

# **DeskProto**

## ***Учебник***

***Включая установку, Быстрый старт и несколько уроков***

Программное обеспечение desktop-ного прототипирования,  
для быстрого создания прототипов на настольном фрезерном станке с ЧПУ.

Версия 6.1

Copyright (c) 1995, 2013, Delft Spline Systems,

Delft Spline Systems

PO.Box 2071, 3500 GB, Utrecht, The Netherlands

Internet [www.deskproto.com](http://www.deskproto.com)



## Содержание

<b>Отказ от ответственности</b> .....	5
<b>Основы</b> .....	7
<b>Инсталляция</b> .....	9
<b>Быстрый старт</b> .....	15
<b>Урок 1</b> .....	19
Фоторамка	
<b>Урок 2</b> .....	39
Флакон (две отдельные половины)	
<b>Урок 3</b> .....	53
Бюст Венеры (поворотная ось)	
<b>Урок 4</b> .....	65
Сотовый телефон (двухсторонняя обработка)	
<b>Урок 5</b> .....	75
2D обработка	
<b>Урок 6</b> .....	85
Обработка по растровому изображению	
<b>Урок 7</b> .....	95
Пятиосевая обработка	
<b>Указатель</b> .....	107



# Отказ от ответственности

Все фрезерные устройства (независимо от того, имеют ли они числовое управление) являются опасными устройствами: при работе с фрезерным станком можно повредить заготовку или станок, или даже нанести вред себе. Поэтому будьте осторожны, и всегда проверяйте свои траектории фрезерования перед отправкой их на станок - в случае, если вы новичок, у которого есть опытный коллега.

*Delft Spline Systems*, дистрибьютор программного обеспечения, дилер или любой другая промежуточная сторона никоим образом не несет ответственности за какой-либо ущерб или вред, прямой или косвенный, связанный с использованием этого программного обеспечения.

*DeskProto* является зарегистрированным товарным знаком *Delft Spline Systems*.  
*Windows* является товарным знаком корпорации *Microsoft*.  
Все остальные товарные знаки принадлежат их соответствующим владельцам.



# ОСНОВЫ

## Что предлагает DeskProto

*DeskProto* - это программа 3D CAM для трехмерного, 4-х и 5-осевого фрезерования на станке с ЧПУ, предлагающее **Desk**топное **Proto**типирование. *DeskProto* позволит вам обрабатывать даже самую сложную трехмерную геометрию (файл *STL*), любой 2D-чертеж (файл *DXF*), так же хорошо, как и трехмерные рельефы на основе фотографий (любой растровый файл). Его можно использовать для производства в дизайне, ювелирных изделий, деревообработке, медицине, искусстве, образовании, хобби и т. д. *DeskProto* может быть объединен с любой программой 3D CAD и с любым фрезерным станком с ЧПУ.

Обратите внимание, что доступны три редакции *DeskProto*: **Entry**, **Expert** и **Multi-Axis**, первые два предлагают целое подмножество функциональностей *DeskProto*.

## Как это работает

Отправной точкой для *DeskProto* является файл *STL*. Этот тип файла является стандартным для всех типов Быстрого прототипирования и содержит описание геометрии в виде маленьких треугольников, соединенных по краям, образуя поверхность. Любая текущая 3D CAD-система умеет писать этот тип файла. Также могут обрабатываться файлы *DXF*, содержащие «3D грани» (например, из *3D Studio Max*) и файлы *VRML*.

В *DeskProto* невозможно создать новую геометрию (это не программное обеспечение САПР, речь идет о Быстром Прототипировании). *DeskProto* просто читает файл, созданный другой программой и отображает ее содержимое. На этом этапе можно масштабировать геометрию, делать перенос, поворот и т. д. После ввода некоторых параметров фрезерования (типа режущего инструмента, требуемой точности и т. д.) *DeskProto* автоматически рассчитывает пути фрезерования. Отсутствует опасность повреждения модели, поскольку траектории свободны от резки материала! Кроме того, *DeskProto* может также импортировать 2D-файлы (*DXF*, *AI*, *EPS*) в 2D-операциях и растровые файлы (*BMP*, *JPG*, *GIF*, *PNG*, *TIF*) в операциях с растровым изображением.

Запустите программу построения траектории на настольном станке с ЧПУ в вашем собственном офисе, и у вас будет готовая модель: через несколько часов!

## Какое необходимо оборудование / программное обеспечение

*DeskProto* - это приложение для *MS Windows*, ему нужны *Win XP (SP3)*, *Win Vista*, *Win7*, *Win8* или более новыми. В 64-битных версиях *Windows* должен быть установлен 64-разрядный *DeskProto*, в противном случае – с 32-битной версией. Минимальное необходимое оборудование – это *Pentium* с 1 ГБ оперативной памяти и 100 ГБ свободного места на диске: чем быстрее / тем лучше. Рекомендуется использовать 3D-графическую карту, совместимую с *OpenGL*.





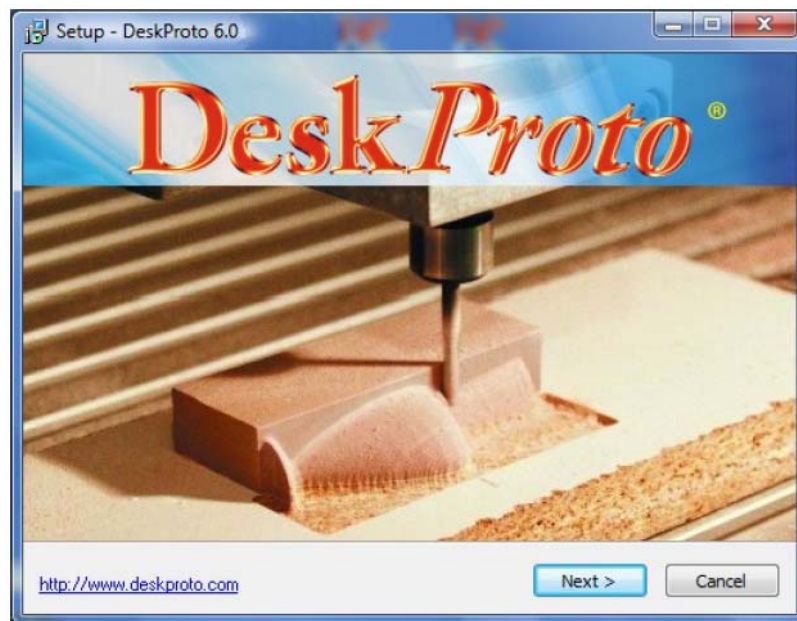
# Инсталляция

*DeskProto* версии 6 работает с *MS Windows XP (SP3)*, *Win Vista*, *Win7*, *Win8* или более новыми. Минимальное требуемое оборудование - это Pentium-ПК с 1 Гб оперативной памяти: чем быстрее / тем лучше. Рекомендуется использование 3D-видеокарты, совместимой с *OpenGL*. Для установки вам нужно около 20 Мб свободного места на диске, чтобы использовать *DeskProto* для файлов программ ЧПУ, которые вы создадите вам нужно гораздо больше места.

