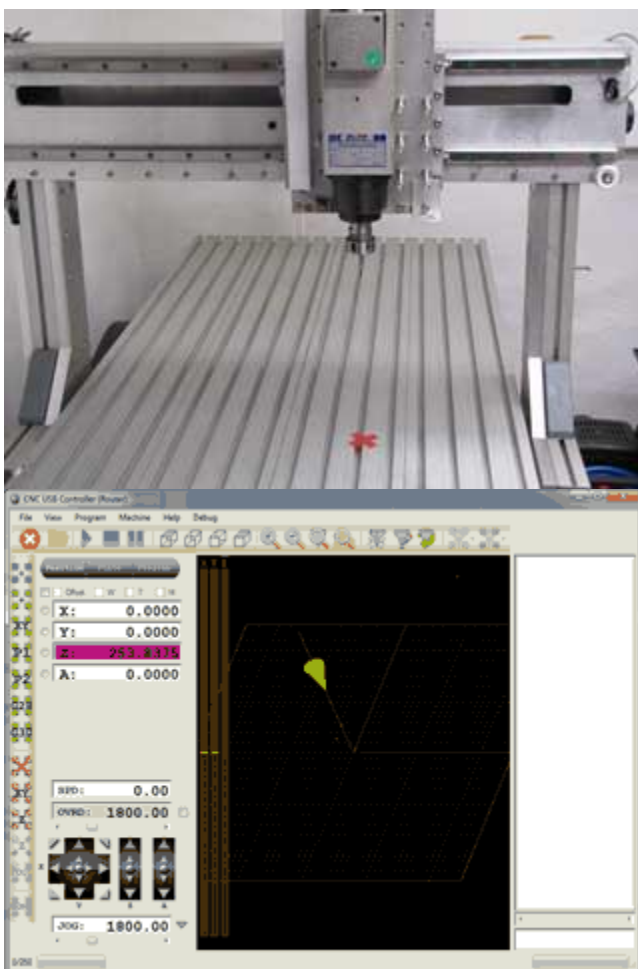
Позже мы будем снимать этот флажок, чтобы предотвратить в последующем нежелательное абсолютное изменение позиции. Теперь можно запускать Станок /Установка /Позиции/Обнулить ("машину/Set Position/Zero") команды и задать абсолютную позицию в ноль.



Вы заметите, что положение теперь дисплей показывает все нули.

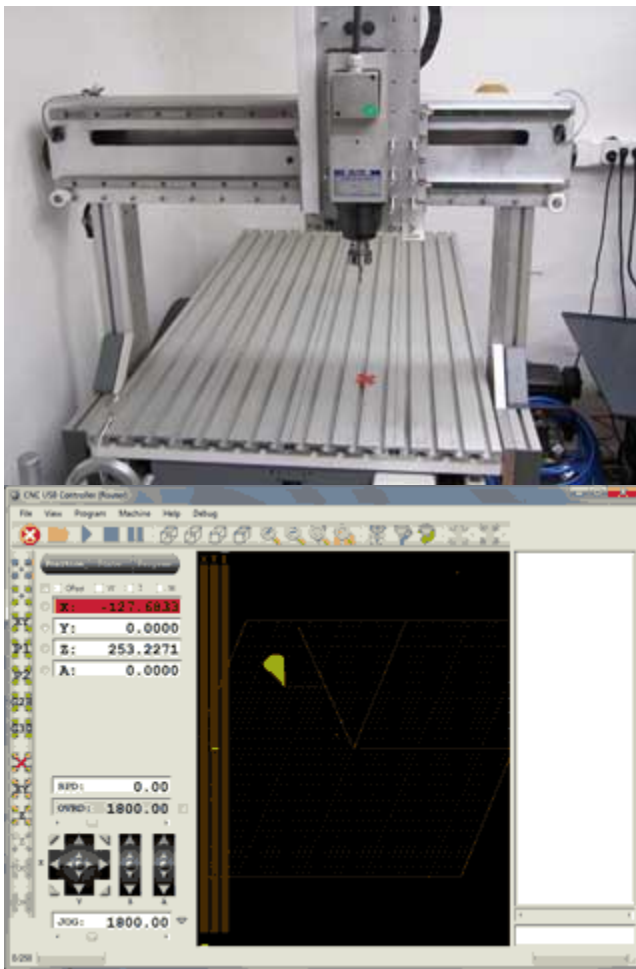


Медленно переместите оси Z до Z+ до нажатия концевого выключателя, и машина останавливается. В этом положении дисплей будет **фиолетовый**.



Запишите Z позицию (253.8375mm в данном случае). Переместите в обратном направлении так, чтобы концевой выключатель стал отпущенным. Повторите это для оси X.

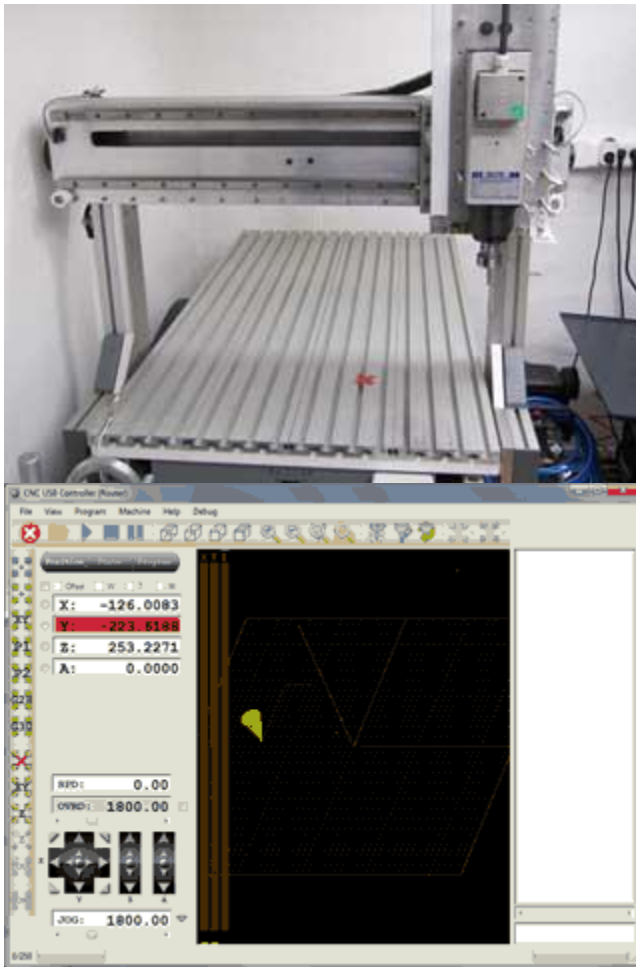
Медленно переместите в X - направлении, до тех пор, пока концевой выключатель не нажмется, и машина остановится. Положение на дисплее будет отображаться красным цветом.



Запишите положение по оси X (-127.6833mm в данном случае). Передвиньте в обратном направлении так, чтобы концевой выключатель стал отпущенным.

И опять же для оси Y.

Медленно передвиньте в Y - направлении до тех пор, пока концевой выключатель нажмет, и машина останавливается. Положение на дисплее будет отображаться красным цветом.



Запишите положение Y (-223.6188mm в данном случае). Передвиньте в обратном направлении так, чтобы концевой выключатель был отпущен.

Мы сейчас у концевых переключателей для всех 3 осей, и мы можем установить самонаведение.

Откройте "настройки", в разделе "Базирование" установите флажок "включить". Обычно мы хотим, чтобы главная ось Z была первой, поэтому мы поставили очередность передвижения для Z оси "1". Тогда мы будем home X и Y, в то же время, поэтому мы поставили "последовательности" X " и " Y "2".

Когда автоматически срабатывает концевой выключатель во время самонаведения ,станок останавливается не моментально ,поэтому мы должны подходить к концевому выключателю с замедленной скоростью. В этом уроке мы установим "скорость" 500мм/мин, но все машины разные, и вы должны найти то, что работает у вас. Мы использовали Z+, X - и Y - конечные выключатели в этом уроке.

Наверное, вы замечали, что когда выключатель срабатывает, нужно отодвинуть каретку назад на короткое расстояние, чтобы освободить его(примечание:при заблокированном кончике одной оси другие не сработают при нажатии кнопок пульта) Некоторым коммутаторам нужно большее расстояние, некоторым очень маленькие, но все коммутаторы в этом нуждаются(из-за инерции приводов и двигателей). Для выключателей на этой машине 3 мм является хорошим значением. Эту установку назовем как "возвращение расстояния". Переключатель требует гораздо меньше расстояние, но это хорошее безопасное значение. Не используйте 0!

Мы будем добавлять/вычитать 3мм , которые мы использовали для "возвращения на расстояние".

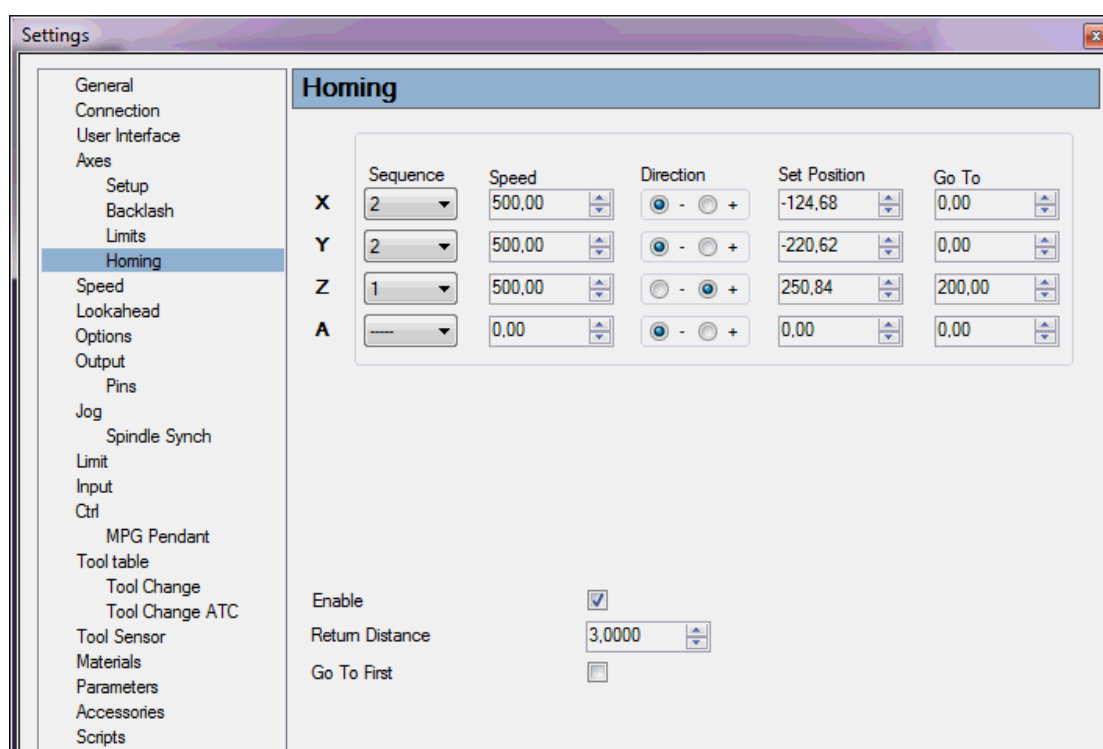
С "Go To" мы установили, где мы хотим, чтобы машина двигалась после концевого выключателя.

Машина будет на этом месте после возвращения.

Обычно это X0 Y0 и Z в какой-то безопасной высоте. Теперь мы знаем, что для машины высокая Z позиция 250.84 (мы проверяли это несколько шагов назад) так Z200 будет оптимальной безопасной высотой.

Обычно машина в первую очередь перемещается от всех конечных выключателей, от первого и идет в конечное положение. Если мы хотим изменить этот порядок и двигаться к конечной позиции, как только срабатывает концевой выключатель, мы можем проверить "иди первым". Некоторые машины нуждаются в этом, чтобы избежать зажимов. Эта машина не нуждается в этом. (назначение первоочередности движения осей машины при возвращении в положение HOMING).


Вот все эти параметры:



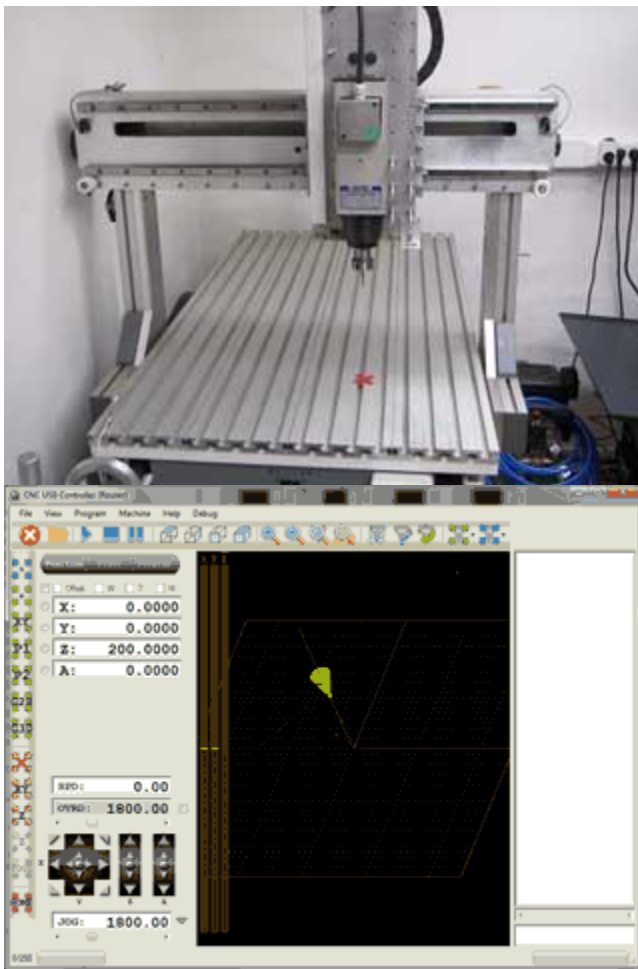
Мы можем закрыть настройки и "машина/Home" команда будет включена (если не нажмете кнопку E-stop два раза, чтобы снова обновился дисплей).

Мы готовы выполнить перемещение "машина/дом". На панели инструментов существует для



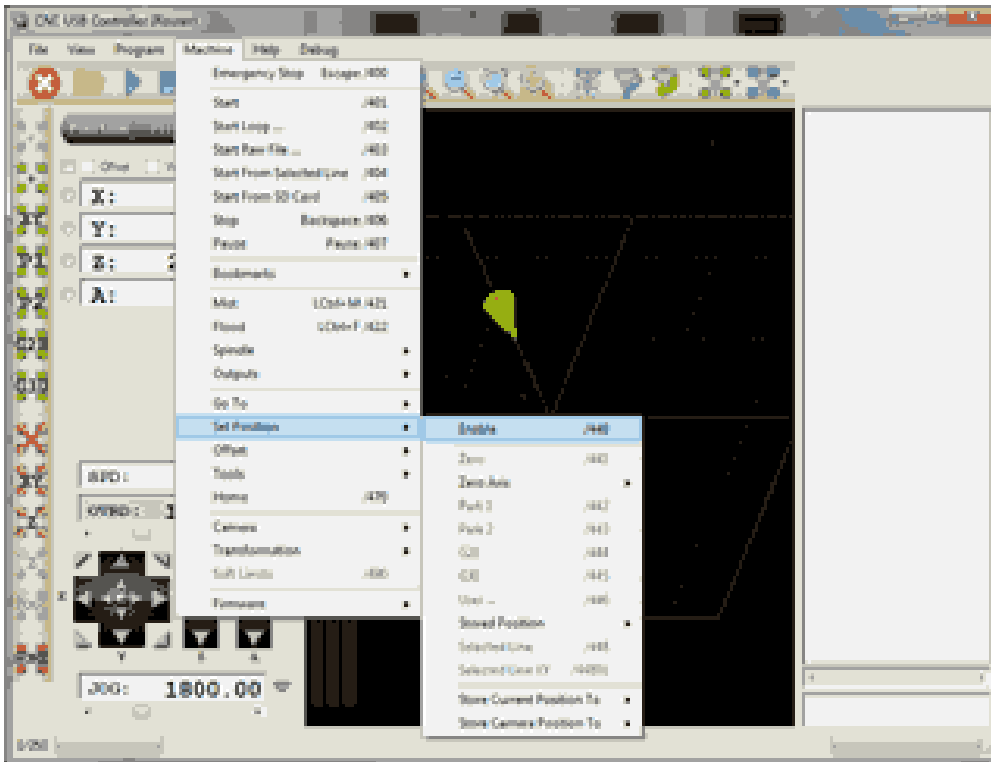
своя кнопка. Как всегда надо быть готовым нажать аварийный « e-stop»  если что-то пойдет не так.

По возвращении машины в X0 Y0 Z200. Это точно 200mm над маркировкой, что мы сделали.



Машина отстроена и теперь мы можем использовать абсолютные координаты. Мы можем двигать машину в любое место, и мы будем точно знать, где она находится. Важно не изменять абсолютную позицию.

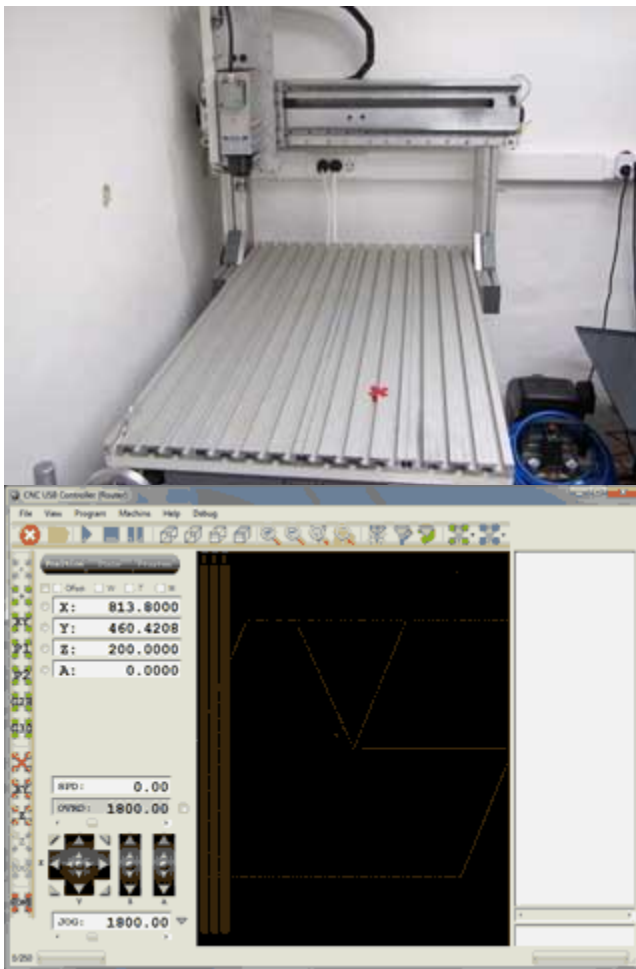
Что-бы в дальнейшем не изменить значения абсолютной позиции мы снимем флажок "машина/Set Position/Enable" сейчас.



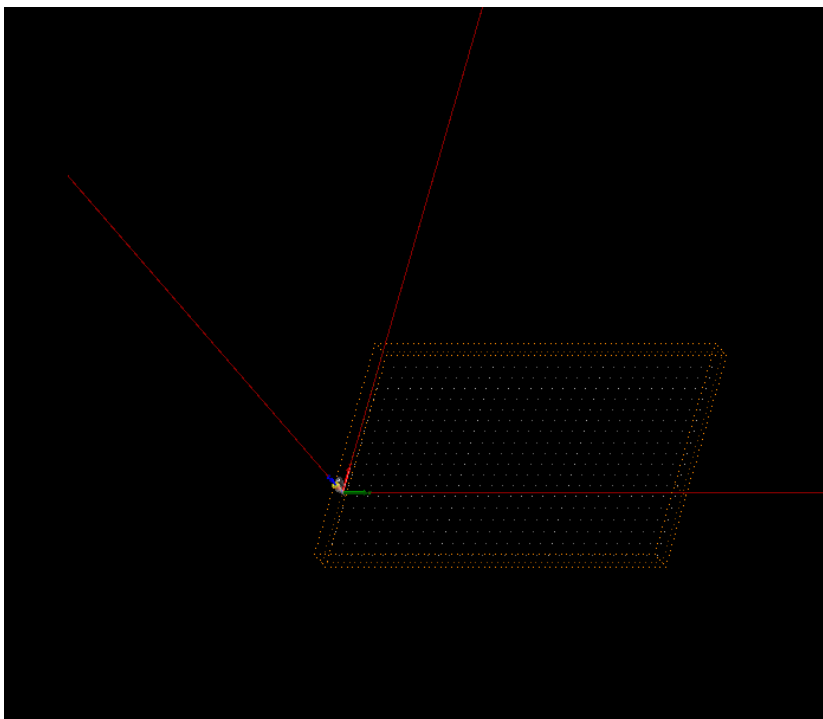
Если по какой-либо причине ваша машина потеряет выставленные значения , вы должны будете повторить настройку снова как описано выше , т.е. выставить флажок **"машина/Set Position/Enable"** и повторить все сначала.