Вы можете загрузить файл установки с сайта [www.deskproto.com](http://www.deskproto.com).

Или, если у вас есть *CD*, вставьте компакт-диск с *DeskProto* в CD-привод и будет автоматически отображено Меню *Install* (установки): выберите 1 вариант «*Install DeskProto*» для запуска программы установки.

После нажатия кнопки *Continue* (Продолжить) по предупреждению о безопасности запускается *DeskProto Setup*:

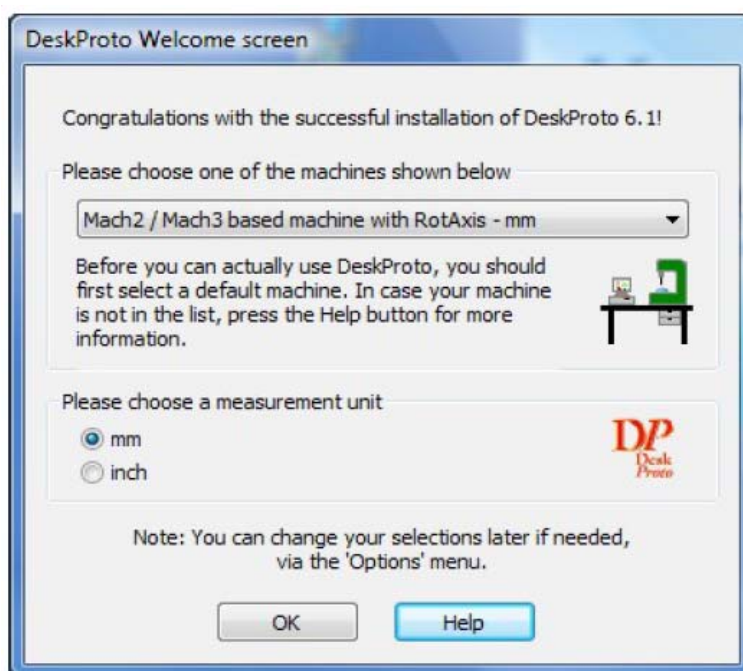


Теперь просто следуйте приведенным ниже инструкциям:

- принять лицензионное соглашение
- прочитать приветственную информацию
- подтвердить папку установки
- подтвердить папку меню «Пуск»
- выберите нужные значки
- и установите.

На рабочем столе будет создан новый ярлык *DeskProto* (кроме конечно, вы не отметили эту опцию), и необходимые файлы будут автоматически скопированы на свой жесткий диск. Также команды *DeskProto*, *DeskProto Helpfile* и *DeskProto Uninstall* будут добавлены в список программ, доступ к которым может быть осуществлен через меню «Пуск» системы *Windows*.

когда вы запустите *DeskProto* в первый раз, после того, как завершится установка, вас спросят, какой фрезерный станок с ЧПУ вы будете использовать, и какие будут единицы измерения (метрические или дюймы).



Выберите нужный **станок** (тот, который у вас есть) в раскрывающемся списке: это будет станок по умолчанию, который *DeskProto* будет использовать для всех ваших проектов. При необходимости он позже может быть изменен в параметрах детали по умолчанию (меню *Options*).

Если ваш станок не указан, в большинстве случаев вашим лучшим выбором будет назвать станок «*ISO plain Gcodes*», с выбором единиц измерения *-inch* или *-mm*. Вы можете позже определить свой собственный станок в библиотеке станков (меню *Options*), для получения дополнительной информации см. Справочное руководство и / или файл справки.

**Единицы**, которые вы выбрали здесь, будут использоваться при импорте файла геометрии и для пользовательского интерфейса. Это единицы, установленные в *Preferences* (Настройках). Имейте в виду, что единицы могут быть установлены также хорошо и в другом месте: единицы в файле ЧПУ устанавливаются для каждого станка, в постпроцессоре для этого станка. Проверьте файл справки для получения дополнительной информации об установках *Units* (Единиц измерения) в *DeskProto*. (постпроцессор - это программный модуль, который преобразует вывод для определенного станка, как своего рода тип драйвера).

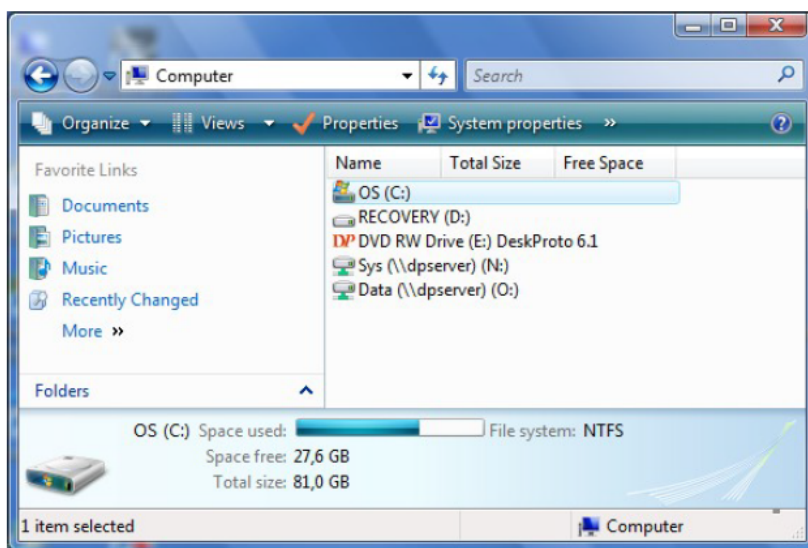
После этой установки у вас будет *DeskProto*, работающий на вашем ПК, в режиме *Trial* (пробной) версии. Это означает, что в течение 30-дневного пробного периода вы можете оценить, действительно ли программа соответствует вашим потребностям. Когда истечет 30 дней, вы не сможете сохранять файлы NC.

Когда вы приобрели лицензию *DeskProto*, то вы получите код разблокировки, который сможете использовать, чтобы удалить пробное ограничение. В диалоговом окне *Register* (меню *Help*) нужно ввести имя и код, которые вы получили. Точно так, как указано: с прописными, пробелами и запятой.

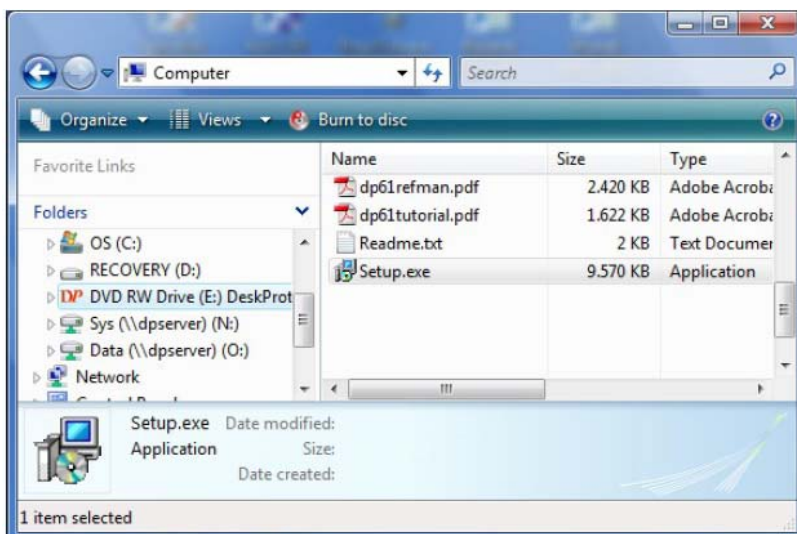
## Устранение неполадок

Если меню *Install* (установка) *DeskProto* не появляется после вставки компакт-диска, вы можете найти файл *Setup.exe* на компакт-диске и вручную запустить его. *Setup* является программой, которая может быть запущена так же, как и любая другая программа *Windows*. Вам также необходимо будет запустить программу *Setup.exe*, после ее загрузки с веб-сайта *DeskProto*.

Простой способ запуска *Setup* - через проводник *Windows* (не путать с *Internet Explorer*). Начните это, дважды щелкнув «Мой компьютер» на вашем *Desktope* или нажатием клавиши *Windows* и клавиши «E» одновременно. Проводник *Windows* выглядит так:



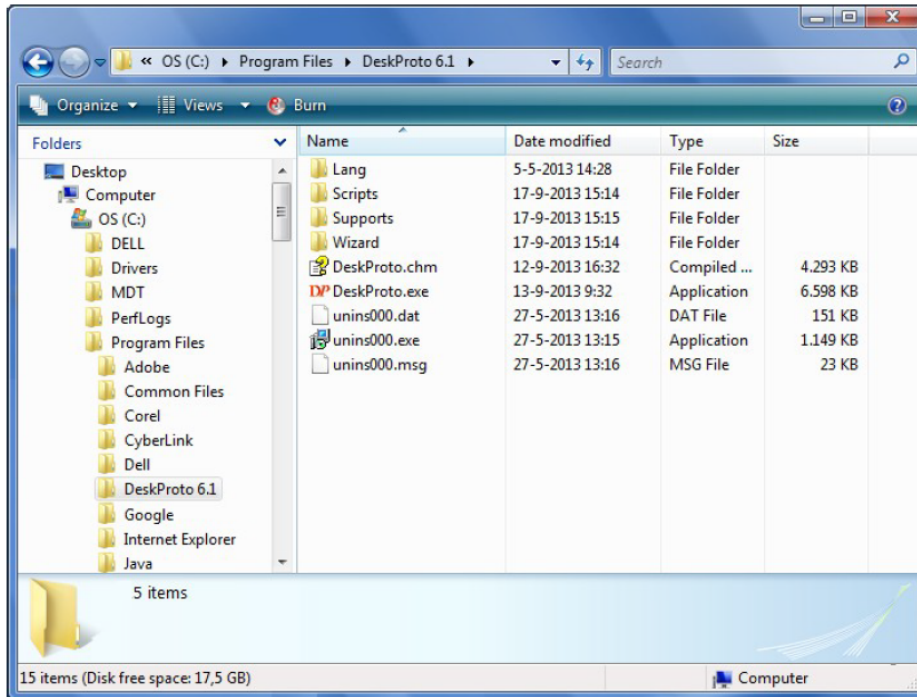
Найдите *Setup.exe* на компакт-диске (в большинстве случаев диск *D:* или *E:*), или в случае загруженного файла смотрите на ваш жесткий диск (обычно диск *C:*). Не возражаете, если будут показаны другие файлы. Затем вы можете запустить программу установки, дважды щелкнув на этой строке.



## Файлы и каталоги

*DeskProto* используется для хранения всех файлов, четко расположенных в одной структуре каталога. К сожалению, в новых версиях *Windows* это больше невозможно из-за жестких правил безопасности с помощью контроля учетных записей пользователей (UAC).

Теперь программы, драйверы и пользовательские данные необходимо хранить в разных файлах.



По умолчанию *DeskProto V6.1* хранит свои файлы в этих каталогах (папках):

***\Program Files\***

***\Program Files\DeskProto 6.1***

Этот каталог содержит исполняемый файл и справочный файл *DeskProto*.

***\Program Files\DeskProto 6.1\Lang***

Этот каталог (пустой после английской установки) зарезервирован для других **ЯЗЫКОВЫХ** версий *DeskProto* и будет содержать переведенные файлы.

Каждому языку нужен файл ресурсов в этом каталоге, после чего в настройках *DeskProto* можно выбрать новый язык. Файл называется *ResourcesLang.dll*, где *Lang* - это язык. Например, для немецкой версии *DeskProto* необходим файл *ResourcesDeutsch.dll*. Следующим файлом в этой папке находится переведенный файл справки: *DeskProtoDeutsch.chm*.

Кроме того, в папке *Drivers* необходимы файлы определения немецкой фрезы.

***\Program Files\DeskProto 6.1\Scripts***

Этот каталог содержит все скрипты, см. Справочное руководство (на вашем компакт-диске и на веб-сайте *DeskProto*) для получения дополнительной информации.

### ***\Program Files\DeskProto 6.1\Supports***

Этот каталог содержит все поддержки, см. Справочное руководство (на вашем компакт-диске и на веб-сайте *DeskProto*) для получения дополнительной информации.

### ***\Program Files\DeskProto 6.1\Wizard***

Этот каталог содержит все файлы для мастеров скриптов, см. Справочное руководство (на вашем компакт-диске и на веб-сайте *DeskProto*) для получения дополнительной информации.

### ***\ProgramData\***

#### ***\ProgramData\DeskProto 6.1\Drivers***

Для создания программы ЧПУ, подходящей для вашего фрезерного станка, *DeskProto* нуждается в информации о корректном станке, постпроцессоре и доступной фрезе. Эта информация доступна из файлов конфигурации (\* *.MCH* для станков, \* *.PPR* для постпроцессора и \* *.CTR* для фрез), хранящихся в этом каталоге драйверов.

#### ***\ProgramData\DeskProto 6.1\Samples***

Для начинающих пользователей каждый *DeskProto* поставляется с несколькими типовыми проектами, также используется для уроков в этом Учебнике. Это касается файлов *DeskProto Project* (\* *.DPJ*), файлjd 3D-геометрии (\* *.STL*, что является сокращением для *STereoLithography*), 2D и 3D-файлов в формате обмена данными *Autodesk* (\* *.DXF*) и несколько примеров растровых файлов.

Вы можете легко получить доступ к образцам через экран *Start DeskProto*, проверив в поле ***Use samples folder*** (Использовать папку с образцами). Намного проще использовать ссылку на *Samples* (Образцы) *DeskProto* в левой части каждого диалогового окна *File Open* и диалога *File Close* (нет в версии *WinXP*).