Table size Ограничения (рабочей зоны стола)

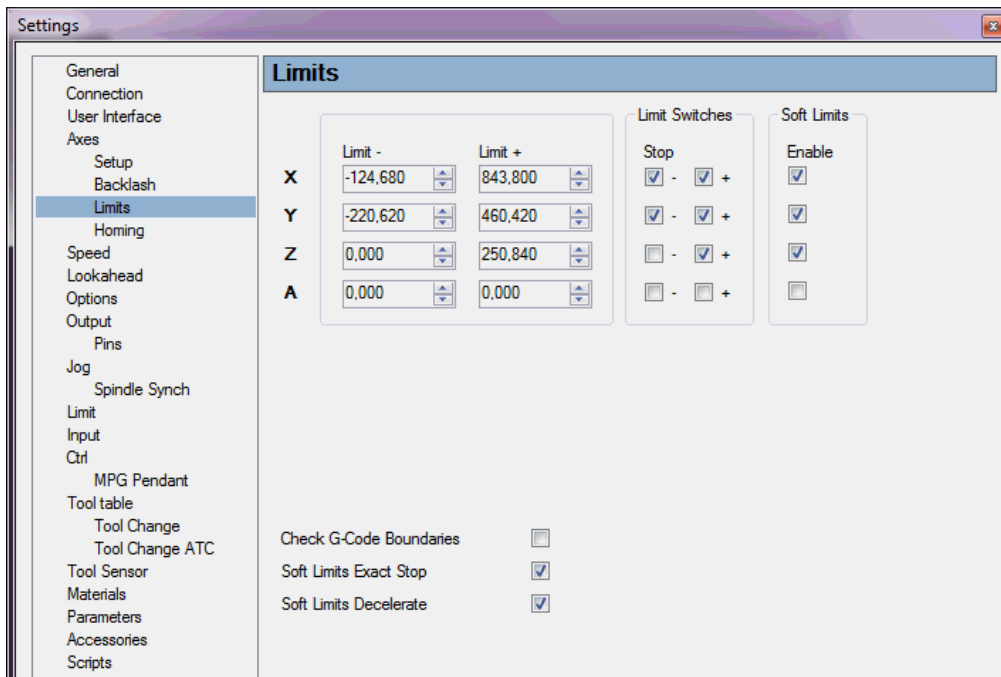
Теперь мы можем передвигать машину в любое место и будем точно знать, где именно мы можем использовать это, чтобы измерить стол станка. Мы будем медленно двигать машину для X+ и Y+ направлений до тех пор, пока концевой выключатель сработает, а затем немного назад так, чтобы выключатель был отпущен. Запишите положение. Это X813.8000mm и Y460.4208mm.



Измеренные данные мы занесем в таблицы настроек и будем использовать для установки лимитов и включения мягких ограничения. На 3D-дисплее будет отражено рабочее пространство вашей машины на котором в последующем будет видно как расположиться на столе ваша деталь .



Рабочий стол.

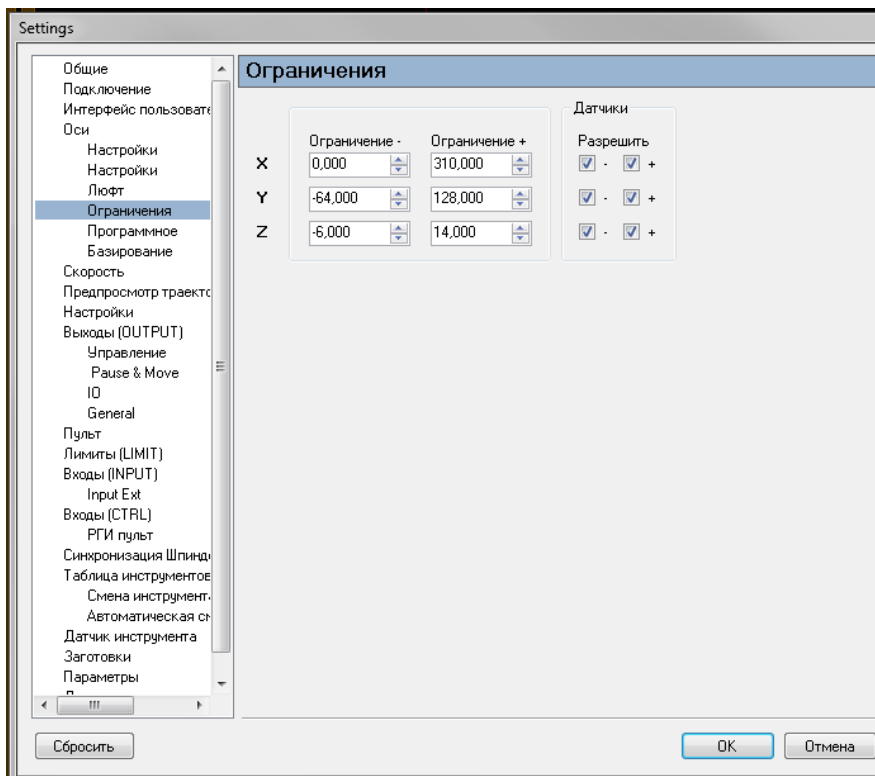


(Settings –ранняя версия)

Мягкие ограничения **Soft limits**

Мягкие ограничения используются, чтобы замедлить машину, чтобы остановить, прежде чем машина остановилась на конечных выключателях до его отказа. Я рекомендую "мягкие ограничения замедления" и "мягкие ограничения жесткие" параметры проверять. Иногда нужно отключить мягкие ограничения и есть команда для этого в меню "Machine/Soft Limits". Когда мягкое ограничение срабатывает индикация положения координат будет желтого цвета.

(Мое примечание : В новой версии программы функция мягкие ограничения (Soft Limits) уже отсутствует).



(Settings – новая версия)

Измерительный инструмент с фиксированным смещением инструмента датчика Measuring tool offset with fixed tool sensor

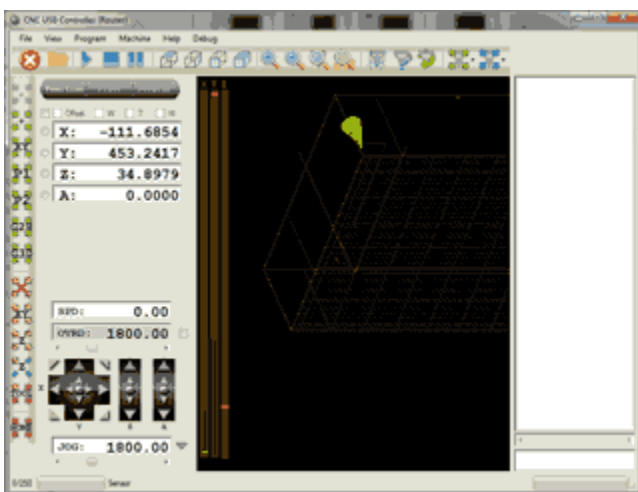
Теперь мы можем установить стационарный датчик инструмента. Стационарный инструмент, датчик, как правило, используется для измерения длины смещения инструмента. Нам нужно машину расположить так, чтобы мы могли использовать абсолютные позиции. На машине для этого урока используется стационарный инструмент, датчик располагается в углу и подключен к INPUT5 pin. В этом уроке я использую переключатель с рычагом, который хорош для учебника, но не следует использовать на реальной машине. Переключите рычаг не горизонтально, и это не даст точных результатов.



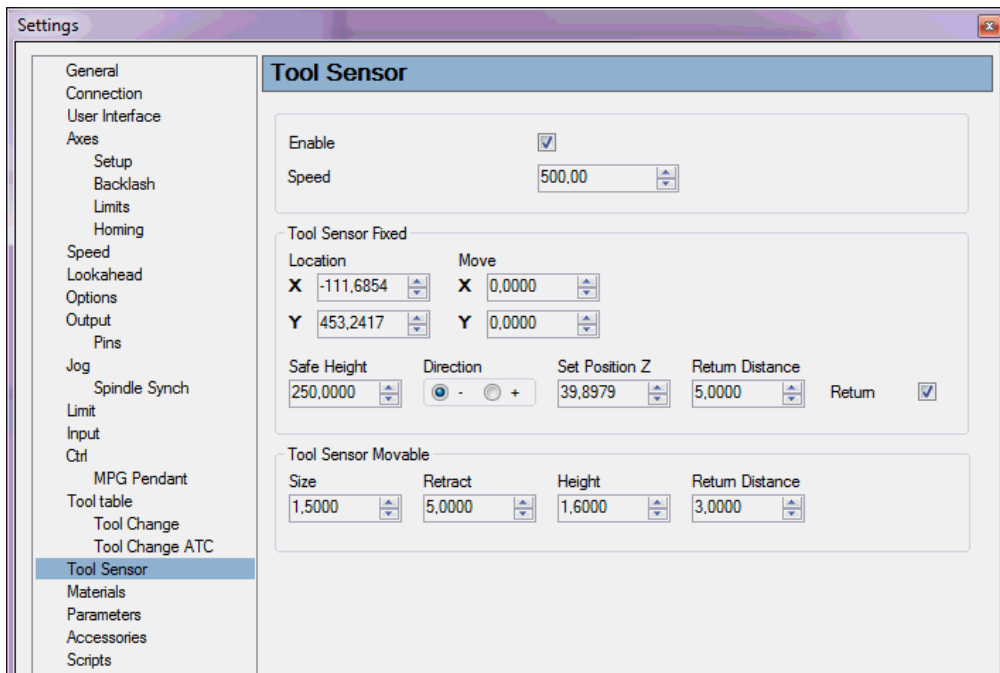
Сначала мы включим инструмент датчика в настройках. Это позволит датчику, связать меню с командами. Затем нам нужно проверить, работает ли он. Датчик триггер со стороны. Слово "датчик" должен появиться на программном обеспечении в статус баре. Теперь нам нужно проверить, останавливает ли датчик машину. Передвиньте машину от

датчиков в высокое положение по оси Z. Затем медленно передвиньте вниз и нажмите фиксированный сенсор вручную. Машина должна остановиться.

Передвиньте машину, так чтобы инструмент находится прямо над датчиком. Медленно передвиньте вниз до тех пор, пока инструмент коснется триггера датчика и остановится. Запишите положение. В данном случае это X-111.6854mm, Y453.2417mm, Z34.8979mm



Откройте настройки снова, раздел "Датчик", группа "Неподвижный датчик". Запишем туда X " и " Y "местоположение" нашего датчика. Мы могли бы также установить ввод следующего движения, но для большинства машин это ноль. Нам нужно установить "скорость", которая должна быть маленькой из-за не мгновенной остановки инструмента на датчике. "Направление", как правило, установлено - . Из-за длинного рычага, на моем переключателе датчика "возвращение расстояние" довольно широко. Я установлю его на 5мм. Мы также имеем Z положение датчика и мы можем установить "Set Position Z" значение. Мы должны добавить, 5мм, который мы использовали для "возвращения на расстоянии". Обычно мы хотим двигаться каретку машины на максимально возможную Z высота. Эта машина имеет Z+ лимит чуть выше 250мм. 250мм будет хорошее соотношение "безопасной высоты". Флажок "Возвращение" позволяет автоматически возвращаться в положение перед измерением длины инструмента.



Теперь мы можем проверить совместную работу фиксированного датчика и смещение измерительного инструмента.

Передвиньте машину где-то в середину и выполните команду "машина/Tools/Measure Tool Offset". Существует также кнопка на панели инструментов для этого.

Как всегда, когда делаешь что-то впервые – нужно быть готовым нанести удар по Аварийному стопу.

Если все правильно, машина должна идти стремительно вверх на безопасную высоту, затем на место фиксированного расположения датчика. Затем она будет снижаться на низкой скорости до тех пор, пока датчик сработает. Машина вернется обратно на расстояние, чтобы освободить датчик и использовать ее положение по оси Z для вычисления смещения инструмента. Тогда она будет быстро двигаться до безопасной высоты, пройдет обратно в исходное положение, а затем двинется вниз до тех пор, пока кончик инструмента коснется той же Z высоты, как это было раньше.

Когда tool offset active маленький флажок с надписью "T", чуть выше положении дисплей будет включен. Если это "T" checkbox отмечен, то положение дисплея будет включать в себя смещение инструмента.

Важно, чтобы ознакомиться с "машина/Tools/Measure Tool Offset" команды.

Смотрите в конце статьи на сайте http://www.planet-cnc.com/faq/machine_setup/ урок видео, где при изменении длины инструмента, и он всегда возвращается в то же положение.



Часть 2. Проверка калибровки осей станка.

У станков есть понятие абсолютной координаты (координаты измеряемые от калибровочных датчиков - после выполнения Go Home, и относительной (та самая нулевая точка привязки, которую мы уже назначаем сами).

Так вот -CNC работает в относительной системе координат, в нем можно задать любую произвольную точку привязки., хотя по умолчанию он при начале проекта предлагает выбрать одну из точек в плоскости XY в дальнейшем мы всегда можем эту точку перепривязать в любое удобное место. В относительной системе координат начинают работать понятия и толщины заготовки и ее размеры, коими в CNC мы и пользуемся....

1.Перед началом работы проверьте соответствие перемещения кареток контрольному расстоянию (основное условие шаг приводных винтов и параметры двигателей должны быть одинаковыми , в противном случае придется подстраивать каждую ось индивидуально).

Проверка осуществляется следующим образом: меню файл / оси / калибровка(по очереди проверим X,Y,Z) отметим на рабочем столе риску. Подведем центр фрезы на риску , зададим контрольное расстояние например 100мм ,если все нормально в конце пути фреза остановиться на таком же расстоянии, можно работать дальше . если нет проверяем что не так , данный контроллер имеет переключатель шага на самой плате ,передвигая ползунки M1 и M2 выставляем микрошаг (наш двигатель 1,8град) согласно таблице выставить микрошаг 1/8:

M1/M2:

M1	M2	Microstep
OFF	OFF	1
ON	OFF	1/2
ON	ON	1/8

OFF	ON	1/16
-----	----	------

Перевод и з форума:

Это Краткое руководство о том, как правильно установить шагов на единицу значения для вашего станка с ЧПУ.

Величина Шагов за единицу определяет, сколько шагов шагового электродвигателя сделать для того, чтобы переместить ось на расстоянии в один блок. Блоки могут быть в миллиметрах или в дюймах.

Мотор

Шаговые двигатели обычно имеют 200 или 400 полных шагов за один оборот его вала. Вращение вала в градусах 360°. Для двигателей с 200 шагов на оборот, это означает,

один шаг равен 1.8° . Для двигателей с 400 шагов на оборот, это значит, один шаг равен 0.9° .

В уравнении ниже мы назовем этот параметр " M"

Микро-Шаговый

С микро-шаговый мы улучшаем motors разрешение, точность, плавные движения, мы снижаем резонанс проблемы и т.д. Реальный компромисс заключается в том, что по мере увеличения количества микро-шагов за полный шаг добавочного крутящего момента на микро-шаг падает резко. Разрешение увеличивается, но точность будет на самом деле страдать.

С микро-шаг номер мы определяем, как много небольших шагов на один полный шаг .
Наиболее распространенные значения: $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8} \dots$

В уравнении ниже мы назовем этот параметр S

Шаг

Как правило, станки с ЧПУ работают с помощью винтов и гаек. Они могут быть трапециевидными или шариковый винт ведет. Шаг винтовой резьбы-расстояние между соседними нитями. Когда винт поворачивается на один оборот, то это происходит как линейное движение оси. Пройденное расстояние равно шагу.

В уравнении ниже мы назовем этот параметр P

(Некоторые станки с ЧПУ используют реечные приводы. Расстояние, пройденное когда-шестерня делает один оборот может также рассматриваться в качестве шага шестерни. Подобное справедливо и для зубчатого ремня привода.)

Установка СПУ значения вашей машины в CNC USB программное обеспечение

Когда мы определяем правильное SPU значения для нашей машины, мы можем начать с двух разных начальных условий.

Если мы знаем все значения переменных не проблема вычислить правильный SPU значение.


Правильный SPU value = $(M*S)/P$

Если мы не знаем все значения переменных, нам придется сделать некоторые измерения и обеспечивать себя некоторые цифры. Тогда мы сможем правильно рассчитать SPU значение.

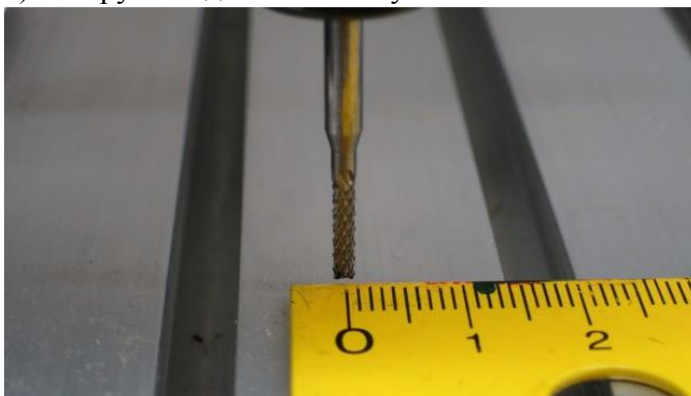
Мы пользуемся метрической системой в нашем станке в миллиметрах.

1) в настройках/осей/установки, которые мы устанавливаем SPU значение некоторого "нормального" число, скажем, 200 шагов на единицу.



2) мы установим каретку на подходящее место, и зададим смещение XY . Мы хотим сместить Ось X от нашего нулевого положения на позицию X=10. Для измерения расстояния перемещения, мы можем использовать линейку или штангенциркуль.

3) инструмент должен быть установлен в 0 на линейке.

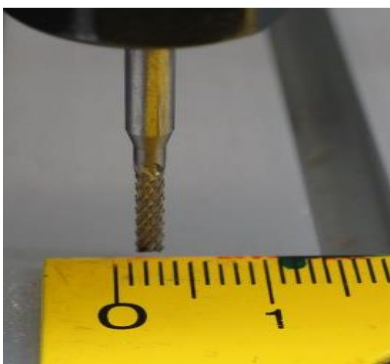


В окне интерфейса MDI, мы входим X10.



Машина теперь должна перейти от X=0 до X=10, передвинуться на 10мм.

Когда мы выполняем команду MDI мы видим, что машина проехала 2,5 мм вместо 10 мм:



Итак, наше нынешний SPU значение перемещает оси станка за неправильное расстояние.

Мы можем спросить себя:

Какое правильное значение SPU надо ввести что бы получить правильное перемещение инструмента.

уравнение выглядит так:

Правильный SPU значение = (выставленное SPU значение * значение, введенное расстояние) / измеренное значение

Тока SPU = 200

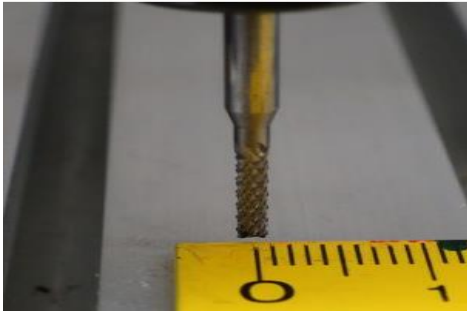
Введенное Расстояние = 10

Измеренное расстояние = 2.5

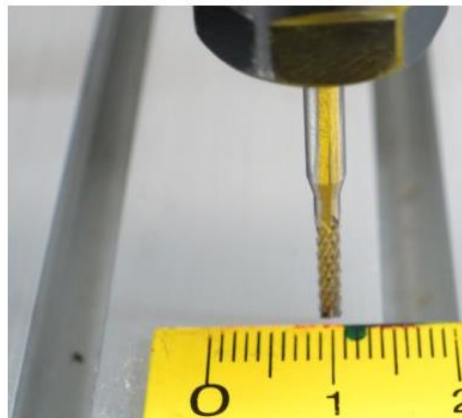
Правильное значение СПУ= $(200*10)/2,5 = 800$ SPU

Теперь введите правильное значение для SPU в настройки/осей/шагов за единицу =800

Введем опять X10 в окно MDI и измеряют новое значение расстояния.



Если Измеренное значение равно 10мм то шаги на единицу заданы правильно.



Рекомендуется повторять эту процедуру несколько раз и использовать максимально возможного расстояния вы получите гораздо более точные результаты.

Часть 3.Первая деталь –Обучение.

Итак станок откалиброван .Приступаем к первой работе.

2. Для освоения первых навыков в управлении станком не пытайтесь сразу заложить в программу что-то большое и сложное , начните с простой линии например длиной 20мм для быстроты обучения.

Создайте в Компасе или Автокаде полосу- линию длиной 20мм , толщина линии и расположение не имеет значения (в последующей работе на станке в командами можете поменять её расположение на рабочем столе , толщина линии не важна ,так как ширина реза будет зависеть только от выбранного диаметра вами фрезы ,фреза будет идти по середине линии.

Внимание: Программа CNC не производит компенсации ширины инструмента при перекодировке в G-кода dxf файлов , при проектировании в последующем необходимо скорректировать сам чертеж прибавив (или убавив в отверстиях) с каждой стороны контура детали половину диаметра фрезы , фактически начертив полосу 20мм и взяв фрезу диаметром 3мм мы получим полосу после фрезеровки длиной 23мм и шириной 3мм. (Выяснено с форума CNC-Planet).

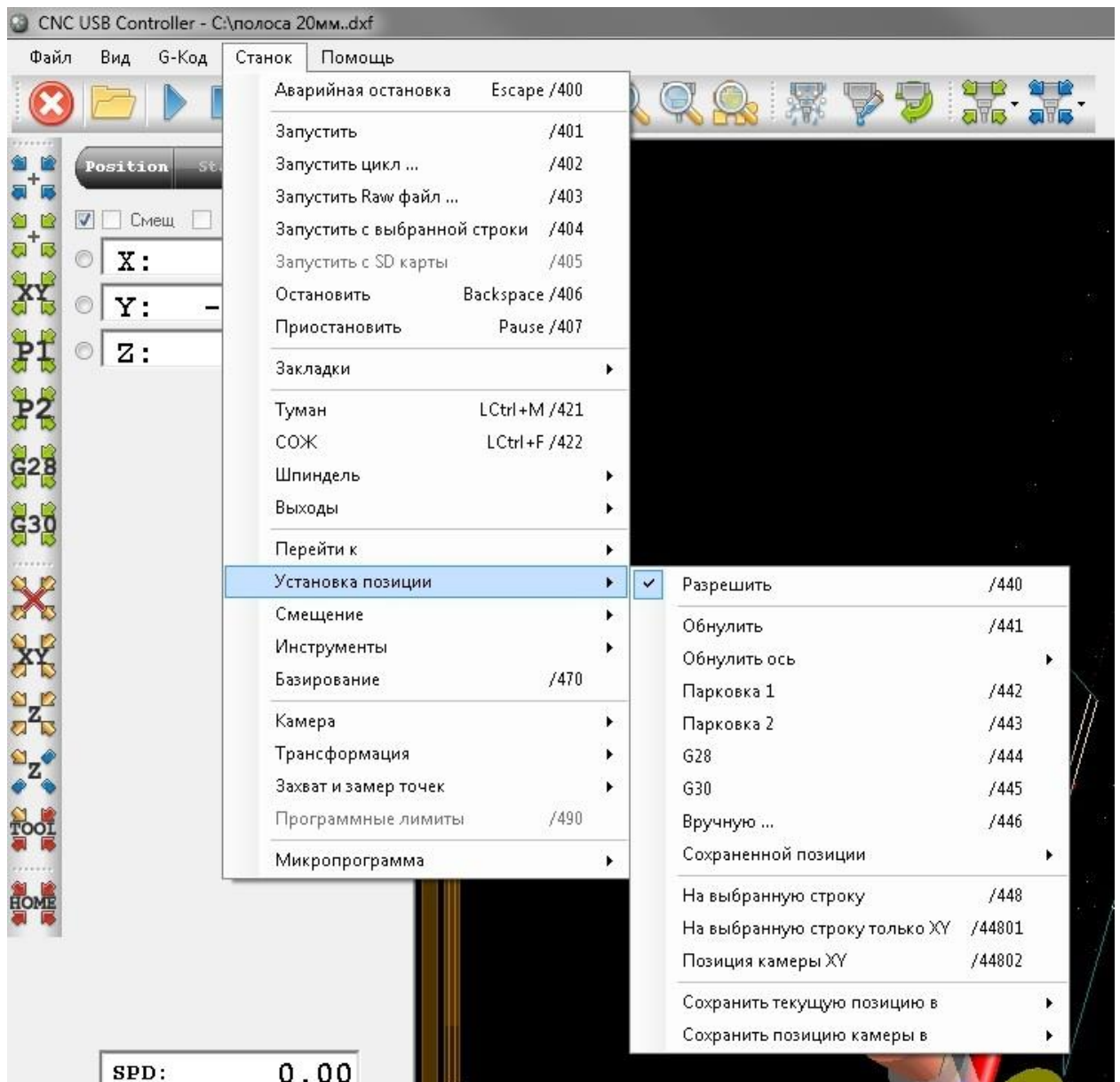
5).Сохраните созданный файл с расширением dxf (например Линия 20мм.dxf)

Учимся располагать деталь в произвольной точке рабочего стола.

1.заготовка 5мм фанера ,фреза диаметром 3мм.

2.Сдвигаем рабочий стол произвольно и каретку по Y примерно посередине стола.

3.Ставим галочку Разрешить в меню СТАНОК/Установка позиции/Разрешить (если она не установлена)



4.Импортируем наш пробный файл полоса20мм.dxf выставим в меню расширенные галочки как указано ниже и скорость 150.

Открываем окно Расширенн. и установим количество проходов например для начала 2 и опускать 1(подразумевается 1 мм) , установим скорость для начала 150 или меньше (чисто из соображений безопасности сломать фрезу и станок) . Фактически за 2а прохода получится паз шириной 3мм (диаметр нашей фрезы) и глубиной 1мм (фанера при этом не прорежется насквозь), Вы спросите почему окончательная глубина ~1мм , потому –что первый проход у нас будет проходить по нулевой поверхности заготовки срезая может быть какие-то микронные слои из-за неровности заготовки ,её неравномерного прижима или не идеального расположения кареток осей станка .

В последующих упражнениях потренируйтесь меняя эти параметры , а для начала ставим так,

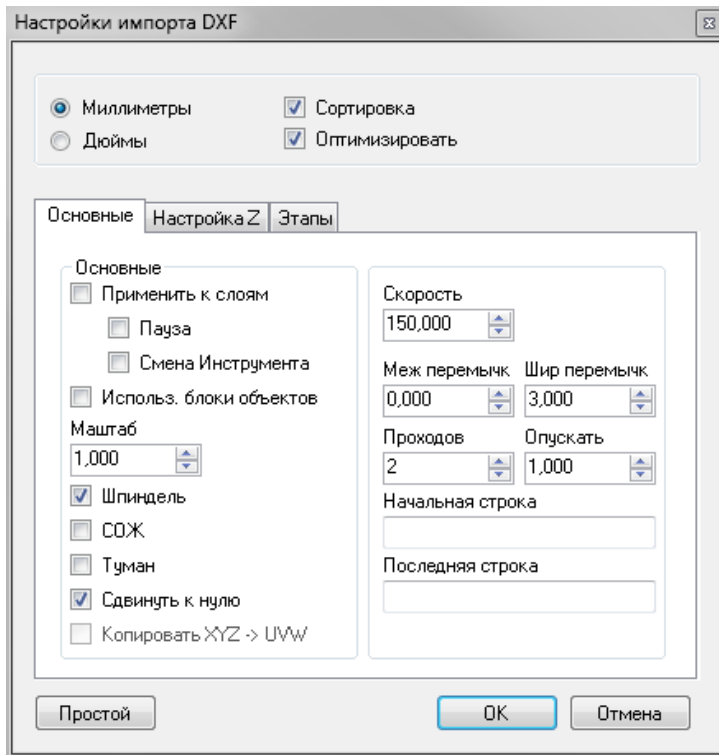
что бы сэкономить время на обучении .

Установим галочку сдвинуть к нулю (расположит деталь в начале осей).

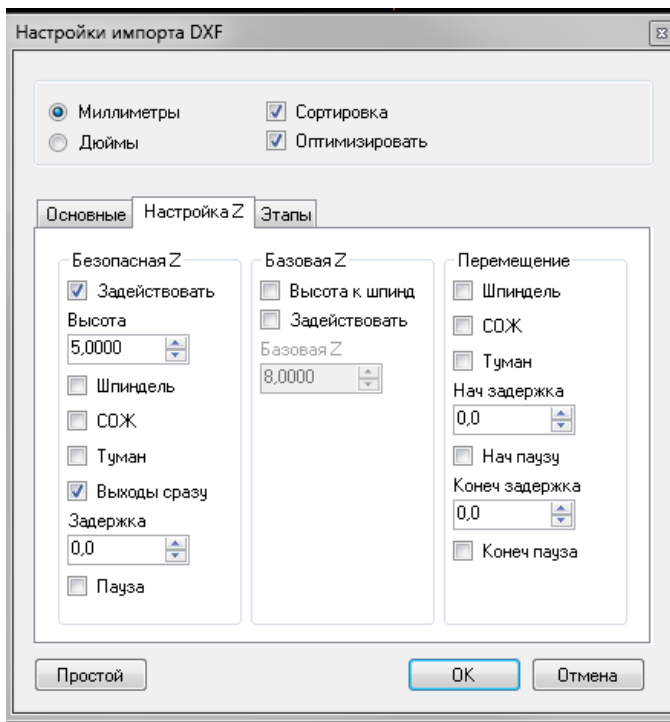
Установим Сортировка (функция не понятна)

Установим Оптимизировать (уменьшает количество холостых проходов)

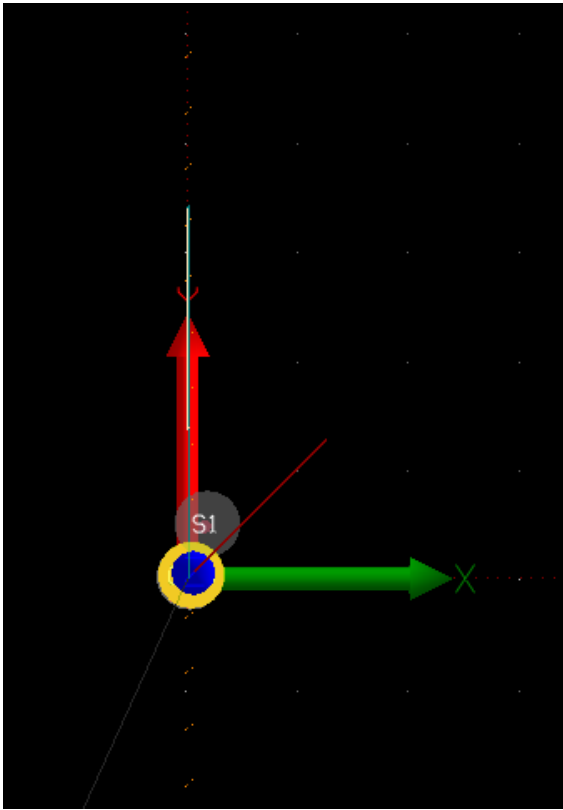
Все остальные настройки Z и этапы пока вам не нужны.



Задеиствуем безопасную высоту фрезы над деталью 5мм.



Получим вид:



Вид G-кода для линии 20мм.

```

1: %
2: G90 G17 G21
3: F150.00
4: G00 Z 5.00000
5: (Pass: 1)
6: G00 X 0.00000 Y 13.48542
7: G01 Z 0.00000
8: G01 X 0.00000 Y 33.48542
9: G00 Z 5.00000
10: (Pass: 2)
11: G00 X 0.00000 Y 13.48542
12: G01 Z -1.00000
13: G01 X 0.00000 Y 33.48542
14: G00 Z 5.00000
15: (Pass: 3)
16: G00 X 0.00000 Y 13.48542
17: G01 Z -2.00000
18: G01 X 0.00000 Y 33.48542
19: G00 Z 5.00000
20: %

```

5. Инструмент Z поднят над столом на произвольной высоте.



6. Установка позиции обнулить

7. Вручную подводим инструмент Z к верхней кромке заготовки, (желательно сверху проложить полоску бумаги и контролировать касание инструмента закусыванием бумаги.

8.Смещение обнуляем



9.Поднимем произвольно Z от материала



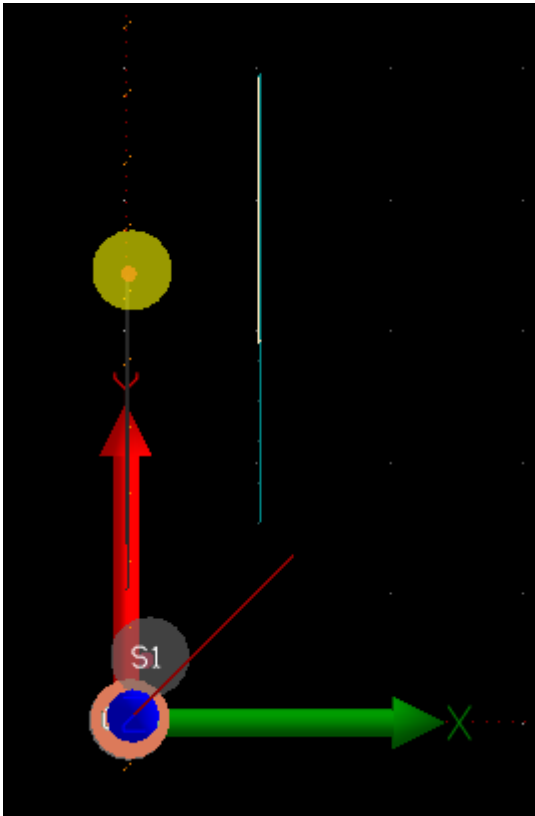
10. Запуск ,после 2х проходов будет подъем фрезы на 5мм и остановка .

11.Теперь произвольно сместим полосу(заготовку) по X и Y например x +10 y +15

G-код/Сдвинуть /Вручную

X	Y	Z
10,0000	15,0000	0,0000
A	B	C
0,0000	0,0000	0,0000
U	V	W
0,0000	0,0000	0,0000

Наша полоса сместилась вправо и вверх:

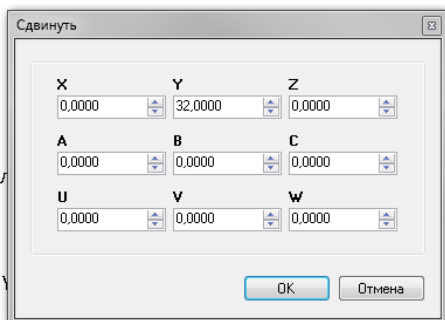


Запускаем станок и после 2х проходов подъем фрезы на 5мм и стоп.

Получим 2 полосы глубиной 2мм с отстоянием друг от друга.

Повторим урок сместив теперь только Y например на 32

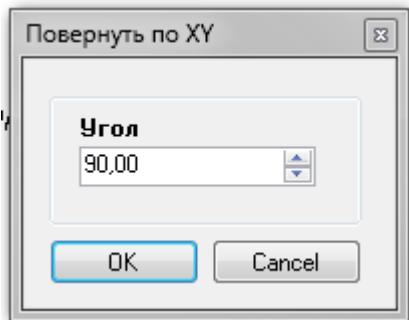
G-код/Сдвинуть /Вручную



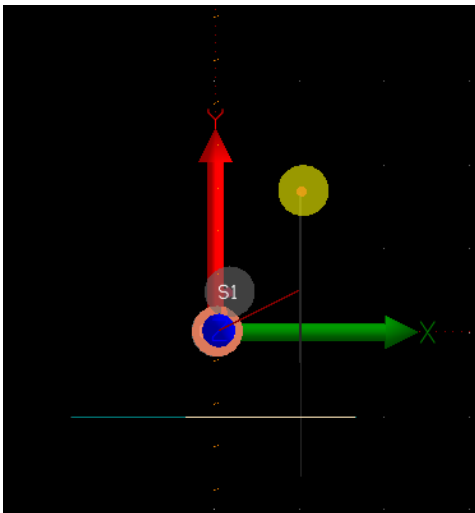


Запускаем после 2х проходов подъем фрезы на 5мм и стоп.

Усложним задачу ,повернем теперь полосу на угол 90градусов.



Вид после поворота:



запускаем и получаем 4ю отфрезерованную полосу 20мм перпендикулярную предыдущим 3 паралельным полосам .

Потренируйтесь далее поернув на любой пороизвольный угол для закрепления результата.

В результате выполнения задания фактически Вы научились :

- 1).Устанавливать нулевую позицию в любой точке сдвинутого стола, которая становится начальной точкой отсчета координат.
- 2).Обнулять смещение по Z от высоты материала с подъемом на безопасную выставленную высоту 8мм (при условии что для тренировки вы использовали фанеру от 3-5мм,при более толстых

заготовках соответственно надо закладывать соответственно большую безопасную высоту), без использования датчика высоты.

3).Смещать деталь в любую точку стола по X и Y относительно нулевых координат.

4).Поворачивать деталь под любым углом для удобного размещения заготовки.

УРОК 2

1.Снимаем галочку Разрешить в меню СТАНОК/Установка позиции/Разрешить (после этого пиктограмма установка позиции обнулить



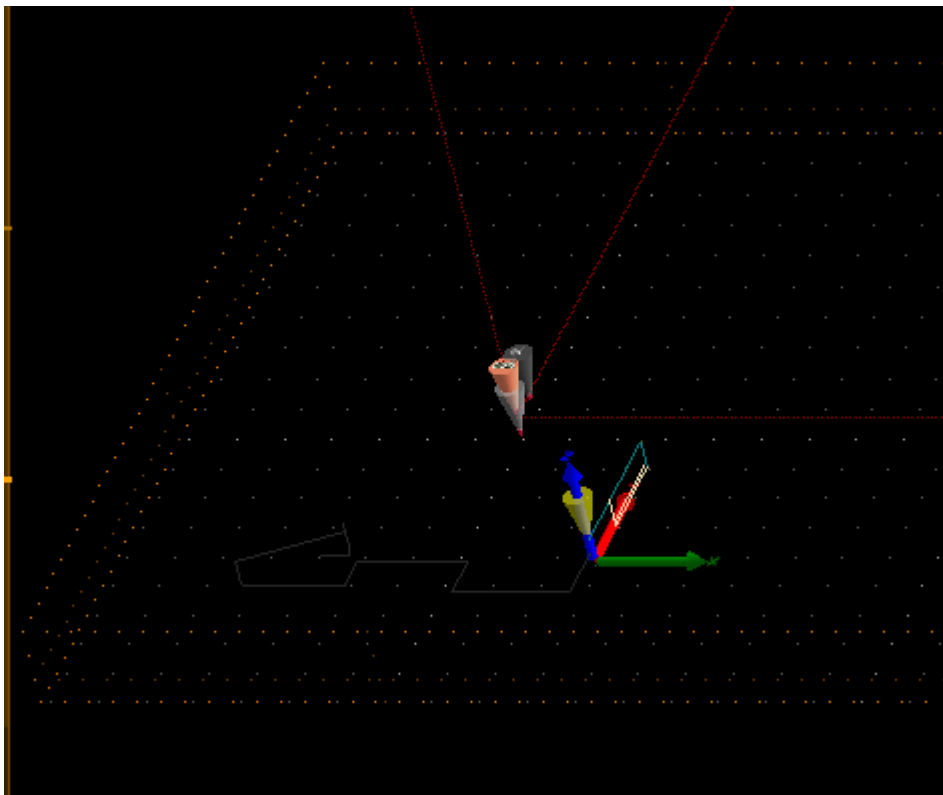
станет неактивной, тем самым мы будем использовать абсолютные координаты).