Расположение папки ***\ProgramData*** \ отличается для каждой версии *Windows*.

В *Windows XP* эта папка называется:

*C:\Documents and Settings\All Users\Application Data\*

По какой-то причине это было сделано скрытым каталогом: чтобы сделать его видимым в Проводнике файлов “*My computer*” откройте *Tools*→папка *Options*→ вкладка *View* и выберите опцию “*Show hidden files and directories*” (Показать скрытые файлы и каталоги). В *Windows Vista* и *Win7* и *Win8* папка находится в корне (так, как и в *C:\ProgramData\*). Чтобы сделать папку видимой здесь, откройте вкладку *View* (Просмотр) с помощью *Organize*→папка *Options*.

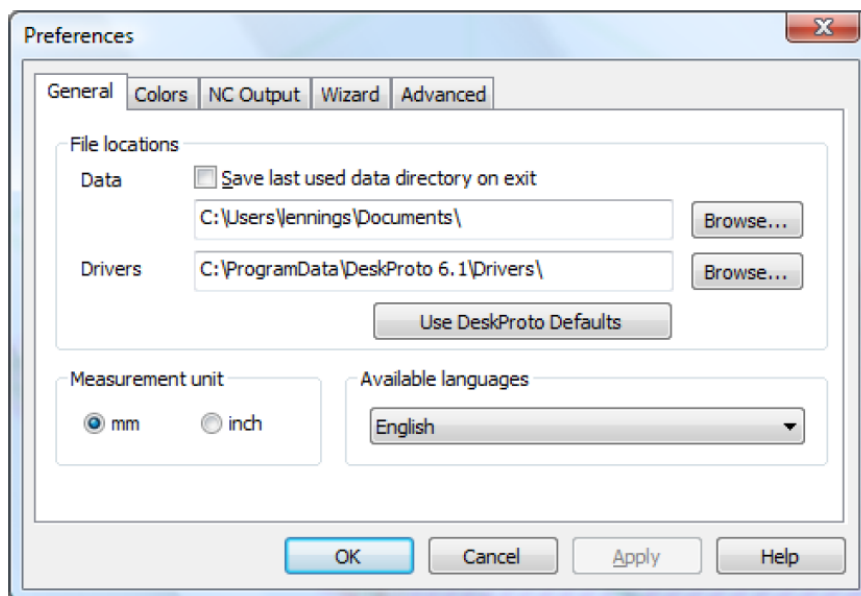
#### ***My Documents*** или ***Documents***

В *WinXP* эта папка называется *My Documents*, в *Vista*, *Win7* и *Win8* просто *Documents*.

Это каталог ***Data*** по умолчанию, поэтому он будет использоваться для всей загруженной геометрии и команд *Save*, а также файлов программ ЧПУ, которые вы создаете. Здесь

рекомендуется создать структуру каталогов, например, с новым каталогом (папкой) для каждого нового клиента или для каждого нового проекта.

Некоторые места размещения файлов настраиваются пользователем:



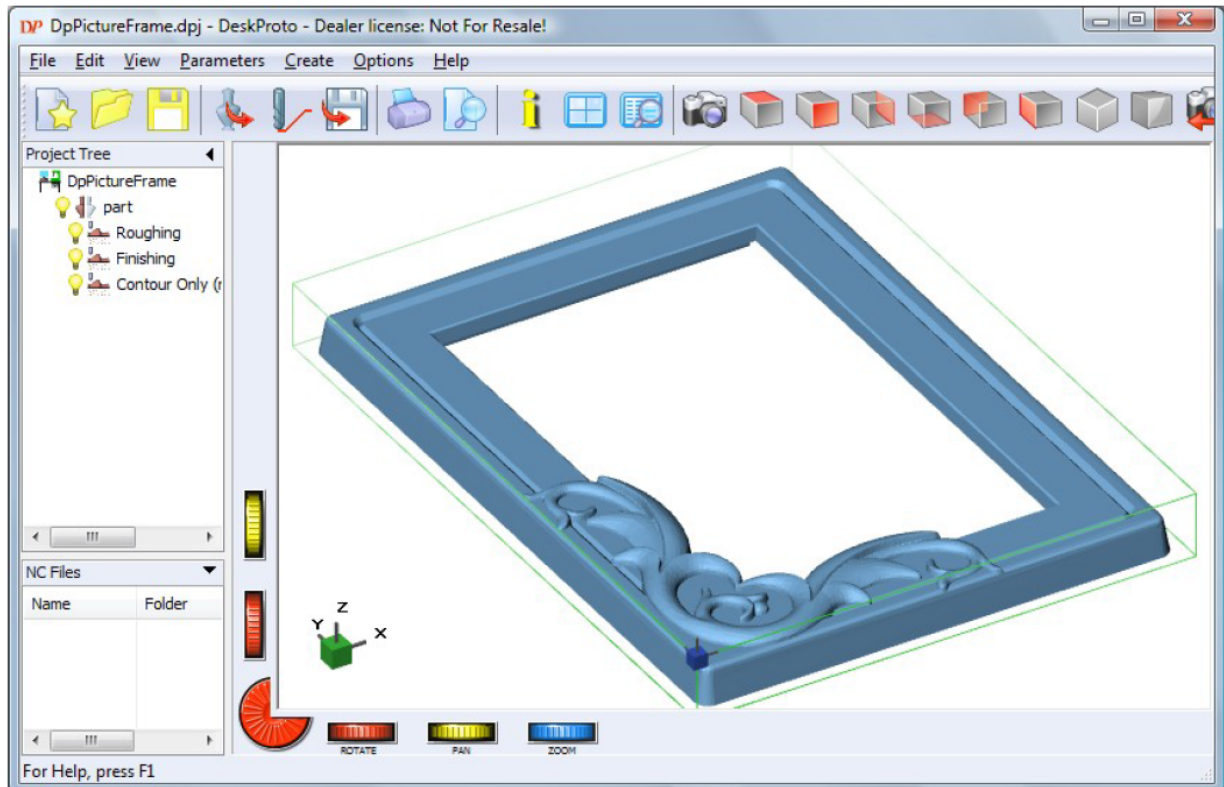
Размещение файлов для данных и драйверов можно определить в Настройках *DeskProto* (меню *Options*), см. Рисунок выше. Кнопка “*Use DeskProto Defaults*” (использовать *DeskProto* по умолчанию) может использоваться для сброса этих местоположений.

Следуя рекомендациям Microsoft для приложений Windows, *DeskProto* будет использовать **Registry** (реестр) для сохранения всех параметров программы, таких как параметры по умолчанию и предпочтения.

# Быстрый старт

Функцией этого учебника состоит в том, чтобы шаг за шагом познакомить вас с функциями, которые предлагает *DeskProto*. Рекомендуется прочесть и выполнить хотя бы уроки номер один и два, прежде чем начинать делать модели с вашей собственной геометрией.

Тем не менее, если вы не являетесь великим читателем Руководства и хотите начать сразу исследовать *DeskProto*, по крайней мере, сначала прочтите этот Быстрый старт. Он предназначен для объяснения основных идей *DeskProto*, и вам понадобится эта информация, чтобы понять, что происходит.

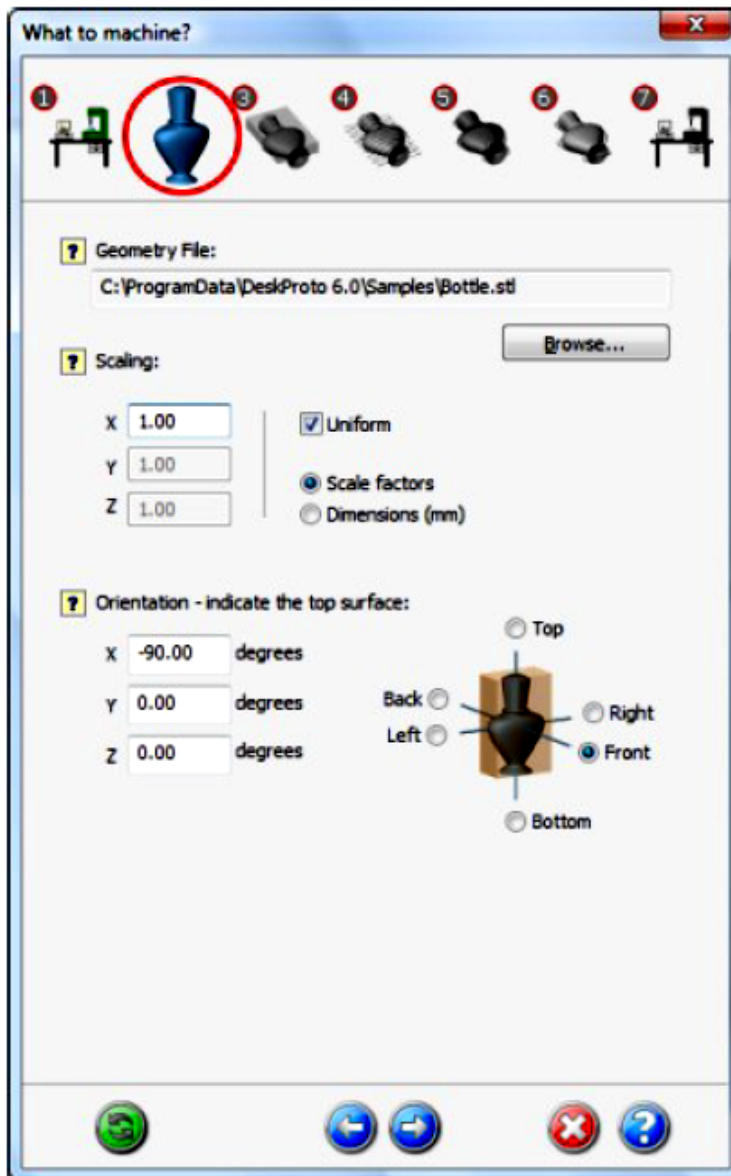


Экран *DeskProto* содержит стандартные элементы, такие как строка заголовка (верхняя строка), строка меню, панель инструментов (строка кнопок под меню) и строка состояния (нижняя строка).

Центральная область разделена на три плитки: большое окно *View* (Вид) справа, и окна *Project Tree* (дерева проектов) и *NC Files* (файлы ЧПУ) слева. Все эти элементы будут объяснены позже в этом уроке.

Вы всегда можете использовать функцию *Help* (Справки) для получения дополнительной информации о любой части экрана.

На данный момент важно знать, что на этом экране существуют два разных пользовательских интерфейса: интерфейс *wizard-based* (на основе мастера) и *dialog-based* (диалоговый интерфейс).



Новые пользователи рекомендуют использовать *DeskProto Wizards*, которые будут направлять их через все шаги, необходимые для создания файла траектории ЧПУ, используя свою собственную геометрию. На приведенной выше иллюстрации показана типичная страница мастера.

Мастер установит те же параметры, что и доступны в диалоговом окне, только сейчас они представлены в серии последовательных экранов, с доступными только наиболее важными параметрами. Вы можете найти мастера на *Start Screen* или через меню *File*, для получения большей информации см. Урок 1А.

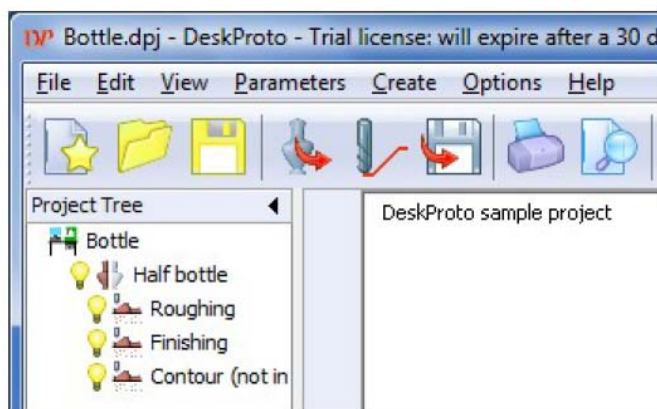


При использовании *Dialog-based interface* (интерфейса на основе диалога) вам нужно знать, где найти параметры. В этом интерфейсе вы можете определить параметры на трех уровнях:

1. **Project parameters** (параметры проекта) включают имя файла геометрии и количество деталей, которые вы хотите использовать для создания этого прототипа.
2. **Part parameters** (параметры детали) определяют, *What will be milled* (что будет фрезероваться). Они задают размер, ориентацию и подобное. Внутри каждой детали вы можете использовать одну или несколько фрезерных операций.
3. **Operation parameters** (параметры операции) определяют, *How it will be milled* (как это будет фрезероваться).

Фактически это единственные реальные «параметры фрезерования». Доступны три различных типа операций: в дополнение к стандартной (3D) операции, также доступны 2D операция и операция с растровым изображением.

**Project** (проект) является центральной концепцией *DeskProto*. Вся информация о прототипе хранится в файле проекта, который является файлом, который открывается при запуске и сохраняется при завершении. Файл проекта содержит все параметры фрезерования и просматриваемые параметры, а также содержит ссылку на файл геометрии (хотя он не содержит самой геометрии).



Вы можете представить древовидную структуру проекта, которая отображается в **Project Tree** (Дереве проекта) в левой части экрана *DeskProto*: см. Рисунок выше. Этот пример Проекта **“Bottle”** (Флакон) состоит из одной части под названием **“Half bottle”** (Половина флакона) и трех операций, называемых **“Roughing”** (Черновая обработка), **“Finishing”** (Финишная обработка) и **“Contour”** (Контур). Каждая рабочая строка включает значок лампы, который вы можете включить и выключить, чтобы сделать операцию (не-) видимой. Проект будет назван при сохранении его в первый раз, и пока дерево отобразит имя, как **«Untitled»** (Безымянный).