2.Потренируемся в переназначении позиции начальной установкой нулевых координат для фрезеровки детали в любой точке рабочего стола



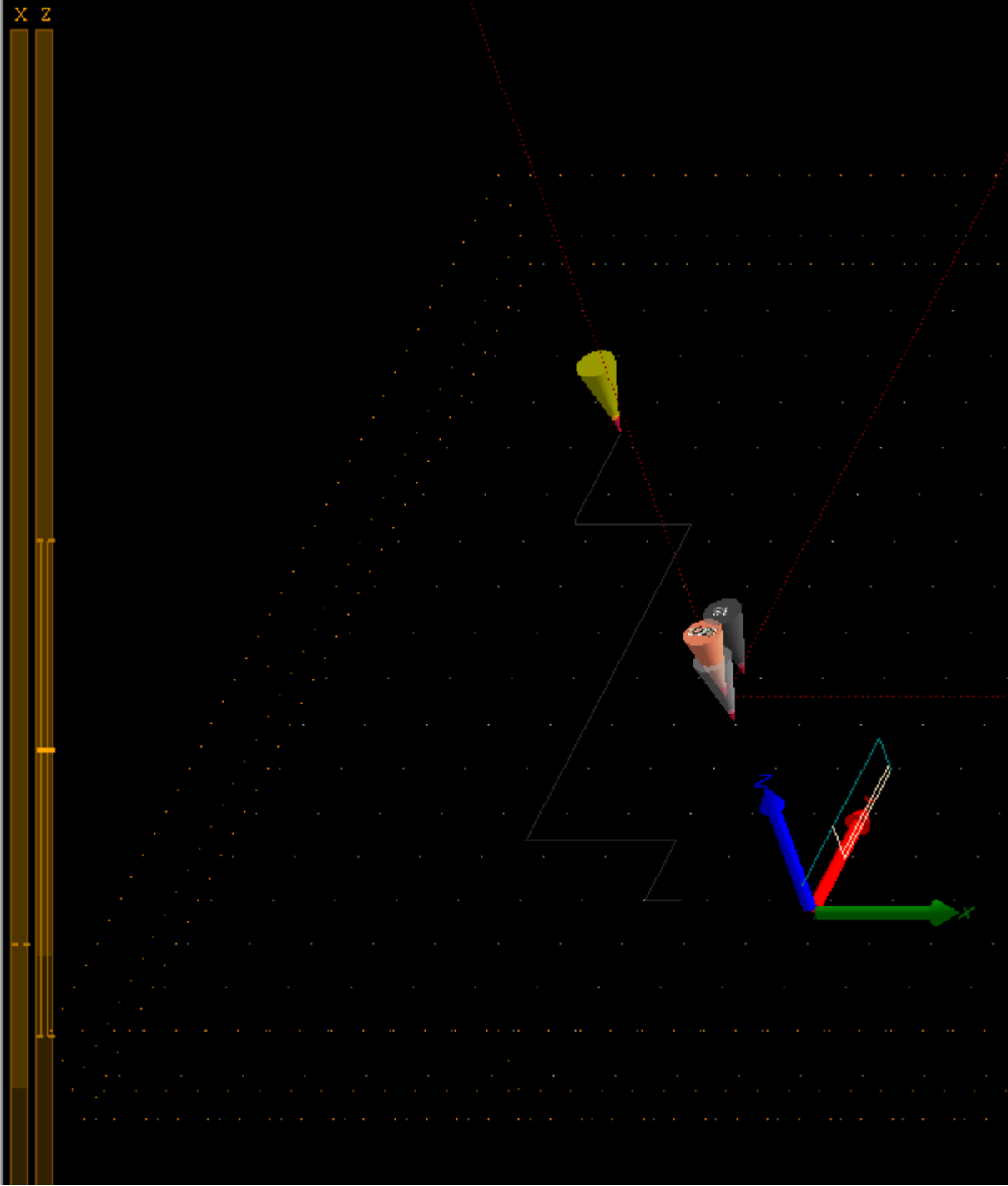
используя пиктограмму Только текущее значение XY -нажатием

Допустим ваш рабочий инструмент стоял в произвольной точке стола.после экспорта вы видите что деталь(белая полоса) расположена на оси У с отстоянием от нуля.

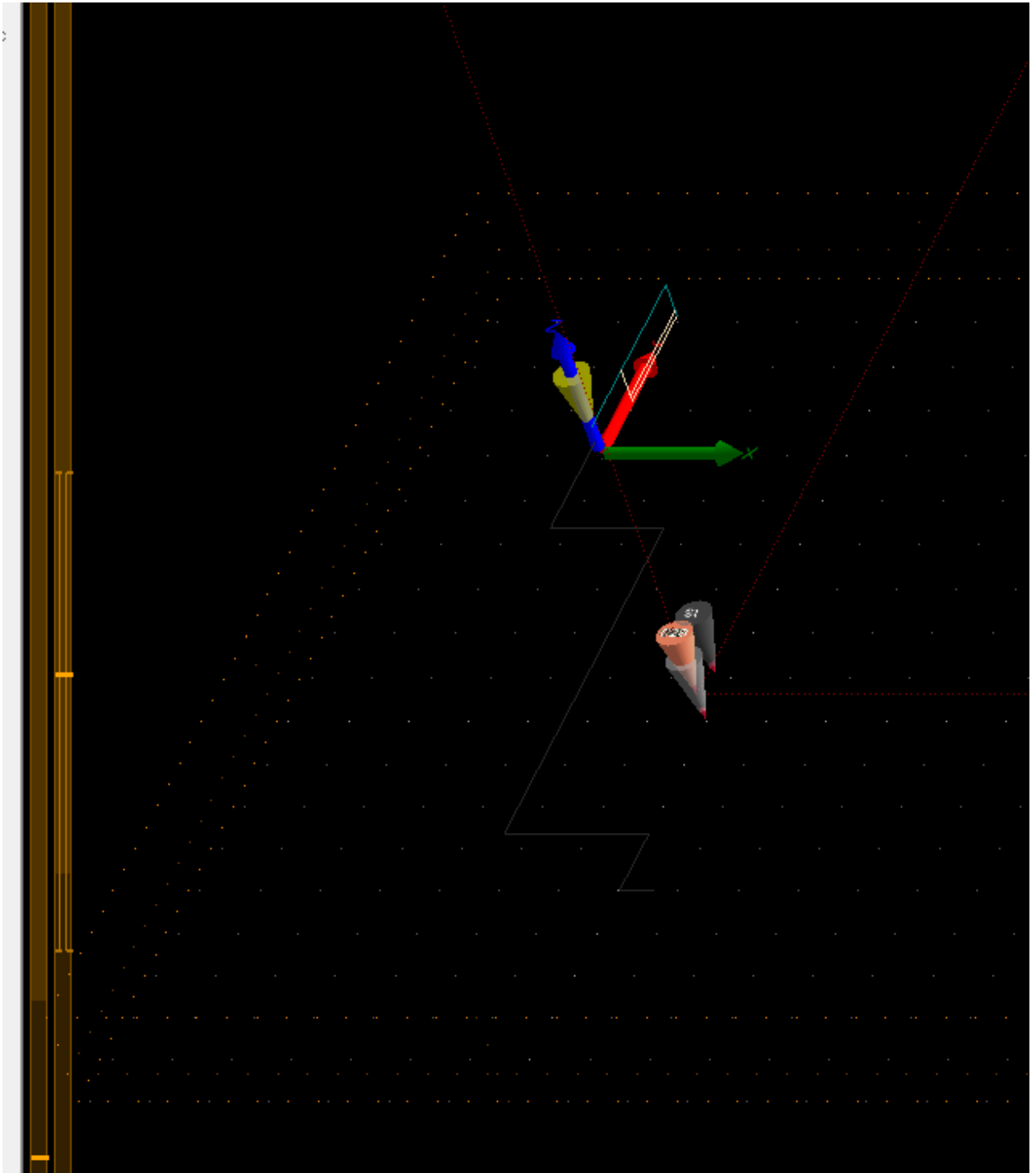


Передвинем фрезу в любое другое место стола ,например в верхний левый сектор (патрон инструмента показан желтым конусом) ,видим что координаты начала фрезеровки и сама деталь остались на месте.


X Z



Нажмем пиктограмму Только текущее значение XY -нажатием .

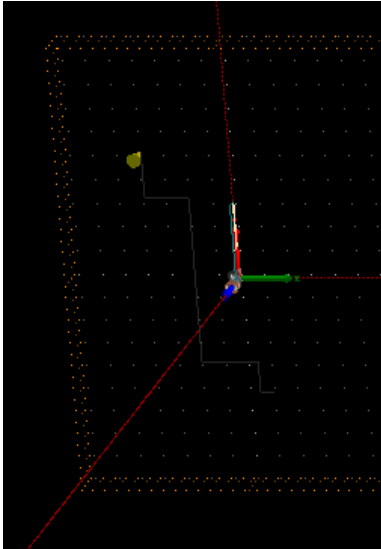



И видим что деталь с начальными координатами обработки сместилась в переставленное место на столе.

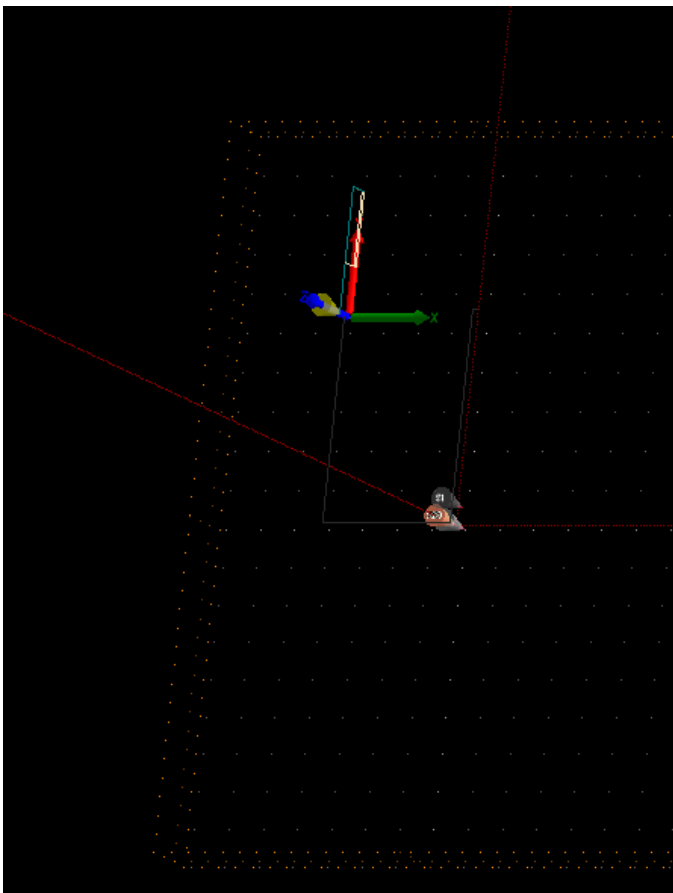
Попробуйте еще раз переставьте фрезу в любые координаты и нажмите .

Теперь Вы научились задавать работу режущего инструмента в любом месте рабочего стола , то есть там ,где вам удобно начать фрезеровку и где закреплена ваша заготовка .

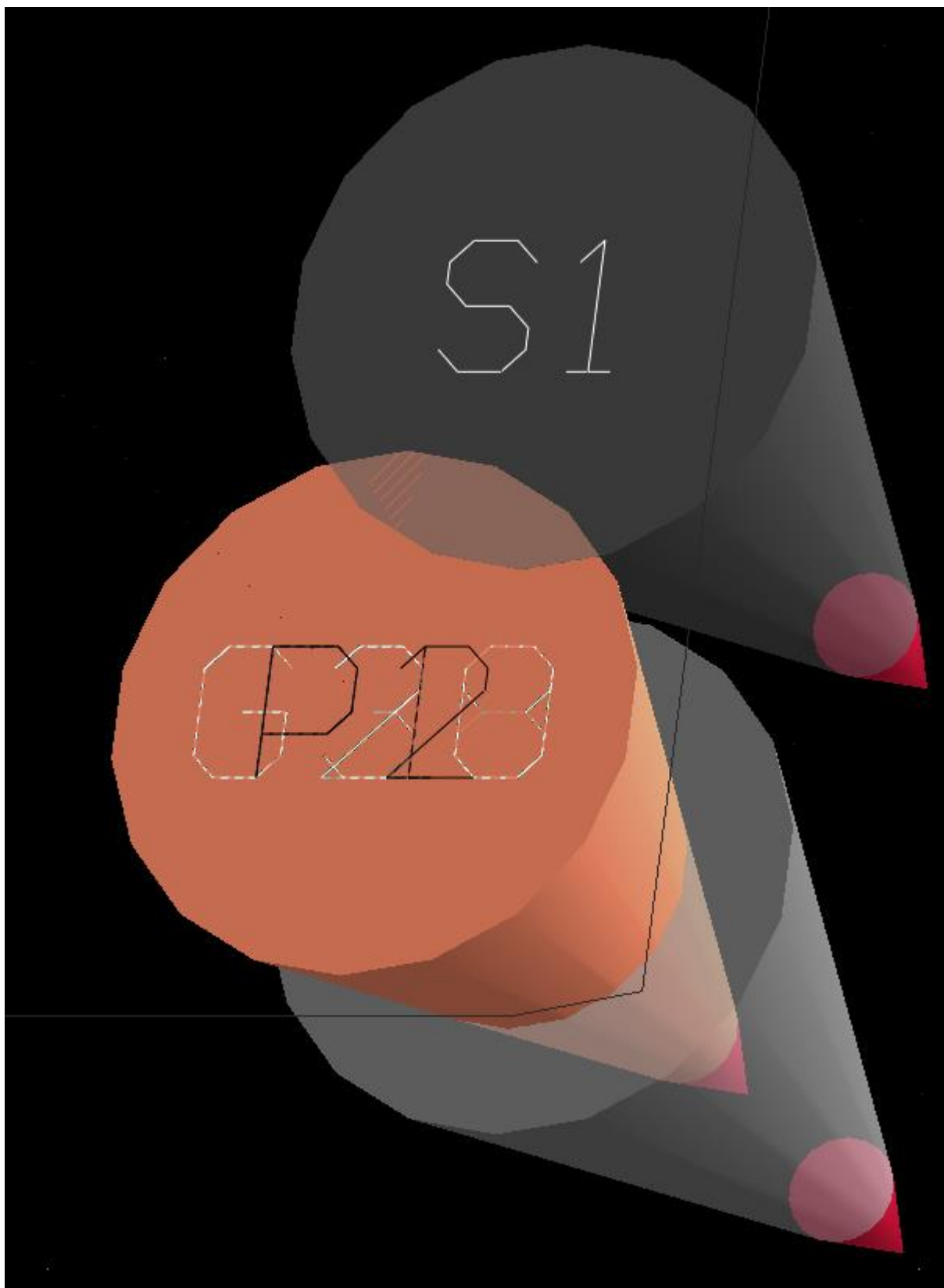
Если вы нажмете случайно **Смещение обнулить**  то деталь и координаты сместятся в точку базирования нулевых координат $X=0$ и $Y=0$ и если начать фрезеровку то она соответственно начнется с этой нулевой точки.



Если вы не запустили программу фрезеровки, то нажатие **Только текущее значение XY**  вернет координаты на место базирования фрезы на данный момент.



Теперь о знаках в виде конуов ,что стоят в районе нулей X и Y с надписями S1, P2, G28,G30,L



Эти условные конуса обозначают следующее:

R1-парковка

R2-парковка

S1- место сохраненной позиции

G28-Вернуться в референтную точку

Референтная точка R описывает заданное положение на оси. Это положение всегда имеет одинаковое расстояние от нулевой точки станка M и служит в качестве привязки. В зависимости от используемых на станке датчиков перемещений может понадобиться прохождение референтной точки: (символ)

- При использовании инкрементальных датчиков перемещений после включения необходимо прохождение/пересечение референтных точек.
- С абсолютными датчиками перемещений система ЧПУ получает текущее положение сразу после включения.
- Инкрементальные датчики перемещений(линейные датчики преобразуют перемещение оси в счетные импульсы. Полученные таким образом сигналы легко обрабатываются с помощью несложной электроники.
- Абсолютные датчики перемещений передают в систему ЧПУ положение оси в виде абсолютного значения. Благодаря этому станок можно использовать сразу после включения.

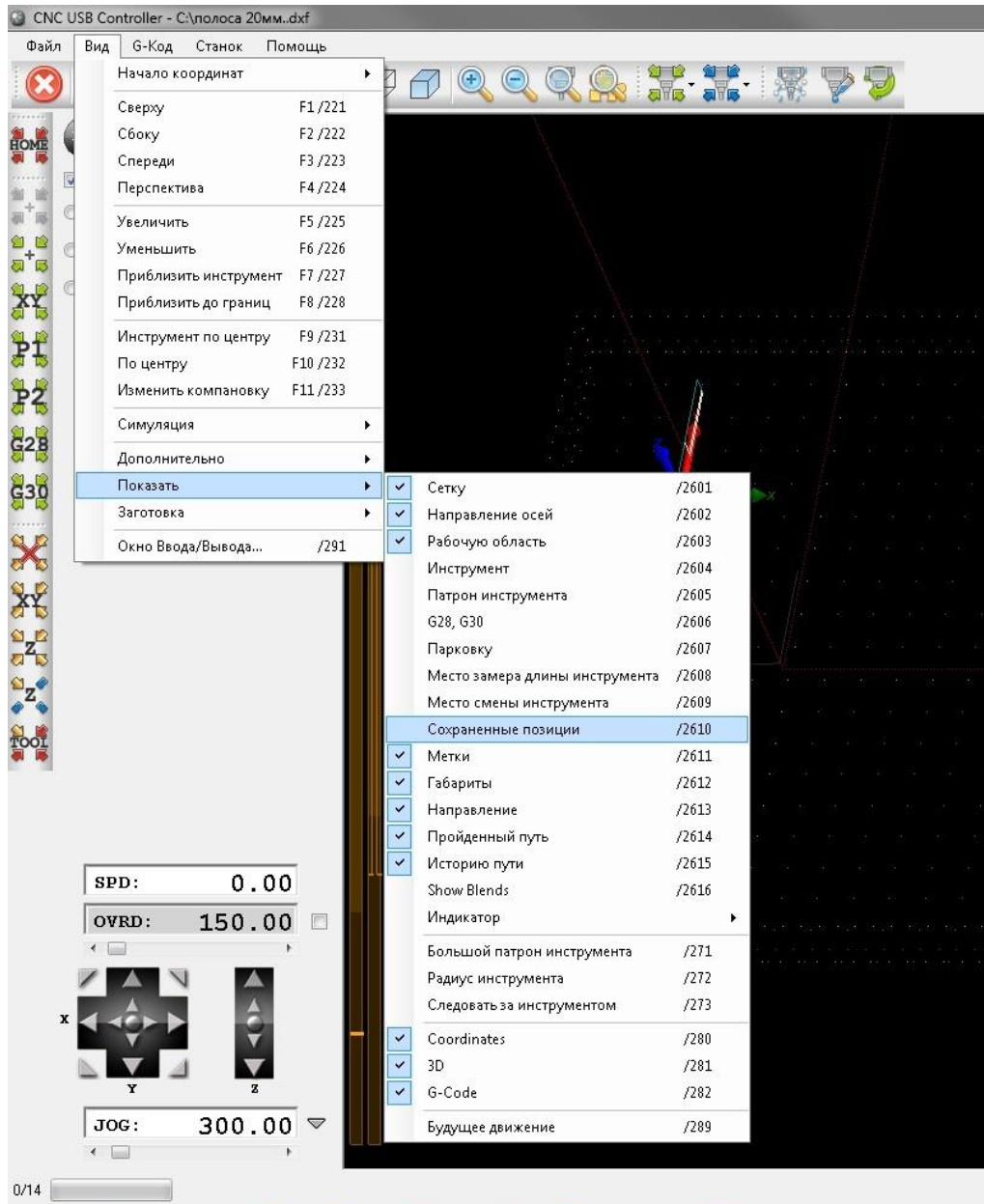
G30- Поднятие оси Z не точку смены инструмента

L- Место замера инструмента

Красный кончик конуса обозначает инструмент, желтый патрон.

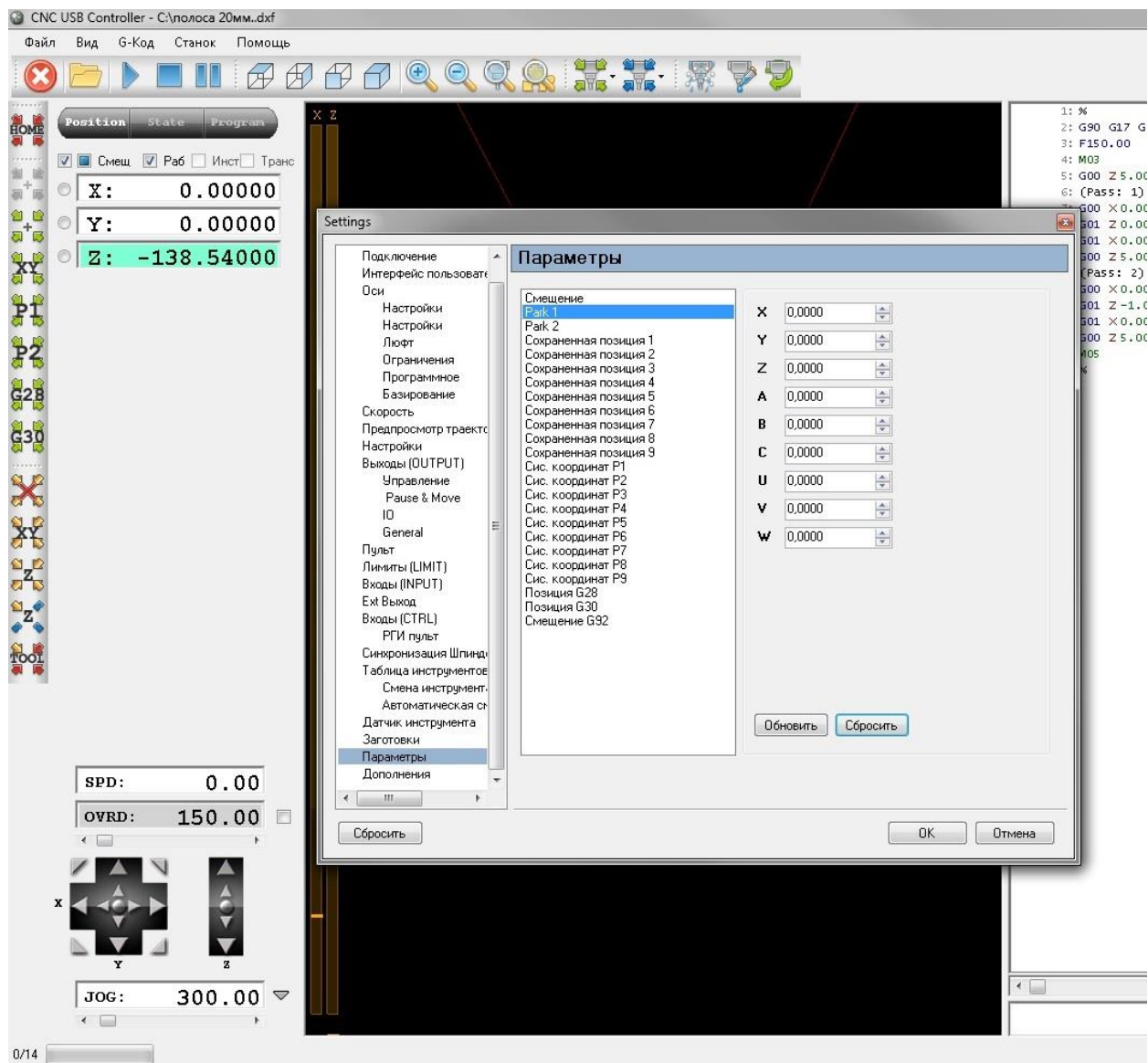
Все эти знаки можно устанавливать и убирать в меню:

Вид/Показать



Настройка каждого из этих параметров осуществляется через меню : Файл /Settings/Параметры

По очереди для каждой позиции можете установить необходимые координаты если они вам понадобятся.