**Замечание 1:** доступны три разных редакции *DeskProto*: **Entry**, **Expert** и **Multi-axis**. Редакции *Entry* и *Expert* содержат подмножества доступных параметров детали и операции. Что для остального - редакции идентичны.

**Замечание 2:** чтобы открыть 3D-файл в *DeskProto*, вы должны использовать **«Load Geometry»** (Загрузить геометрию) в меню *File* (при необходимости сначала запустите новый проект). Вы не можете использовать *OPEN*, так как вы еще не имеете файла проекта *DeskProto* для этого нового проекта. 3D-геометрия используется для деталей и для всех 3D-операций.

Это является отличием для 2D-файлов и файлов растровых изображений, поскольку они используются только для одной операции. Вы можете добавить такую специальную операцию в параметры детали, или после щелчка правой кнопкой мыши по строке *Part* (деталь) в дереве проекта:

- чтобы загрузить 2D-файл: создайте 2D-операцию и отредактируйте ее 2D-операционные параметры.
- чтобы загрузить файл растрового изображения: создайте операцию растрового изображения и отредактируйте его параметры.

Любую функцию в *DeskProto* можно получить, используя выпадающие меню или с помощью кнопки на панели инструментов. Самые важные меню описаны ниже:

\* ***View Menu*** (меню просмотра) предлагает возможность изменить способ просмотра геометрии. Также попробуйте изменить вид, повернув шесть цветных колес-переключателей на экране и с помощью мыши в окне просмотра. Большинство функций в меню ***View*** также можно активировать с помощью панели кнопок.

\* В ***Parameters Menu*** (меню параметров) вы можете редактировать все параметры геометрии и параметры фрезерования. Для простого прототипирования достаточно редактировать только переднюю вкладку экрана для параметров детали и операции: другие вкладки могут появиться позже (все параметры имеют соответствующие значения по умолчанию).

\* ***Create Menu*** (меню Создать) является самым важным; здесь вы можете начать рассчитывать фрезерование и произвести запись файла программы ЧПУ.

Мы надеемся, что вам понравится использовать это программное обеспечение, и безусловно, поможет вам сделать свое прототипирование очень быстрым.

# Урок 1

## Фоторамка



На первом уроке будут объяснены наиболее элементарные функции *DeskProto*: вы узнаете о пользовательском интерфейсе *DeskProto* и его основных функциях. 3D-геометрия будет обработана, и файл ЧПУ будет создан, готов для отправки на фрезерный станок. Урок будет представлен дважды: сначала используя ***Basic 3D Wizard*** (основного 3D-мастера) и затем с помощью ***Dialog-based interface*** (интерфейса на основе диалога). Этот урок предназначен для всех редакций *DeskProto*.

Геометрия показана на рисунке выше: красивая ***picture frame*** (фоторамка) с цветочным рисунком для украшения. Отфрезеруйте ее из древесины и добавьте свою любимую фотографию: отличный подарок!

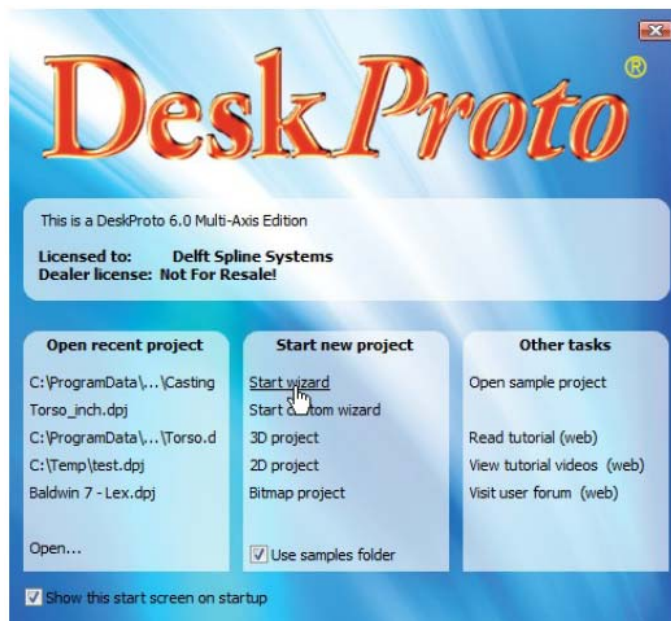
Эта деталь может быть полностью обработана с одной стороны, что делает ее великолепным образцом модели для этого первого урока.

Рельеф был создан Тоддом Бэйли из *4m3D Creative Design* ([www.4m3d.com](http://www.4m3d.com)) в качестве пользовательской модели *DeskProto*. Вы можете найти файл *DpPictureFrame.stl* в каталоге *Samples*, который был заполнен во время установки.

## Запуск DeskProto

Вы можете запустить *DeskProto*, используя значок программы на своем Рабочем столе, используя ярлык в меню «Пуск» *Windows* или любым из других методов, которые вам предлагает *Windows*. При запуске *DeskProto* кратко покажет свой мелькнувший экран (в первый раз появится дополнительный диалог с просьбой выбрать станок и единицы измерения, которые будут использоваться, см. пункт установки). После этого *DeskProto* покажет либо экран в *Trial* (пробном) режиме работы, или *Start screen* (стартовый экран).

*Trial screen* (экран в пробном режиме) отображается только при запуске *DeskProto* в пробной версии (*DeskProto* предлагает 30-дневный пробный период, чтобы вы попробовали программу перед тем, как решите ее купить). Он вам сообщает, сколько пробных дней у вас осталось, спросит какую редакцию *DeskProto* вы хотите для начала, и отображает кнопки для заказа лицензии или ее регистрации.



**Start Screen** (Стартовый экран) облегчит вам жизнь, поскольку он предлагает ярлыки для большинства общих задач: открытие существующего проекта, запуск нового проекта различными способами, использование одного из образцов, чтение или просмотр одного из учебных пособий. Как дополнительная опция: снимите флажок в рамке, чтобы *DeskProto* пропускал этот экран.

*DeskProto* предлагает два пользовательских интерфейса: **Wizard-based** (основанный на мастере) и **Dialog-based** (основанный на диалоге).