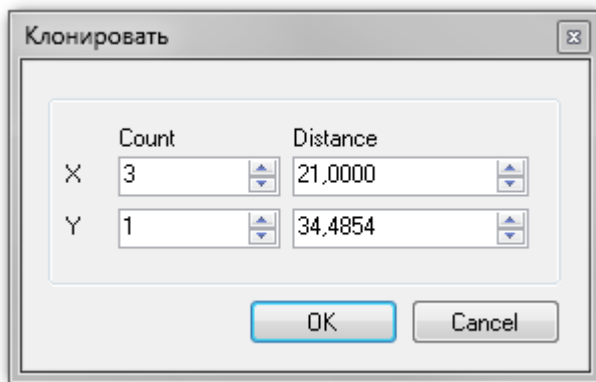
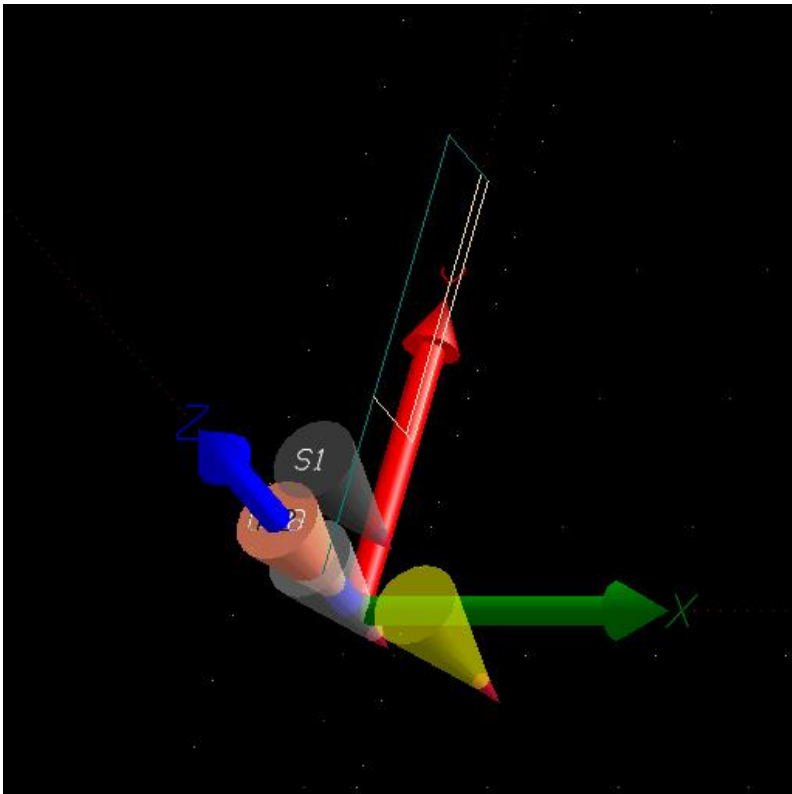


Клонирование деталей.

Для повторения одинаковых деталей есть удобная функция **КЛОНИРОВАНИЕ**.

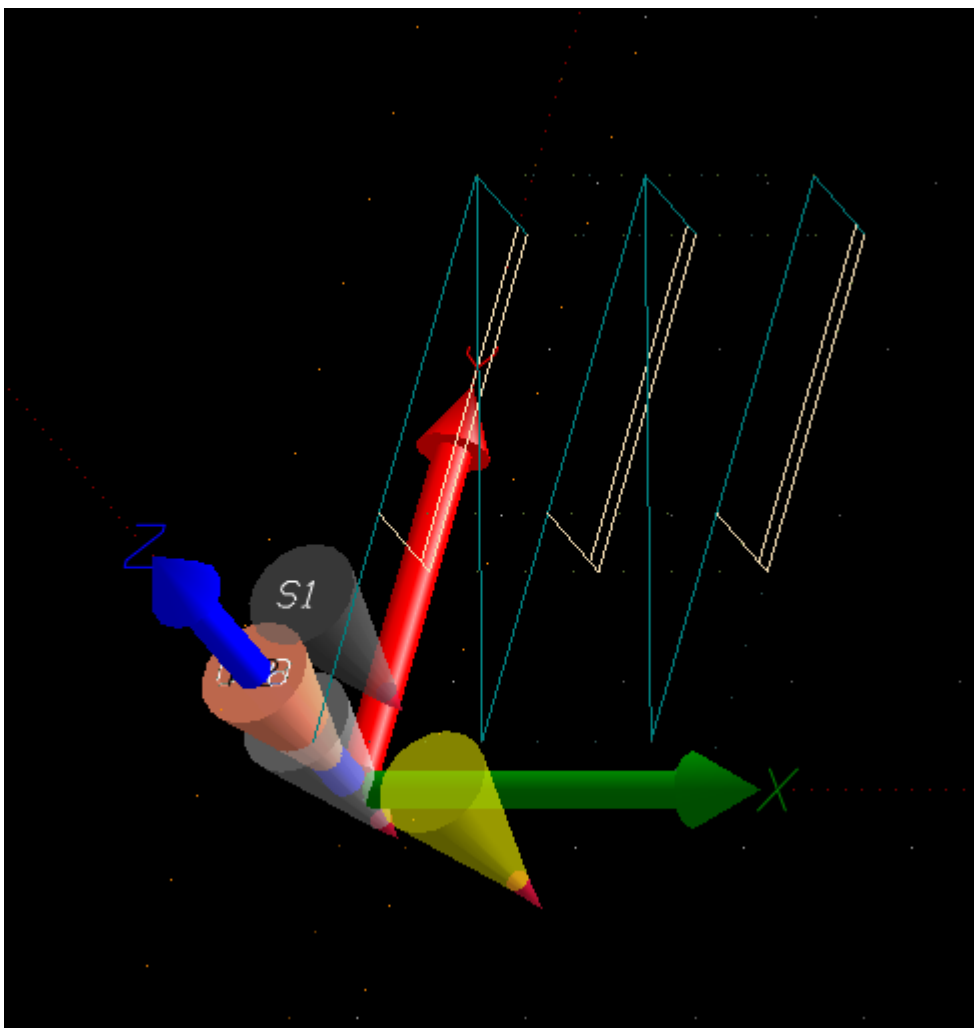
Клонировать детали :G –код / Расширенный/Клонировать

Одна полоса до клонирования



Count-количество клонов по X иY и расстояние между клонами.

Расположение полос после клонирования.



В результате получим 3 шт одинаковых деталей.

Следует помнить что если деталь уже импортирована и Вы захотите поменять глобальные настройки: ФАЙЛ/Настройки , как только вы смените настройки G-код исчезнет , придется снова импортировать DXF файл , для быстроты открытия в меню Файлы есть Недавние файлы.

Следует помнить что программа не делает корректировок в DXF файлах поправок на радиус фрезы ,следовательно при подготовке файла в Автокаде или Компасе надо сразу корректировать размеры наружных и внутренних контуров на радиус фрезы для получения нужных размеров при фрезеровке , не забыть убрать лишние размеры, осевые линии ,штриховки и т.п.

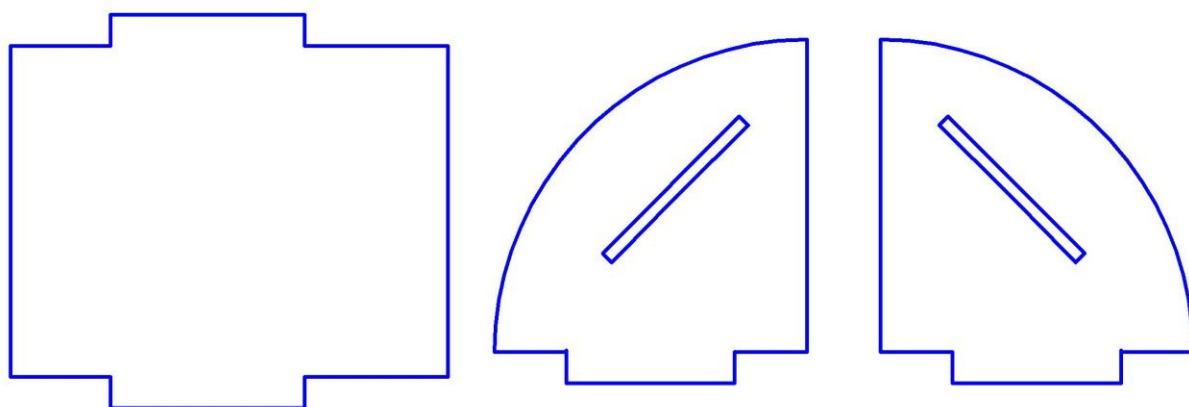
Важно проверить целостность контуров ,если какие либо линии контуров не замкнуты (обычно в мелком масштабе Вы этого не видите) то при последующей фрезеровке будут лишние автоматические останки с подъемом и опусканием фрезы , что увеличит время обработки детали учитывая что вы фрезеруете в несколько проходов.

В программе Компас есть функция в Библиотеках для проверки целостности замкнутых линий ,что облегчит проверку чертежа (В Автокаде не знаю,не работал).

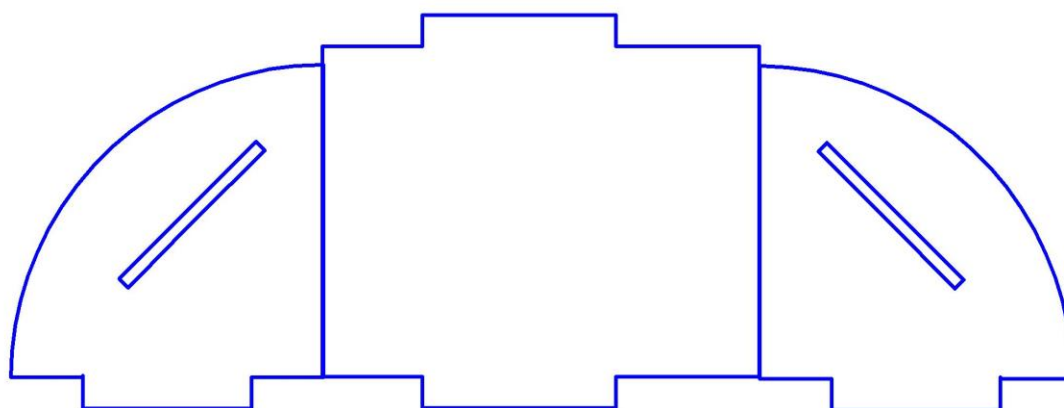
Для более быстрой корректировки чертежа в Компасе можно выделить контур детали и сделать масштабирование с коэффициентами по X и Y равными 1,06 для фрезы диаметром 3мм (деталь шириной 100мм станет 106мм), неудобно только что внутренние отверстия, вырезы и пазы то же увеличатся, если их уменьшать на K=0,9 они уменьшатся на 6мм для окружностей но смещается центр, поэтому тут видимо лучше перерисовать линии сразу заново.

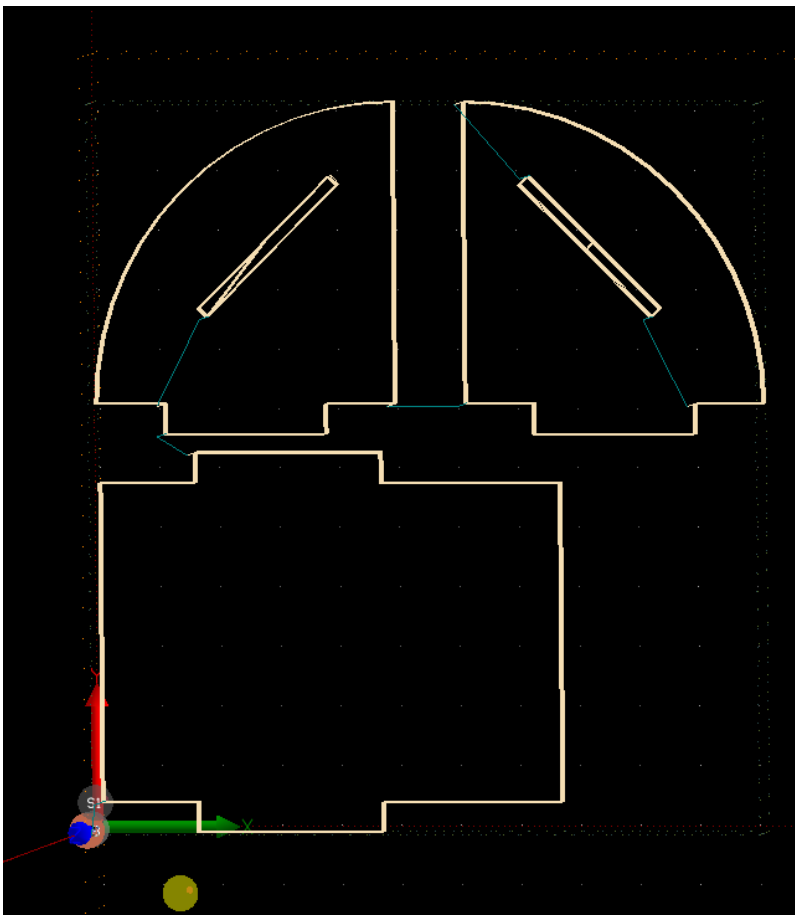
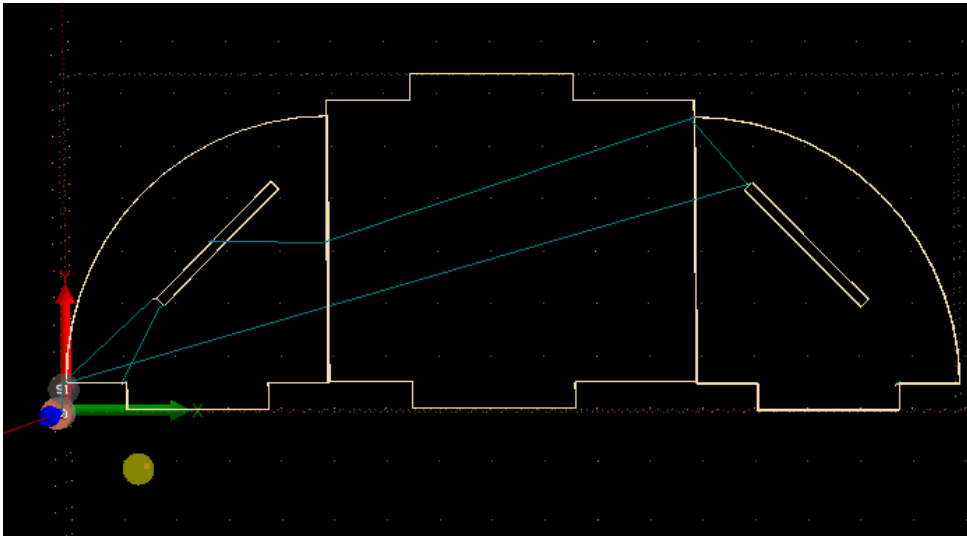
Для сокращения времени изготовления деталей более выгодно использовать смежные стенки реза, тогда при одном проходе вы получите рез на две и более детали.

Отдельные три детали : наибольшее время обработки



Использование смежных ребер деталей для уменьшения времени резки.







Итак первые навыки уже получены. Остальное со временем изучите сами .

Для работы с фиксированным столом и началом координат снимите галочку

СТАНОК/Установка позиции/Разрешить

В некоторых случаях типа загнать станок в упор могут сбиться настройки предельных ограничений стола ,тогда придется перенастраивать оси как было описано в самом начале статьи.

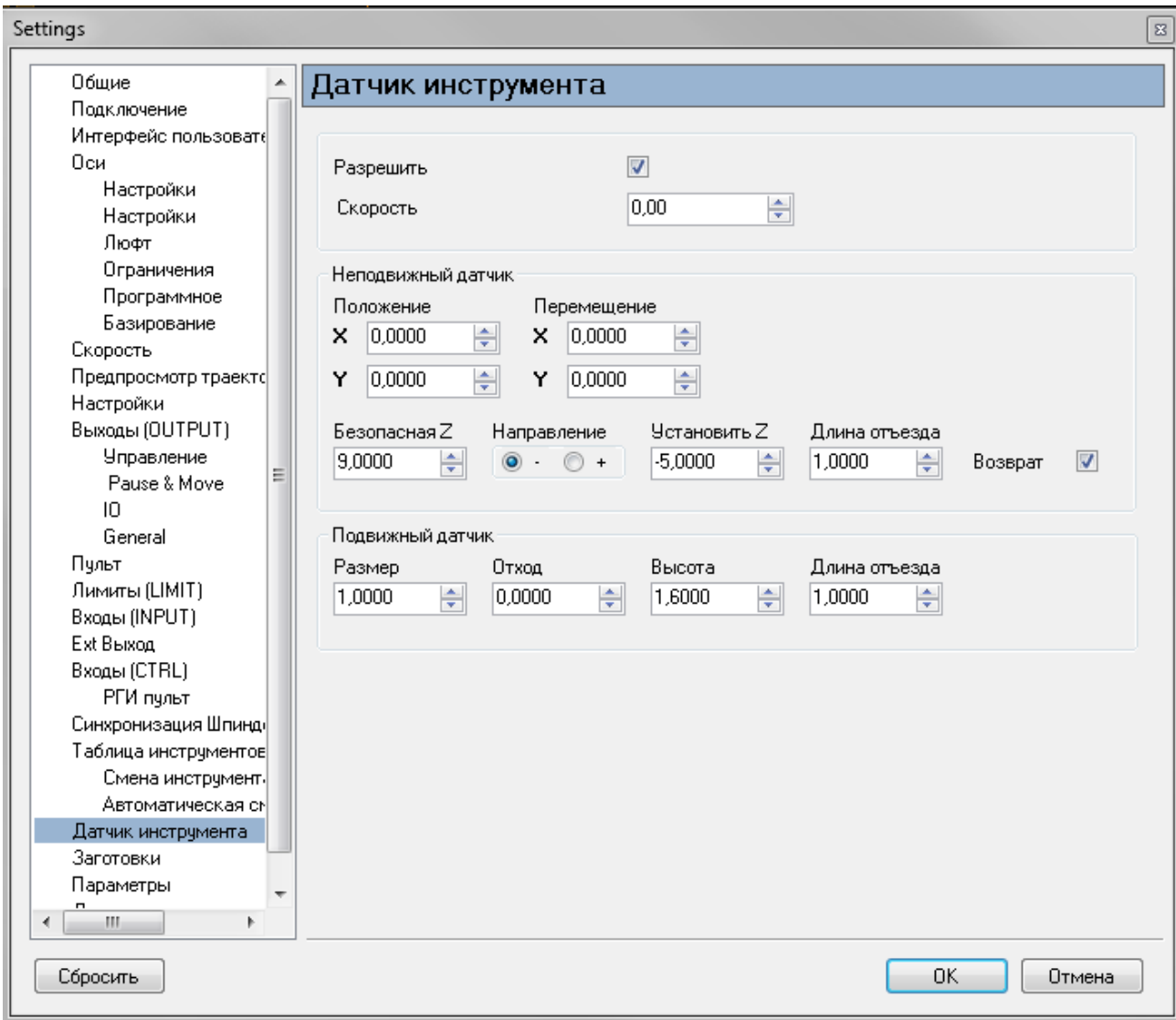
Использование датчика замера длины инструмента.