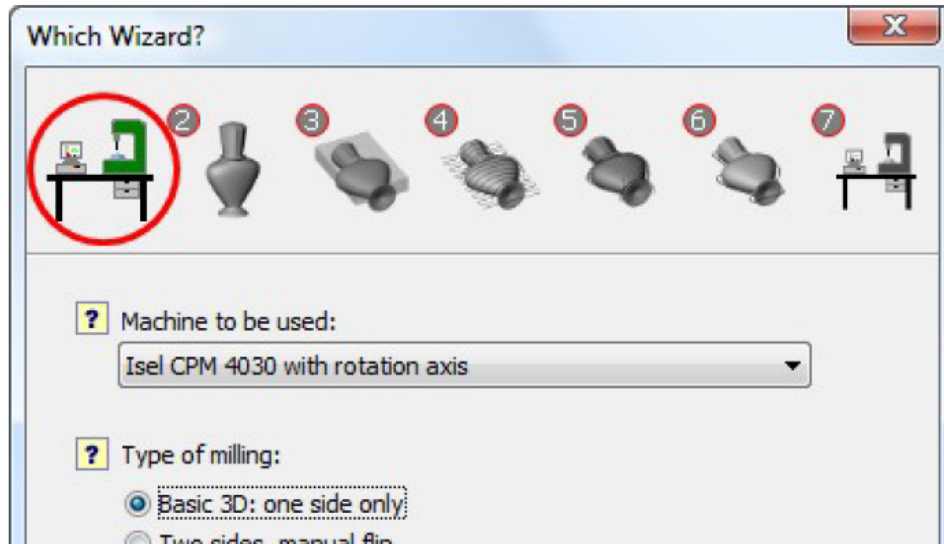
Для начинающих пользователей важным являются мастера, так как они будут вам служить пошаговым руководством по всем действиям, необходимым для создания файла ЧПУ в *DeskProto*. Все предложенные настройки с помощью *Wizards* (Мастеров) также возможны и в «нормальном» диалоговом интерфейсе пользователя.

В этом первом уроке мы объясним оба интерфейса: **Wizard-based** in **Урок 1А** и диалог, основанный на **уроке 1В**. Итак, для урока 1А теперь пожалуйста установите флажок **Use samples folder** (Использовать папку с образцами), а затем выберите опцию **Start wizard** (Запуск мастера).

# Урок 1А

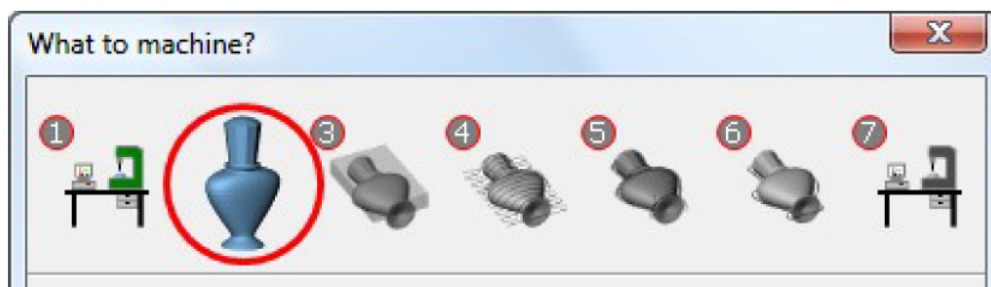
## Рамка изображения, интерфейс мастера

Вы только что выбрали *Start Wizard* (Запуск мастера), либо на экране запуска *DeskProto*, либо в меню *File*. Теперь вы можете использовать **Wizard interface** (интерфейс мастера) *DeskProto*, программа очень проста в использовании для тех, у кого нет предыдущего опыта. Мы сохраним учебник как можно кратким, поскольку мастер должен на самом деле быть поясняющим ...



Станок, который будет использоваться, должен быть уже корректным станком, таким станком, который вы уже установили по умолчанию при первом запуске *DeskProto*. Если это было сделано не правильно, вы можете изменить станок по умолчанию в *Default Part parameters*, т.е. параметрах станка по умолчанию (меню *Options*).

Фактически существует серия различных мастеров, каждый из которых предназначен для определенного типа фрезерования. Для фоторамки мы будем использовать первый мастер: **Basic 3D, one side only** (базовая 3D, только одна сторона) что доступно во всех редакциях *DeskProto*. Поэтому, пожалуйста, выберите мастера и нажмите **Next** (Далее).



Как вы теперь видите, вторая иконка становится активной (увеличенной и красной круг): вы находитесь на второй странице этого мастера. Эти значки можно использовать как вкладки навигации: вы можете щелкнуть по любому из цветных значков, чтобы перейти к этой

странице мастера. Большинство прямых переходов пока не возможны (значки серого цвета), так как вы не можете пропустить ни одну из страниц мастера. При использовании редакции *DeskProto Expert* или *Multi-Axis* вы увидите **семь страниц**, как показано в иллюстрации. При использовании редакции *Entry* вы увидите **пять страниц**, поскольку настройки для *Materials and Supports* (Материалов и Поддержки) и для *Contouring* (Оконтуривание) не доступны в этой редакции. Тем не менее, также в редакции *Entry* этот урок может быть завершен, так как мы не будем применять эти дополнительные настройки в любом случае.

На этой второй странице вам нужно просмотреть **geometry file** (файл геометрии). Когда вы начали с опции “*Use samples folder*” (Использовать папку с образцами) идет проверка, кнопка “*Browse*” (Обзор) должна непосредственно запускать просмотр в папке *Samples* (Образцы) *DeskProto*: выберите файл *DpPictureFrame.stl* и нажмите кнопку *Open* (Открыть).

**Примечание для пользователей INCH (дюймов):**

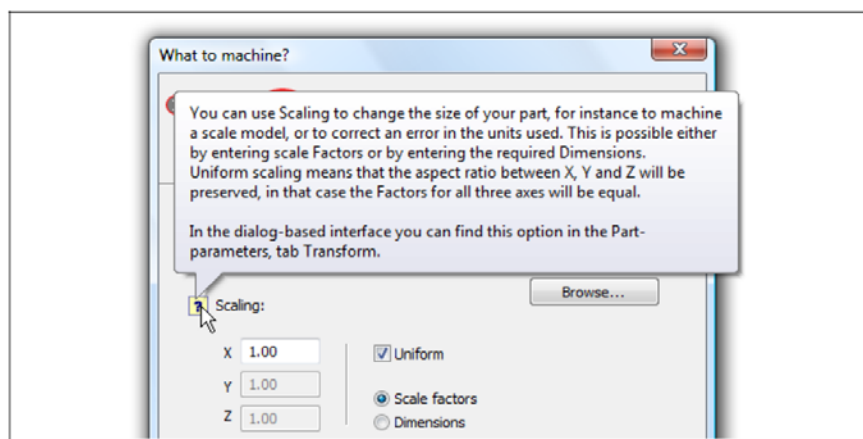
*Для пользователей, работающих в дюймах, большинство образцов геометрии также доступны в дюйм-версии. Для геометрии фоторамки в дюймах версия файла называется DpPictureFrame\_inch.stl. Поэтому, пожалуйста, выберите этот файл, так как в метрической версия в результате получается рамка высотой 183 дюйма.*

Если вы не видите папку *Samples*: то вы можете найти ее в папке:

`\ProgramData \DeskProto 6.1 \Samples \` (см. предыдущий абзац в Файлах и каталогах)

Масштабируйте, когда вам нужна рамка изображения другого размера, и не меняйте *Orientation* (Ориентацию), поскольку верхняя поверхность должна оставаться наверху.

Для получения дополнительной информации по любому из этих предметов: переместите курсор над одним из **yellow question marks** (желтых вопросительных знаков), чтобы получить объяснение.