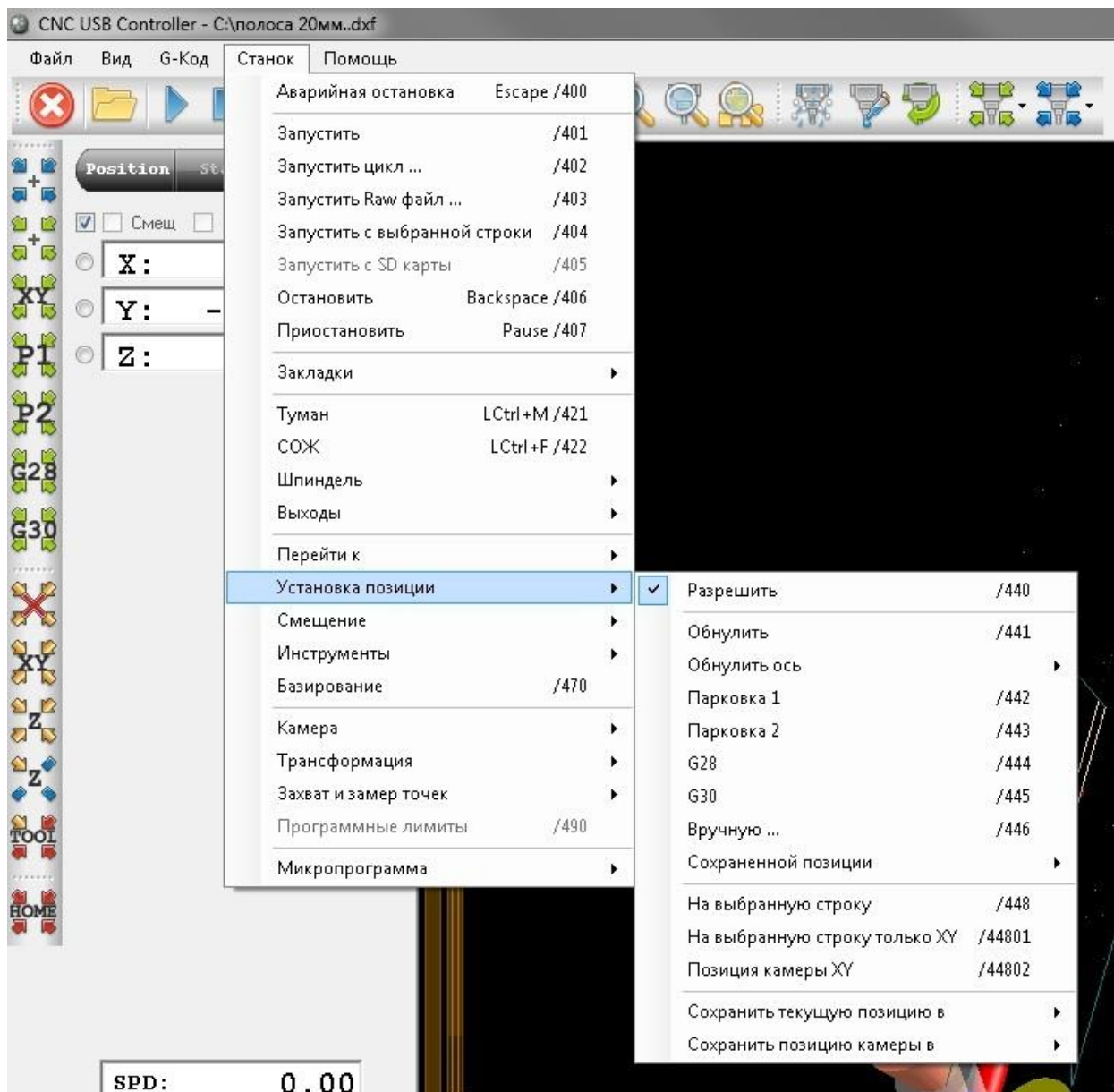
Для использования автоматической функции замера датчиком толщины установите в настройках **Settings /Датчик инструмента / Разрешить** Помните только о особенности программы ,если вы без датчика случайно опустили инструмент в упор вниз до срабатывания нижнего конечного выключателя ,то автоматического подъема инструмента от выносного пульта или экранного уже не будет, надо отключить станок и вручную вращая муфту поднять каретку до размыкания конечника.

Для использования датчика инструмента подключите зажим крокодил к фрезе ,а второй стеклотекстолитовый конец положите омедненной частью



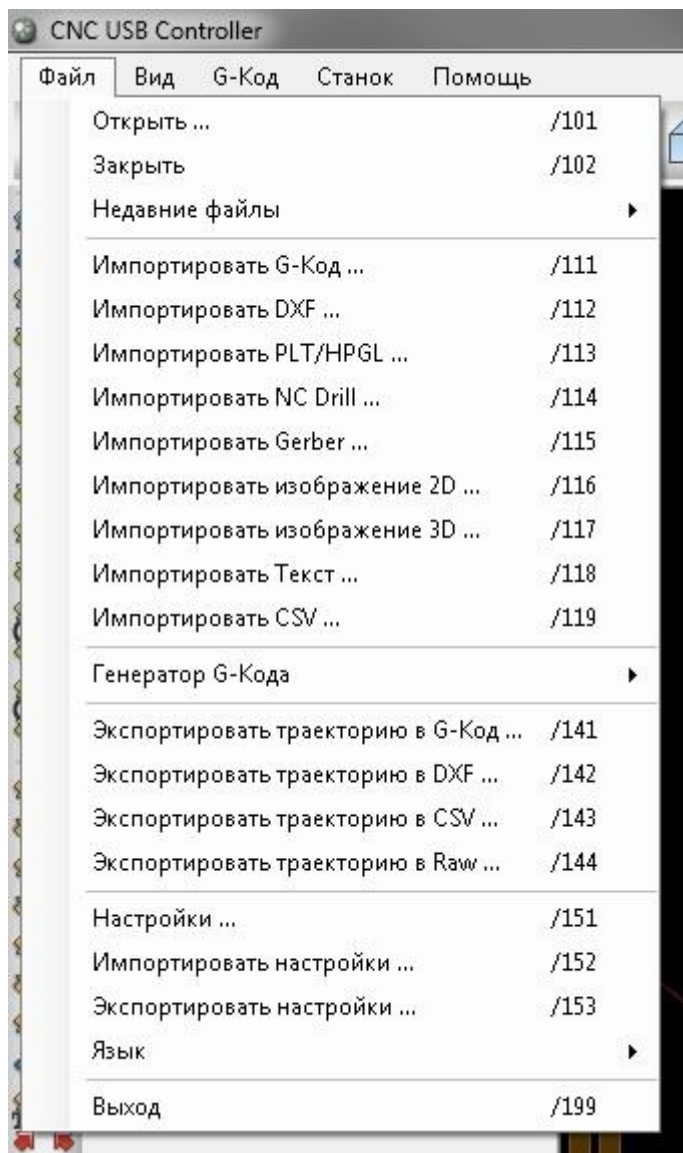
на деталь, нажать -измерить смещение по Z , инструмент опустится и после касания автоматически поднимется на безопасную высоту , не забудьте отцепить крокодил. Вот тут часто бывают ошибки установке параметров: Безопасная Z ,направление ,Установить X,длина отъезда и инструмент в работе не доходит до детали и весь процесс перемещений происходит в воздухе ,чато в этом виновато значение Z и направление + или - ,на сайте есть примеры замеров и видео уроки а на форумах этот же вопрос по работе датчика.





Часть 4.

Основное меню Файл.



Импортировать DXF вы уже научились. Не вызовет трудностей загрузка уже готового G-кода с какого-либо источника или сохраненного вами с помощью Экспортировать траекторию в dxf.

Импорт изображений 2D и 3D происходит аналогично как и файлов DXF, только со своими настройками .Кое-какие примеры есть на сайте поддержки.

В меню Генератор G-кода есть встроенные функции :

Круглый карман

Прямоугольный карман

Массив сверловки

Круговая обработка

Lathe Timing (Токарная обработка)

Профиль крыла (Контуры крыла левого или правого)

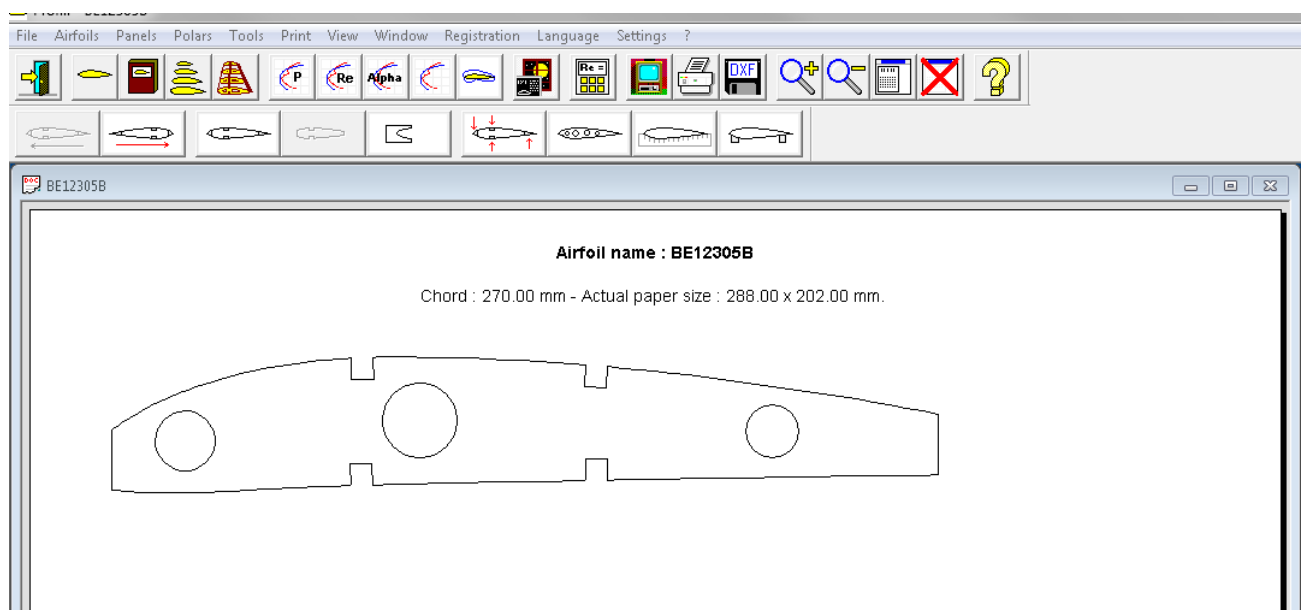
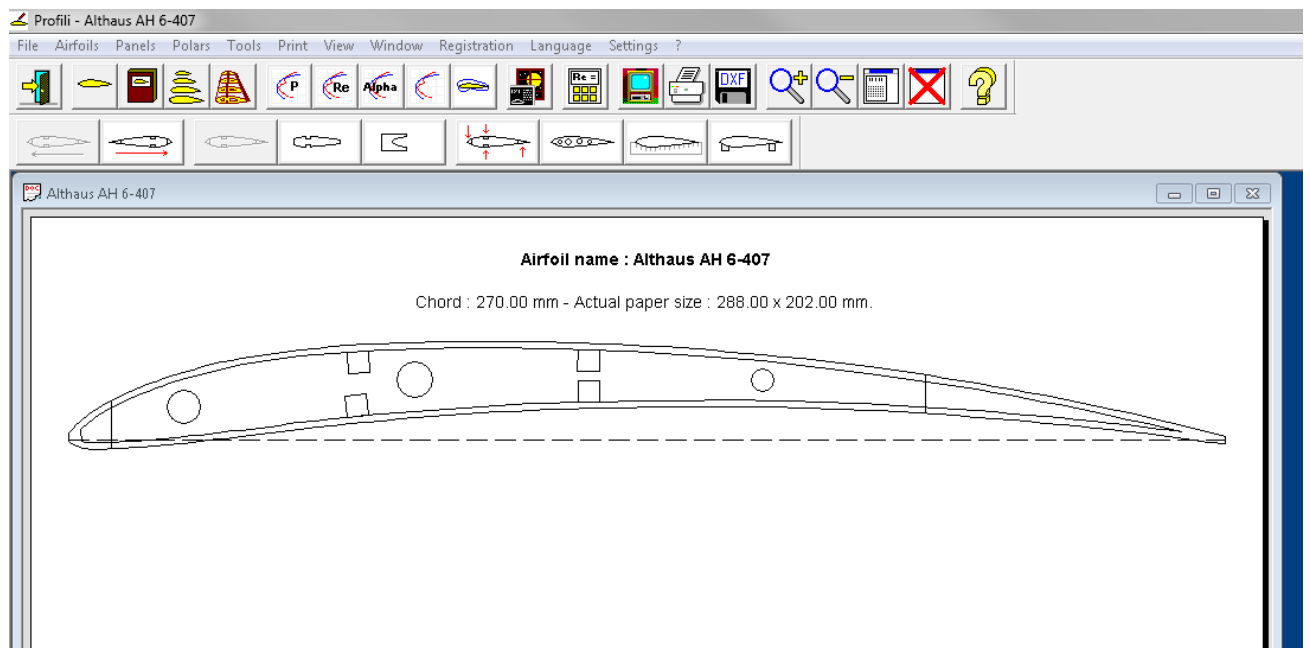
Профиль крыла Эксперт (Контуры крыла левого или правого с большими настройками)

Так же программа дружит с программой построения профилей Profili 2 .

В программе профили выбираем нужный вам профиль ,задаем нужные параметры профиля (хорду , места под лонжероны и их количество ,задаем какие отверстия и их количество для облегчения и т.п) и далее в меню Setting выбираем G-коды ,выставляем Заголовок(Header) и колонтитул (Footer) прочие параметры: скорость реза ,глубина и т. д.

Либо есть второй вариант нажать пиктограмму в виде дискеты DXF и сохранить файл ,далее импортировать его в программе CNC смотрим картинки ниже.

ПРОГРАММА ПРОФИЛИ



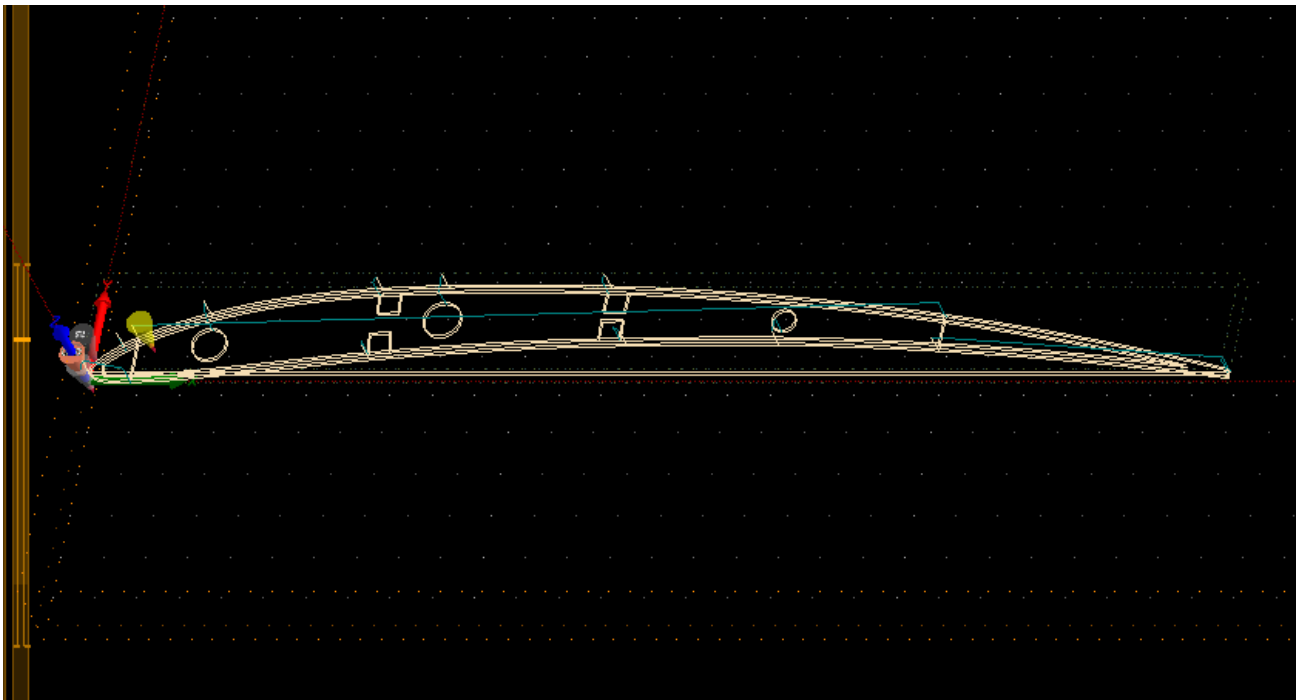
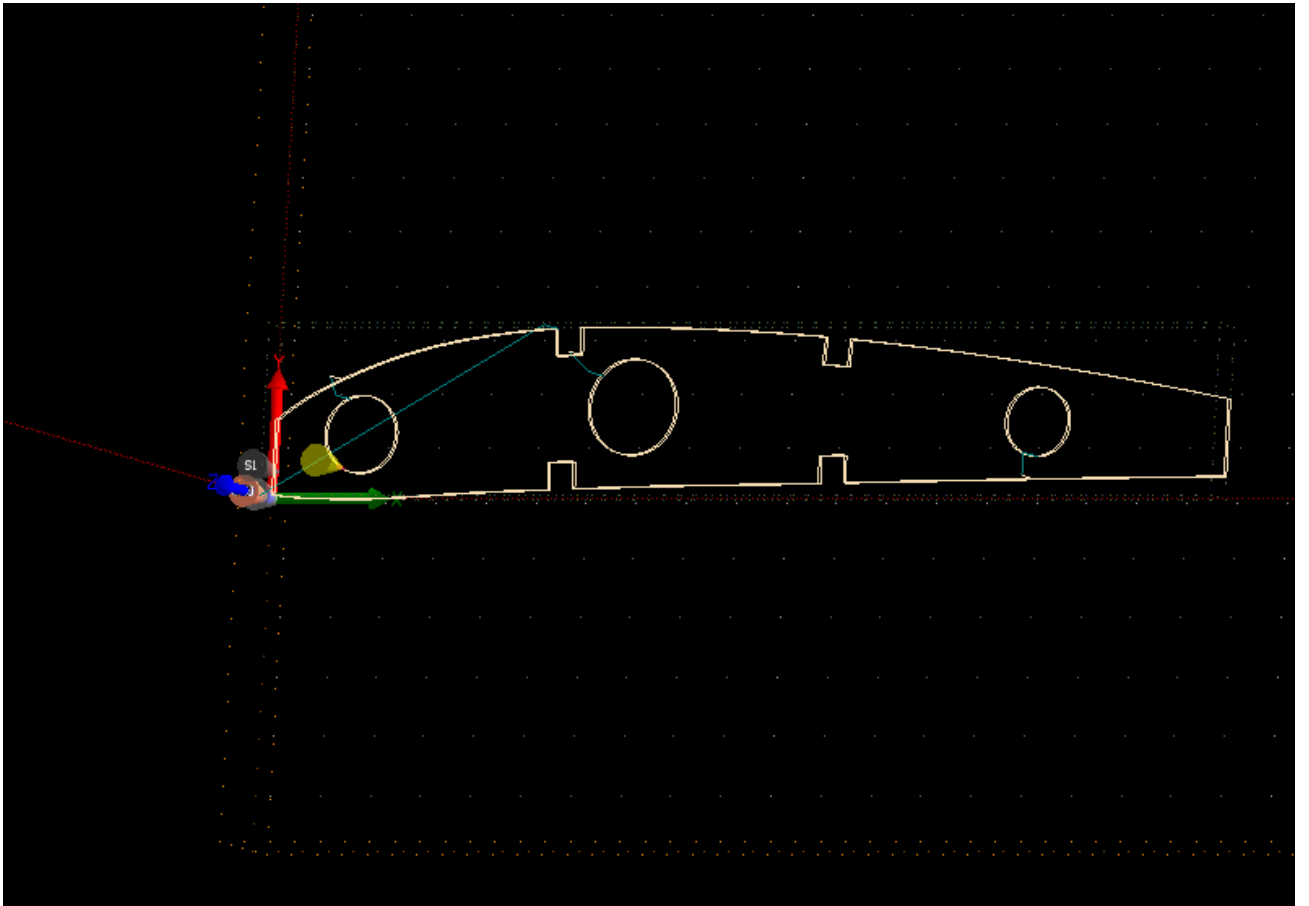
Импорт в G-кода:

Airfoil name : BE12305B

Ch G-code file creation settings...

Header : АН6407профиль	Footer : АН6407профиль
<input checked="" type="checkbox"/> Apply blocks enumeration N : First value : 100 Step : 5	<input checked="" type="checkbox"/> Use relative coordinates <input type="checkbox"/> Add 'blank space' between instructions <input checked="" type="checkbox"/> Add 'blank space' only after GXX commands <input checked="" type="checkbox"/> Force to 2 digit G command (G01)
Speed (F) : 200.00	
Vertical Axis driving type: Real Z axis	
Raising to the NOT working position (UP) : 4.00 mm	
<input checked="" type="checkbox"/> Optimize code converting from Polyline to Arcs Max tolerance accepted = 0.2000 mm	
OK	Cancel

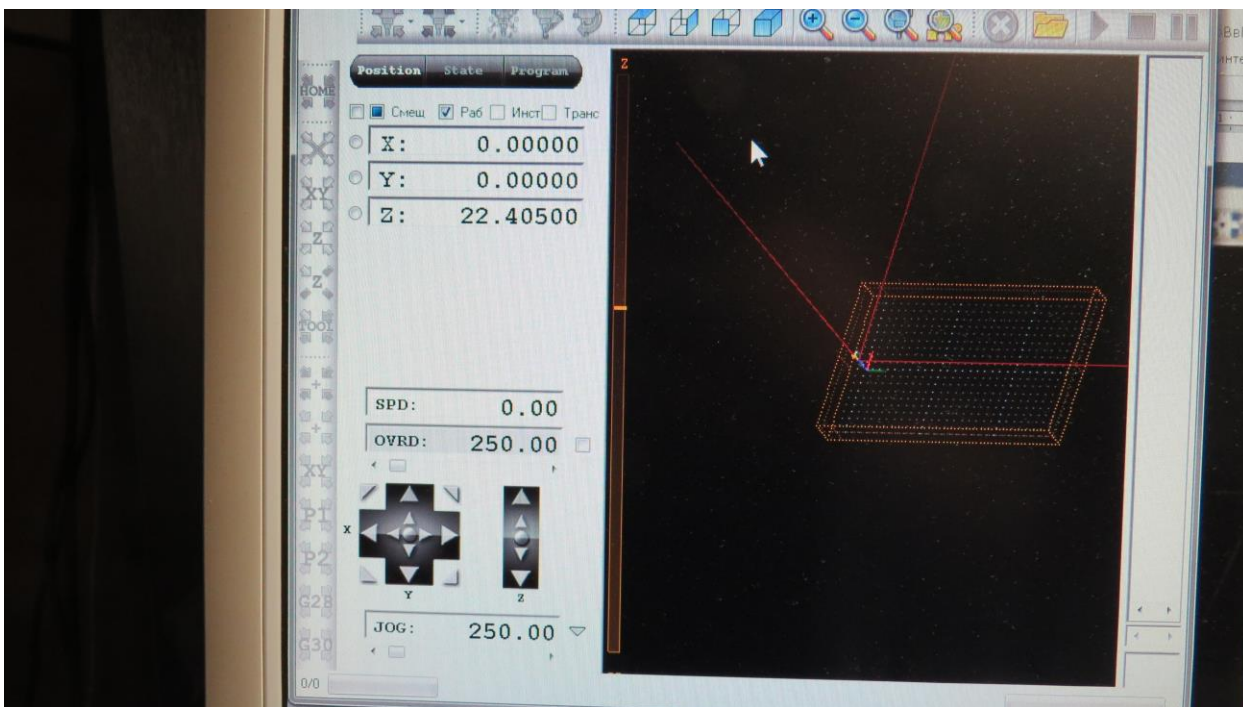
Примеры импорта DXF файлов:



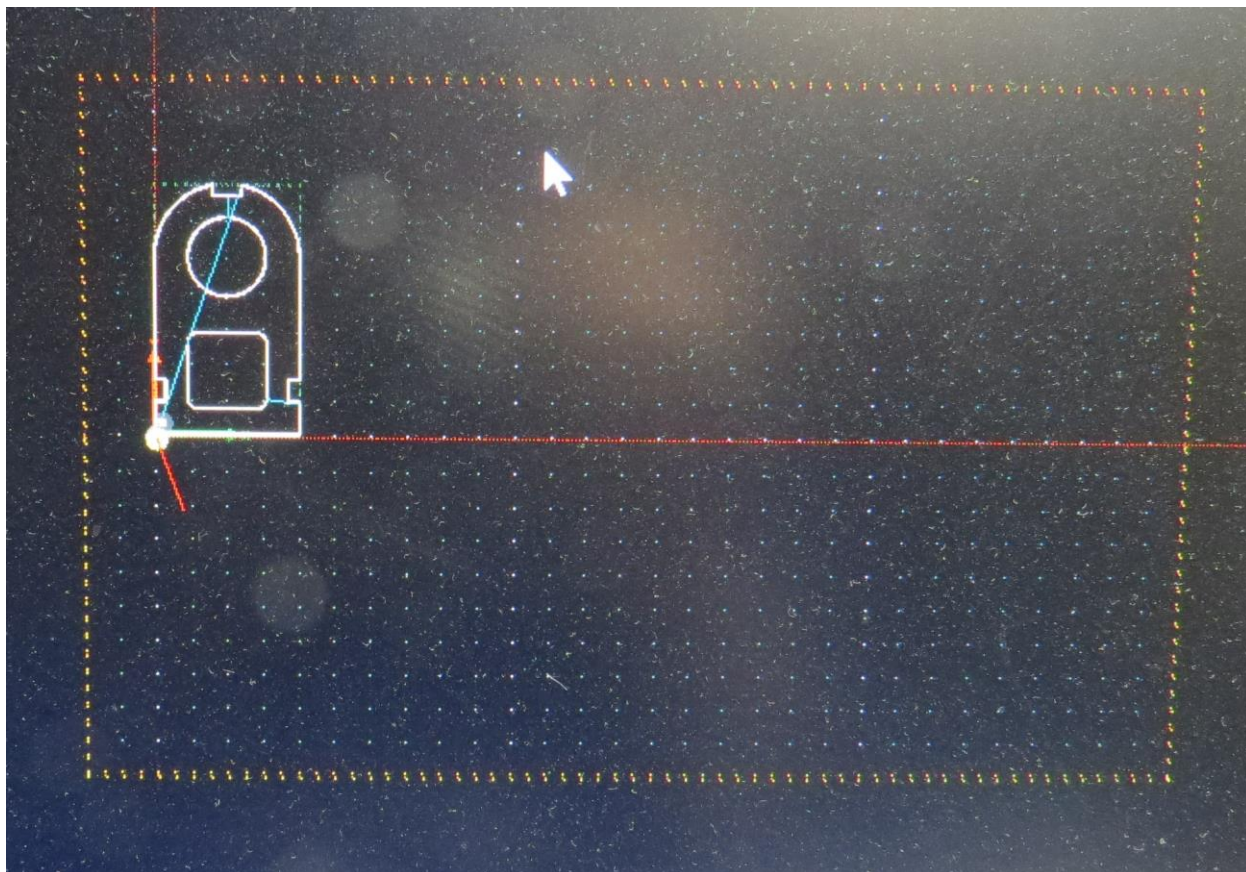
Еще раз обращаю ваше внимание:

При экспорте файлов Чертеж расположения вашей детали может оказаться вне габаритов рабочей зоны стола : сбоку от стола , над столом или под столом. В таких случаях поступайте как делали в первом уроке со смещением линии на рабочем столе / G—код /Сдвинуть /Вручную /

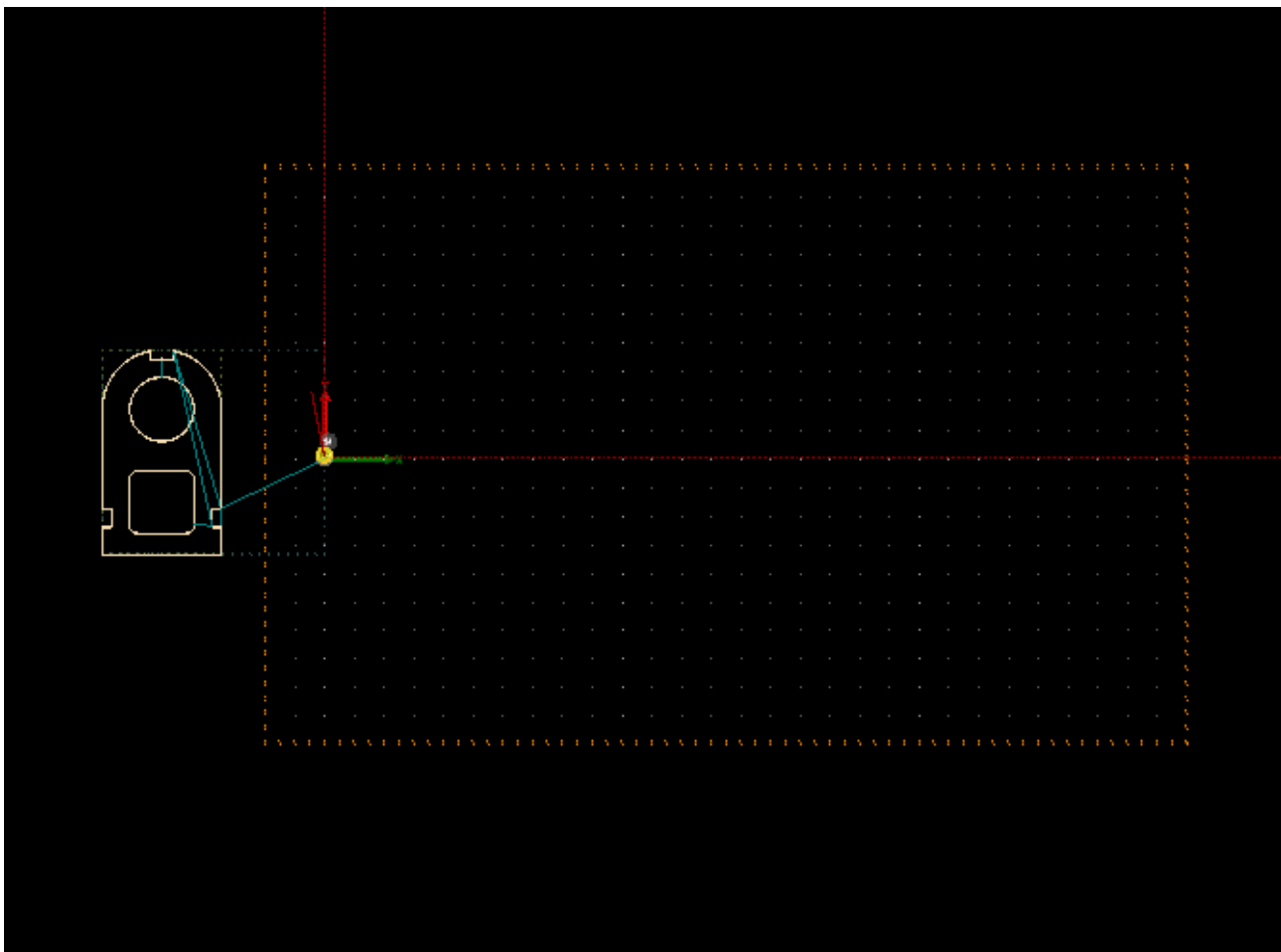
Рабочий стол:



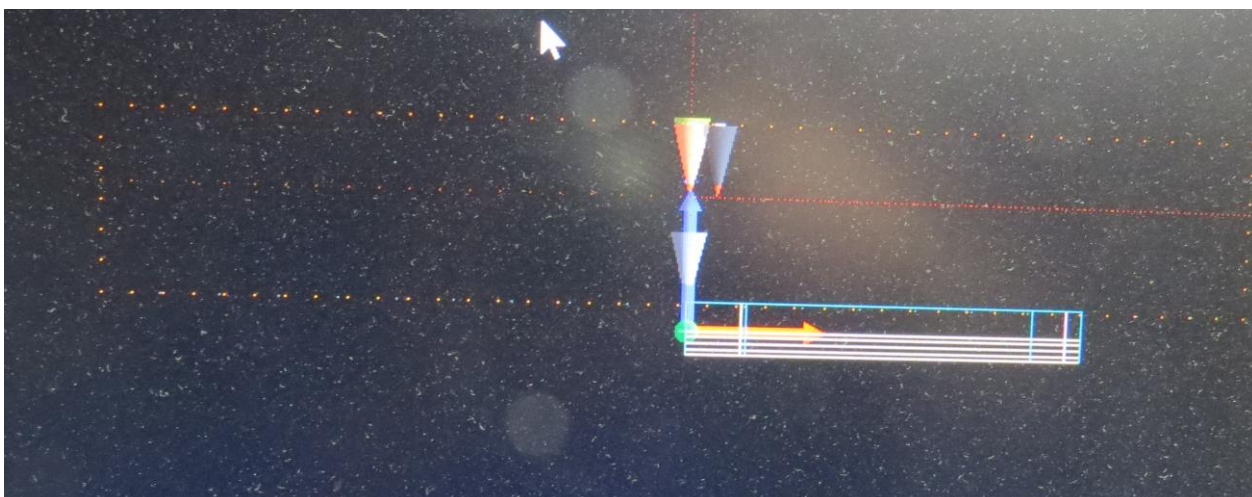
Вид сверху :деталь на плоскости
стола.



Вид сверху :деталь вне зоны рабочего стола (слева).



Вид сбоку :деталь под столом.



G-Коды

http://gcode.pro/index/g_code_m_code_2/0-18

ОСНОВНЫЕ G-CODE И M-CODE ДЛЯ СТАНКОВ CNC

G-code, описание:

G00 — быстрый ход

Перемещение в запрограммированную точку с максимальной скоростью (например, с наибольшей скоростью подачи). Предварительно запрограммированная скорость перемещения игнорируется, но не отменяется. Перемещения по осям координат могут быть координированы.

Используется для быстрого выполнения перемещений. Модальная функция группы 01. Каждая ось при этом имеет отдельный предел скорости. Оси с наибольшим временем отработки заданного перемещения выходят в заданную координату последними. Быстрые перемещения не обеспечивают сопряжения соседних кадров.

G01 — линейная интерполяция, скорость задается параметром F
Вид управления, при котором обеспечивается постоянное отношение между скоростями по осям координат, пропорциональное отношению между расстояниями, на которые должен переместиться исполнительный орган станка по двум или более осям координат одновременно.

Модальная функция активна до отмены ее вводом другой G-функции. Контроль сегментации движения выполняется параметром I13. Скорость перемещения определяется контурной скоростью F. При линейной

интерполяции выполняется сопряжение соседних кадров. Если в состав кадра с G01 входит функция G04, то при торможении будет введен запрет на сопряжение со следующим кадром. Если активна функция G61, то сопряжение не выполняется, пока не выполнится ее отмена с помощью G64.

Пример:

```
G01X_Y_Z_  
G01X10Y10Z10
```

G02, G03 — круговая интерполяция

Вид контурного управления для получения дуги окружности, при котором векторные скорости по осям координат, используемые для образования дуги, изменяются устройством управления.

G02 — круговая интерполяция по часовой стрелке.

Круговая интерполяция, при которой движение исполнительного органа направлено по часовой стрелке, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности.

Необходимо задавать три составляющие:

- начальную точку дуги;
- конечную точку дуги;
- центр дуги.

Плоскость интерполяции определяется G-функциями:

```
G17 – плоскость XY;  
G18 – плоскость XZ;  
G19 – плоскость YZ.
```

Векторы I, J и K это действительные числа которые определяют начальную точку обработки (дуги), т.е. это проекция на ось "X" (для вектора "I") от начальной точки дуги до центра радиуса. Для вектора "J" - проекция на ось "Y". Для вектора "K" - проекция на ось "Z". Векторы I,J,K – имеют знак.

Пример:

```
G02X_Y_I_J_F  
G02X10Y10I10J10F10  
G17G02X_Y_I_J_F_ — для плоскости "XY"  
G17G02X10Y10I10J10F10 — для плоскости "XY"
```

G03 — круговая интерполяция против часовой стрелки

Круговая интерполяция, при которой движение исполнительного органа направлено против часовой стрелки, если смотреть со стороны положительного направления оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности.

Пример:

```
G17G03X_Y_I_J_F_ — для плоскости "XY"  
G17G03X10Y10I10J10F10 — для плоскости "XY"
```

G04 — пауза после кадров движения, с такими G-функциями как G00, G01, G02, G03

Указание о временной задержке, конкретное значение которой задается в управляющей программе или другим способом. Применяется для

выполнения тех или иных операций, протекающих известное время и не требующих ответа о выполнении.

в программе может вводиться задержка, величина которой определяется параметром X. Диапазон — от 0.001 до 99999.999 секунд.

Пример:

G04X_
G04X10

G06 - парабалическая интерполяция.

Вид контурного управления для получения дуги параболы, при котором векторные скорости по осям координат, используемые для образования этой дуги, изменяются устройством управления.

G08 - разгон.

Автоматическое увеличение скорости перемещения в начале движения до запрограммированного значения.

G09 - торможение.

Автоматическое уменьшение скорости перемещения относительно запрограммированной при приближении к запрограммированной точке.

G17/G18/G19 — выбор плоскости интерполяции

Задание плоскости таких функций, как круговая интерполяция, коррекция на фрезу и других.

Надо задавать плоскость при выполнении круговой интерполяции, для осей X и Y — это G17. Для Z и X — G18, для Y и Z — это G19.

Система единиц измерения.

При включении системы активна сразу метрическая система.

G40/G41/G42 — коррекция на радиус инструмента

ЧПУ смещает инструмент нормально к поверхности заготовки относительно направления движения инструмента в плоскости компенсации. Это позволяет технологу-программисту компенсировать изменение размера у разных фрез без выполнения сложных тригонометрических расчетов. Обычные фрезерные станки используют для этого G42.

G40 – отмена компенсации на радиус инструмента.

G41 – компенсация слева.

Коррекция на фрезу при контурном управлении. Используется, когда фреза находится слева от обрабатываемой поверхности, если смотреть от фрезы в направлении ее движения относительно заготовки.

G42 – компенсация справа.

Коррекция на фрезу при контурном управлении. Используется, когда фреза находится справа от обрабатываемой поверхности, если смотреть от фрезы в направлении ее движения относительно заготовки.

G43 – коррекция на положение инструмента - положительная.

Указание, что значение коррекции на положение инструмента необходимо сложить с координатой, заданной в соответствующем кадре или кадрах.

G44 – коррекция на положение инструмента - отрицательная.

Указание, что значение коррекции на положение инструмента необходимо

вычесть из координаты, заданной в соответствующем кадре или кадрах.

При введении в действие компенсации на радиус надо правильно задавать величину начального перемещения. В начале движения инструмент должен переместиться на расстояние, равное сумме величины смещения + начальное движение в плоскости компенсации. Инструмент должен быть позиционирован так, чтобы при включенной компенсации инструмент начал резание перпендикулярно к поверхности заготовки. И так, ось (центр) инструмента должна быть удалена от точки первого контакта с поверхностью заготовки на расстояние, не меньшее радиуса этого инструмента. Компенсация радиуса — модальная функция — это значит, что после того, как компенсация на радиус введена один раз, она действует до момента ее отмены функцией G40.

1. Перед включением кадра с компенсацией надо выполнить кадр перемещений с нулевым компонентом — без компенсации, в плоскости компенсации (т.е. XY).
2. Выполнить начальные перемещения по осям с ненулевым компонентом компенсации в плоскости компенсации (G17/G18/G19), или сразу же после блока G41 или G42. Действие компенсации привязано к этому кадру.

Любое движение в плоскости компенсации с нулевым компонентом (т.е. с компенсацией равной нулю) выполняет скрытую отмену компенсации (результатирующую настройку осей).

Технолог-программист должен учитывать этот эффект, когда выходит за пределы текущей плоскости, как бывает при значительных изменениях при фрезеровании гнезд.

При выключении компенсации функцией G40 надо правильно задавать перемещения для выхода из контура. Если такое перемещение игнорировано, то ЧПУ не отменит компенсацию до тех пор, пока не будет выполнен блок с ненулевым компонентом в плоскости компенсации.

Нельзя отменять компенсацию в любом кадре, в котором еще идет обработка изделия.

Отмена компенсации может выполняться как движение одной или двух осей.

Когда компенсация на радиус активна, система ЧПУ рассматривает виртуальную фрезу с нулевым диаметром.

При компенсации радиуса фрезы использует хранящееся в памяти значение диаметра и рассчитывает смещение траектории центра фрезы с учетом этого диаметра. Необходимо учитывать действие компенсации на несколько кадров вперед.

Требования, которые надо учитывать при вводе компенсации:

Плоскость

Для компенсации надо назначить несколько параметров. Во-первых, плоскость компенсации — может быть выбрана любая плоскость в пространстве XYZ путем задания G-функции G17, G18, G19. Например, G17 при описании вектора, параллельного оси Z, в отрицательном направлении определяет в плоскости XY компенсацию при обходе слева и справа. Эти же функции

определяют плоскость круговой интерполяции.

Направление

Направление обхода контура при компенсации определяется функциями G41 и G42. Эти функции также включают (активируют) компенсацию. Отмена компенсации выполняется функцией G40.

Как ЧПУ вводит (выполняет) компенсацию

Любое изменение компенсации вводится постепенно и линейно после перемещения, выполняемого после такого изменения. Изменение может включить или выключить компенсацию или изменить радиус компенсации. Все эти изменения рассматриваются одинаково — как изменения радиуса компенсации. Когда компенсация выключена — это эквивалентно нулевому радиусу инструмента. Когда изменено направление обхода (смещения) слева направо или наоборот, то изменяется координата конечной точки перемещения — увеличивается или уменьшается так, что следующее перемещение начнется с учетом компенсации. Траектория движения к этой точке не меняется. В случае если изменение компенсации вводится через линейное перемещение, то траектория инструмента с учетом компенсации находится на диагонали по отношению к траектории, заданной в NC-программе. Если же изменение компенсации вводится через круговое движение, то траектория движения инструмента с учетом компенсации является спиралью.

Скорость движения с компенсацией

Скорость движения центра инструмента по эквидистанте остается такой же, какая запрограммирована F-функцией. Для движения по окружности (дуге) это значит, что скорость режущей кромки инструмента (контактирующей с изделием) будет запрограммированной в кадре с F-функцией на величину соотношения $R_{\text{tool}}/R_{\text{arc}}$. Здесь R_{tool} — радиус инструмента, R_{arc} — радиус траектории движения.

Обработка (обход) внутренних углов

При обходе внутренних углов выполняется непрерывное движение "blended". Чем больше время разгона (TA — это внутр. параметр PMAC), тем больше радиус скругления угла. Скругление угла начинается и заканчивается на расстоянии $F \cdot TA/2$ по отношению к компенсированному движению с остановом. Чем большую долю при переходе без останова составляет разгон по S-образной кривой, тем меньше радиус на угле скругления. Если выполняется полный останов на внутреннем угле, PMAC остановит движение на компенсированном угле, но с учетом останова.

Обработка (обход) внешних углов

При обходе внешних углов ЧПУ вводит движение по дуге, чтобы учесть дополнительное расстояние обхода вокруг угла. Начальная и конечная точка дуги - это точки смещения относительно запрограммированной координаты угла, перпендикулярные к траектории вдоль каждой смежной стороны угла, по величине равные компенсации на радиус фрезы. Центр этой дуги находится на запрограммированной координате угла (внешний угол с изменением угла менее чем 1 угловой градус не вводит движение по дуге, он просто обходит угол с учетом параметров TA и TS). Если

на угле выполняется полный останов (например, Step, или задержка dwell), то перед остановом РМАС включает дополнительное движение по дуге вокруг этого угла.

G50 / G50.1 – Зеркальная обработка.

G50 – включает зеркальную обработку по осям "X" "Y" или по двум осям одновременно.

Пример:

```
G50X0 - зеркало по оси "X";
G50Y0 - зеркало по оси "Y";
G50X0Y0 - зеркало по оси "X" и "Y";
G50.1 – отменяет зеркальную обработку.
```

G51 / G51.1 – Масштабирование осей координат.

G51 – включает масштабирование. Масштабирование производится от нуля рабочей системы координат. X_Y_Z_ - это кратность масштабирования по оси X,Y,Z соответственно. При выполнении круговой интерполяции с параметрами I, J, K каждый из этих параметров масштабируется.

Пример:

```
G51X2Y2Z2;
...;
...;
G51.1 – отменяет масштабирование.
```

Выбор рабочей системы координат.

Каждая система задается путем ввода расстояний — смещений рабочего нуля по каждой оси станка относительно нуля станка. Значения смещений запоминаются на экранной странице OFFSET (OFS) программы ЧПУ. Для станка рабочая система координат включается по номеру инструмента.

Пример:

```
T3
G00X20.0Z100
X40Z20
```

В данном примере позиционирование выполняется в точки X=20, Z=100 и X=40 и Z=20 во 3-й системе координат. Фактическое положение инструмента зависит от величины смещения (OFS), заданной для выбранной системы координат.

G52 — установка локальной системы координат.

При программировании в рабочей системе координат иногда удобно иметь общую систему внутри всех рабочих систем координат. Эта система называется локальной. Локальная система (X' Y') координат смещена относительно рабочей системы (Work CS) XY на вектор A, который делает текущее положение инструмента в локальной системе совпадающим с координатами в кадре, содержащим функцию G52 (G52X100Y100). Когда задана локальная система, все величины перемещения в абсолютной системе отсчета (G90) являются значениями координат локальной системы. Отмена локальной системы выполняется кадром: G52X0Y0 Локальная система координат действует на все рабочие системы координат.

Пример:

```
G52X_Y_Z_
G52X100Y100Z100
```

G53 - отмена заданного смещения.

Отмена любой из функций G54 - G59. Действует только в том кадре, в котором она записана.

G54-G59 - заданное смещение

Смещение нулевой точки детали относительно исходной точки станка.

G61 — режим точного останова

Включает останов между кадрами, что отменяет скругление углов между кадрами. После включения G61 в конце кадра включается торможение и контроль соответствия заданной в кадре позиции выполняется после кадра. Действие G61 отменяется при включении G64 — режим резания. При включении ЧПУ активна G64.

G64 — режим резания

Если активна функция G64, торможение в конечной точке кадра не выполняется и поэтому резание плавно переходит в следующий кадр. Эта команда действительна, пока она не заменяется (в программе) на функцию точного останова G61. Однако в режиме выполнения G64 подача замедляется до нуля и выполняется контроль выхода в заданную в кадре позицию — в следующих случаях:

1. Режим (ускоренного) позиционирования G00
2. Следующий кадр не содержит команд на перемещение (по какой-либо оси).

G65 – заход на эквидистанту по радиусу

G65X_Y_

X_ Y_ - точка на контуре.

По данной функции осуществляется заход на эквидистанту по радиусу перпендикулярно оси "X" или "Y". При не соблюдении этих условий система выдаст сообщение об ошибке. Расстояние от исходной точки до точки на контуре должно быть не менее радиуса фрезы. Параметры "X" "Y" в функции G65 – обязательны.

Пример:

```
T1
G90
G00X40Y0 исходная точка.
G41 вкл. коррекции на рад. INSTR.
G65X20Y0 Заход на эквидистанту по рад. перпендик. оси Y
G01Y-20
X-20
Y20
X20
Y0
G66X40Y0 Выход с эквидистанты по рад.
G40 Отмена коррекции на рад. INSTR.
```

G66 – функция выхода с эквидистанты по радиусу

G66X_Y_

X_ Y_ - точка возврата с эквидистанты по радиусу.

После данной функции должна быть функция отмены коррекции G40. Пример смотри выше в G65.

G67 – Функция включения обхода внешних углов по радиусу

Пример: G67

Данная функция может включаться в любом месте программы. Включена по умолчанию.

G68 – Функция выключения обхода внешних углов по радиусу.

Пример: G68

G80-88 — циклы сверления.

Циклы сверления упрощают обработку, т.к. одна G-функция в кадре выполняет операции, которые требуют программирования нескольких кадров. Цикл сверления содержит последовательность из шести операций, как показано ниже:

3. Позиционирование осей.
4. Ускоренное движение в исходное положение.

5. Обработка отверстия.
6. Обработка дна отверстия.
7. Возврат в опорную точку.
8. Возврат в исходное положение.

Цикл сверления имеет плоскость позиционирования и ось сверления. Плоскость позиционирования определяется функцией G17. Ось Z назначается как ось сверления. Если инструмент должен быть выведен в опорную точку или в исходное положение - то это задается соответственно функциями G98 или G99.

Применение G99 для первого прохода сверления и применение G98 для последнего хода сверления. Если цикл повторяется L раз, как указано в режиме G98, то инструмент возвращается на исходное положение после первого прохода сверления, в режиме G99 исходное положение не меняется даже после выполнения сверления.

Параметры сверления указываются и выполняются в одном кадре после символа. Эта команда позволяет запомнить данные в ЧПУ.

G81 — цикл сверления отверстия на заданную глубину

Если задана эта G-функция, то инструмент перемещается на быстром ходу в точку с заданными координатами X и Y. После этого выполняется обычное сверление с заданной подачей на заданную глубину — координата Z. Затем инструмент сразу отводится вверх по Z с укоренной подачей. Координата возврата вверх по оси Z — это заданная координата по Z, если этот жесткий цикл был вызван при активной функции (режиме) G98.

Если же был активен режим G99, то координата точки возврата вверх по Z — это величина параметра R, указанная в кадре, содержащем функцию G81.

Этот цикл будет повторяться в любом кадре, в который входят координаты X и Y (движение по X и Y), пока этот режим не будет отменен функцией G80.

Синтаксис:

G81 X_Y_Z_R_F_L_

X, Y – координаты отверстия по осям X и Y,

Z – глубина сверления,

R – исходное положение по оси Z,

F – величина рабочей подачи,

L – число проходов.

Примеры программирования

G99G81X-3Y-2.7Z-5R1F25L2

X-2.75

X-2.5

X-2.25

G80

G98G81X-3Y-2.7Z-5R1F25L2

X-2.75

X-2.5

X-2.25

G80

G82 — цикл сверления с задержкой инструмента на дне отверстия

Если задана эта G-функция, то инструмент перемещается на быстром ходу в точку с заданными координатами X и Y. Затем быстрое перемещение по оси Z в опорную плоскость с координатой R. После этого выполняется обычное сверление с заданной подачей на заданную глубину — координата Z. После этого, когда инструмент находится "на дне" отверстия, начинается отсчет выдержки времени, величина которого задана параметром P. Затем инструмент отводится вверх по Z с укоренной подачей. Координата возврата вверх по оси Z — это заданная координата по Z, если этот жесткий цикл был вызван при активной функции (режиме) G98.

Если же был активен режим G99, то координата точки возврата вверх по Z — это величина параметра R, указанная в кадре, содержащем функцию G81.

Этот цикл будет повторяться в любом кадре, в который входят координаты X и Y (движение по X и Y), пока этот режим не будет отменен функцией G80.

Синтаксис:

G82 X_Y_Z_R_F_L_P_

X, Y – координаты отверстия по осям X и Y,

Z – глубина сверления,

R – исходное положение по оси Z,

F – величина рабочей подачи,

L – число проходов,

P – время в секундах задержки на дне отверстия.

Примеры программирования:

G99G82X-3Y-2.7Z-5R1F25L1P2

X-2.75

X-2.5

X-2.25

G80

G98G81X-3Y-2.75Z-5R1F25L1P2

X-2.75

X-2.5

X-2.25

G80

G83 — цикл прерывистого сверления глубоких отверстий с разбиением полной глубины отверстия на отрезки

Если задана эта G-функция, то инструмент перемещается на быстром ходу в точку с заданными координатами X и Y. Затем — в координату R по оси Z. После этого выполняется обычное сверление с заданной подачей на глубину K вниз относительно исходной точки, заданной параметром R. Затем инструмент отводится вверх по Z с ускоренной подачей. Координата возврата вверх по оси Z задается параметром R.

Затем инструмент перемещается на быстрой подаче на высоту последнего прохода сверления плюс величина параметра R. Затем — обычное сверление на глубину K ниже предыдущего прохода. Этот жесткий цикл будет повторяться до тех пор, пока отверстие не будет обработано на полную глубину. Координата возврата вверх по оси Z — это заданная координата по Z, если этот жесткий цикл был вызван при активной функции (режиме) G98.

В противном случае возврат происходит в положение по оси Z, заданное параметром R, указанным в кадре с G83, если активен режим G99.

Этот цикл будет повторяться в любом кадре, в который входят координаты X и Y (движение по X и Y), пока этот режим не будет отменен функцией G80.

Синтаксис:

G83 X_Y_Z_R_F_L_K_I_Q

X, Y – координаты отверстия по осям X и Y,

Z – глубина сверления,

R – исходное положение по оси Z,

F – величина рабочей подачи,

L – число повторов цикла,

K – глубина одного прохода, всегда не 0,

I – глубина первого прохода (если данный параметр не указывается, то значение первого прохода равно глубине каждого прохода),

Q – величина не дохода в каждом проходе по "Z" (если данный параметр не указывается, то значение устанавливается системой по умолчанию).

Примеры программирования:
G99
G83X-2Y-1Z-6K1R1F25I4Q0.05
X30Y20
X20.2Y-17.432
G80

G98
G83X-2Y-1Z-6K1R4F25I4Q0.08
X100Y27
G80

Материалы по G-кодам из Википедии.

Программа, написанная с использованием G-кода, имеет жесткую структуру. Все команды управления объединяются в **кадры** — группы, состоящие из одной или более команд. Кадр завершается символом перевода строки (CR/LF) и имеет номер, за исключением первого кадра программы и комментариев. Первый (а в некоторых случаях ещё и последний) кадр содержит только один символ «%». Завершается программа командой M02 или M30. Комментарии к программе размещаются в круглых скобках, как после программных кодов, так и в отдельном кадре.

Порядок команд в кадре строго не оговаривается, но традиционно предполагается, что первыми указываются подготовительные команды (например, выбор рабочей плоскости), затем команды перемещения, затем выбора режимов обработки и технологические команды.

Подпрограммы могут быть описаны после команды M02, но до M30. Начинается подпрограмма с кадра вида Lxx, где xx — номер подпрограммы, заканчивается командой M17.

Сводная таблица кодов

Основные (называемые в стандарте подготовительными) команды языка начинаются с буквы **G**:

- Перемещение рабочих органов оборудования с заданной скоростью (линейное и круговое)
- Выполнение типовых последовательностей (таких, как обработка отверстий и резьба)
- Управление параметрами инструмента, системами координат, и рабочих плоскостей

Подготовительные (основные) команды

Коды	Описание
G00-G03	Позиционирование инструмента
G17-G19	Переключение рабочих плоскостей (XY, ZX, YZ)
G20-G21	Не стандартизовано
G40-G44	Компенсация размера различных частей инструмента (длина, диаметр)

G53-G59 Переключение систем координат

G80-G85 Циклы сверления, растачивания, нарезания резьбы

G90-G91 Переключение систем координат (абсолютная, относительная)

Таблица основных команд

Команда	Описание	Пример
G00	Ускоренное перемещение инструмента (холостой ход)	G0 X0 Y0 Z100;
G01	Линейная интерполяция	G01 X0. Y0. Z100 F200;
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке	G02 X15. Y15. R5 F200;
G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки	G03 X15. Y15. R5 F200;
G04	Задержка выполнения программы, способ задания величины задержки зависит от реализации системы управления	G04 P500;
G10	Задать новые координаты для начала координат	G10 X10 Y10 Z10;
G15	Отмена полярной системы координат	G15 X15. Y22.5; G15;
G16	Полярная система координат (X радиус Y угол)	G16 X15. Y22.5
G17	Выбор рабочей плоскости X-Y	
G18	Выбор рабочей плоскости Z-X	
G19	Выбор рабочей плоскости Y-Z	
G20	Режим работы в дюймовой системе	G90 G20;
G21	Режим работы в метрической системе	G90 G21;
G22	Активировать установленный предел перемещений (Станок не выйдет за их предел)	G22 G01 X15 Y25;
G28	Вернуться на референтную точку	G29 G91 Z0 Y0;
G30	Поднятие по оси Z на точку смены инструмента	G30 G91 Z0;
G40	Отмена компенсации радиуса инструмента	G1 G40 X0. Y0. F200

G41	Компенсировать радиус инструмента слева от траектории	G41 X15. Y15. D1 F100
G42	Компенсировать радиус инструмента справа от траектории	G42 X15. Y15. D1 F100
G43	Компенсировать длину инструмента положительно	G43 X15. Y15. Z100. H1 S1000 M3
G44	Компенсировать длину инструмента отрицательно	G44 X15. Y15. Z4. H1 S1000 M3
G49	Отмена компенсации длины инструмента	G49 Z100
G53	Отключить смещение начала системы координат станка	G53 G0 X0. Y0. Z0.
G54-G59	Переключиться на заданную оператором систему координат	G54 G0 X0. Y0. Z100.
G68	Поворот координат на нужный угол	G68 X0 Y0 R45;
G70	Цикл продольного чистового точения	G70 P10 Q15
G71	Цикл многопроходного продольного чернового точения	G71 P10 Q15 D0.5 U0.2 W0.5
G80	Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы метчиком и т. д.	G80
G81	Цикл сверления	G81 X0 Y0. Z-10. R3 F100
G82	Цикл сверления с задержкой	G82 X0. Y0. Z-10. R3 P100 F100
G83	Цикл прерывистого сверления (с полным выводом сверла)	G83 X0. Y0. Z-10. R3 Q8 F100
G84	Цикл нарезания резьбы	G95 G84 M29 X0. Y0. Z-10. R3 F1.411
G90	Задание абсолютных координат опорных точек траектории	G90 G1 X0.5. Y0.5. F10
G91	Задание координат инкрементально последней введённой опорной точки	G91 G1 X4. Y5. F100
G94	F (подача) — в формате мм/мин.	G94 G80 Z100
G95	F (подача) — в формате мм/об.	G95 G84 X0. Y0. Z-10. R3 F1.411
G99	После каждого цикла не отходить на "проходную точку"	G99 G91 X10 K4;

максимум 4 команды в кадре

Таблица технологических кодов

Технологические команды языка начинаются с буквы М. Включают такие действия, как:

- Сменить инструмент
- Включить/выключить шпиндель
- Включить/выключить охлаждение
- Работа с подпрограммами

Вспомогательные (технологические) команды

Код	Описание	Пример
M00	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт» на пульте управления, так называемый «безусловный технологический останов»	G0 X0 Y0 Z100 M0
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включён режим подтверждения останова	G0 X0 Y0 Z100 M1
M02	Конец программы, без сброса модальных функций	M02
M03	Начать вращение шпинделя по часовой стрелке	M3 S2000
M04	Начать вращение шпинделя против часовой стрелки	M4 S2000
M05	Остановить вращение шпинделя	M5
M06	Сменить инструмент	T15 M6
M07	Включить дополнительное охлаждение	M3 S2000 M7
M08	Включить основное охлаждение. Иногда использование более одного М-кода в одной строке (как в примере) недопустимо, для этого используются M13 и M14	M3 S2000 M8
M09	Выключить охлаждение	G0 X0 Y0 Z100 M5 M9
M13	Включить охлаждение и вращение шпинделя по часовой стрелке	S2000 M13
M14	Включить охлаждение и вращение шпинделя против часовой стрелки	S2000 M14
M17	Конец подпрограммы	M17
M25	Замена инструмента вручную	M25
M97	Запуск подпрограммы, находящейся в той же программе (где Р — номер кадра, в случае примера переход осуществится к строке N25), действует не везде,	M97 P25

предположительно — только на станках HAAS

Запуск подпрограммы, находящейся отдельно от основной программы (где P — M98 номер подпрограммы, в случае примера переход осуществится к программе M98 P1015 O1015)

M99 Конец подпрограммы M99

M30 Конец программы, со сбросом модальных функций M30

Параметры команд

Параметры команд задаются буквами латинского алфавита

Код	Описание	Пример
X	Координата точки траектории по оси X	G0 X100 Y0 Z0
Y	Координата точки траектории по оси Y	G0 X0 Y100 Z0
Z	Координата точки траектории по оси Z	G0 X0 Y0 Z100
P	Параметр команды Скорость рабочей подачи.	G04 P101
F	Для фрезерных станков это дюймы в минуту (IPM) или миллиметры в минуту (mm/min), Для токарных станков это дюймы за оборот (IPR) или миллиметры за оборот (mm/rev).	G1 G91 X10 F100
S	Скорость вращения шпинделя	S3000 M3
R	Параметр стандартного цикла или радиус дуги (расширение стандарта)	G81 R1 0 R2 -10 F50 или G2 G91 X12.5 R12.5
D	Параметр коррекции выбранного инструмента	G1 G41 D1 X10. F150.
L	Число вызовов подпрограммы	M98 L82 P10 или G65 L82 P10 X_Y_R_
I	Параметр дуги при круговой интерполяции. Инкрементальное расстояние от начальной точки до центра дуги по оси X.	G03 X10 Y10 I0 J0 F10
J	Параметр дуги при круговой интерполяции. Инкрементальное расстояние от начального	G03 X10 Y10 I0 J0 F10
K	Параметр дуги при круговой интерполяции. Инкрементальное	G03 X10 Y10 I0 K0 F10

расстояние дуги по оси Z.

L Вызов подпрограммы с данной меткой

L12