На третьей странице под названием “*Material and Supports*” (Материал и поддержки) не требуется изменений для этого проекта: используйте ограничительную рамку геометрии в качестве материального блока, не добавляйте поддержки и сохраните позицию нулевой точки по умолчанию. Для пользователей *DeskProto Entry Edition* эта страница “*Material and Supports*” отсутствует, поскольку установки для

сегментации, вкладок поддержки и переноса в этой редакции не доступны.

Следующие три страницы мастера предназначены для трех операций, так как этот мастер будет автоматически генерировать три операции: **Roughing** (Черновая) (необязательная), **Finishing** (Финишная) и **Contouring** (Контурная) (необязательная). Операция черновой обработки предназначена для быстрого удаления материала, финишная для создания точной модели с гладкой поверхностью, а окончательная контурная сглаживает большинство лестничных переходов, которые могут быть видны, используя стратегию “*Contour Only*” (Только контур). На этих трех страницах вам нужно ввести фактические параметры фрезерования, такие как фрезу, скорость и точность.

В *Entry Edition* доступна только одна стратегия, поэтому этот мастер пропустит контур и создаст только две операции.

**Cutter** (фрезу) можно выбрать из списка в комбобоксе (раскрывающемся списке):

в списке показаны все фрезы в Библиотеке. Возможно, вам придется добавить или изменить фрезу: затем вы можете войти в эту библиотеку с помощью кнопки.

Для финишной обработки поверхности свободной формы, такой как этот каркас, фреза с шариковым наконечником является лучшим выбором, так как создаст гладкую поверхность. Чем больше радиус, тем более плавную, недостаток, очевидно, заключается в том, что для мелких деталей необходима небольшая фреза. Вы можете выбрать различные фрезы для каждой из трех операций, и в этом случае, конечно, потребуется смена инструмента.

Для черновой обработки выберите большое **Distance between the toolpaths** (расстояние между траекториями инструмента), для финишной - маленькое. В большинстве случаев значения по умолчанию будут в порядке для первой модели. Для **Speeds** (скоростей) вы также можете использовать значения по умолчанию, если только вы не обрабатываете прочный материал, такой, как металл. Мастер уже выбрал оптимальную **Strategy** (стратегию) для каждой из этих операций. В редакции *Entry* стратегия не может быть установлена, так как доступно только одна стратегия : **Parallel** (Параллельно).

Для операции грубой обработки доступны два дополнительных параметра: **Skin** (наружный слой) и высота **Layer** (слоя). Уход за наружным слоем вокруг модели улучшит качество поверхности: любые повреждения, возникающие при черновой обработке (например, вследствие колебания фрезы) в результате не будут видны. Финишная обработка затем будет плавно происходить плавными перемещениями по мере того, как стружка станет постоянной (удаляется только тонкий слой). Высота слоя (то как глубоко может фреза погрузиться в материал за один раз), конечно, никогда не будет выше, чем длина режущей части используемой фрезы.

Каждая из этих трех страниц операций также показывает поле для **Estimated machining time** (Оценки времени обработки). Чтобы увидеть время обработки, вы должны нажать кнопку **Calculate** (Расчитать). Затем будут также показаны траектории для этой операции.

Последняя страница мастера, **Send to machine** (Отправить на станок), показывает результирующее дерево проекта (вы можете переименовать любую строку в дереве после медленного двойного щелчка). Кнопка **Send to machine** доступна только в том случае, если ваш станок поддерживает этот параметр и когда устройство вывода ЧПУ сконфигурировано в Настройках *DeskProto*. Кнопка **Write NC program file** (Записать файл программы ЧПУ) в большинстве случаев – последний шаг, который нужно выполнить в

*DeskProto*. Затем этот файл можно отправить на фрезерный станок с ЧПУ, см. конец этой главы. Расширение файла зависит от того станка, который вы выбрали в качестве станка по умолчанию: каждый производитель машины использует разные типы файла ЧПУ.

Вы можете завершить Мастер, нажав *Finish* (Готово). После этого вы можете сохранить этот новый проект через: *File*→*Save*: это сохранение приведет к созданию файла проекта *DeskProto*, с расширением *DPJ*.

Тем не менее, прежде чем вы это сделаете, прочитайте ниже *Notes* (Примечания) об этом результате:

1. Геометрия фоторамки имеет большое отверстие в центральной области. Что конечно имеет смысл для рамки, однако это не идеально подходит для стандартных параметров, заданных только Мастером.

По умолчанию Стратегия черновой обработки - *Block* (Блок) и позволяет фрезе перемещаться изнутри за пределы. Это идеально подходит для большинства моделей, однако не оптимально для рамки, как некоторый оставшийся материал в центре будет вырезан. Этот свободный кусок материала может повредить вашу модель, поэтому здесь будет безопаснее использовать стратегию *Parallel* (Параллель) для черновой обработки.

Финишная стратегия по умолчанию - *Parallel*, которая также завершит выборку центральной области, поэтому времени потребуется больше, чем необходимо.

2. *DeskProto* предлагает множество опций, чтобы сделать эти траектории более эффективно, большинство из них доступны только через интерфейс на основе *Dialog* (Диалога). Для большей информации см. уроки в следующем абзаце.

Можно сначала использовать Мастер, а затем (после завершения мастера) отрегулировать ваш проект, используя интерфейс на основе *Dialog*.

3. В каталоге *Samples* (Образцы) *DeskProto* вы можете найти образец файла проекта для этой геометрии, с гораздо лучшими настройками. Так проще всего открыть этот файл *DpPictureFrame.dpj* (или *DpPictureFrame\_inch.dpj*).

С этого места вы можете прочитать следующую половину этого урока о том, как использовать диалоговый интерфейс или перейти к абзацу под названием “*To the milling machine*” (Для фрезерования на станке) в конце этой главы.



# Урок 1В

## Фоторамка, диалоговый интерфейс

Запустите *DeskProto* (или перезапустите его), и на Стартовом экране (см. стр. 20), пожалуйста, снова проверьте *Use samples folder* (использовать папку с образцами) и теперь выберите вариант *3D project* (в разделе «*Start new project*» (Начать новый проект)). Теперь мы покажем вам, как установить все параметры в режиме диалогового интерфейса. Любые настройки, которые делают Мастера, также могут быть выполнены таким образом.

### Загрузить файл геометрии

Первое, что вам нужно сделать для нового проекта, - загрузить геометрию, которую вы хотите использовать. В большинстве случаев это будет файл *STL*. В *DeskProto* вы это сможете сделать, используя команду *Load geometry* (Загрузить геометрию), расположенную в меню *File* (или используя кнопку загрузки геометрии). Результатом будет диалог *File-Open* в диалоге, с которым вы можете просмотреть *STL*-файл, который хотите использовать. Как только вы в Стартовом экране выберете *3D project*, *DeskProto* откроет это диалоговое окно *File-Open* для вас автоматически.



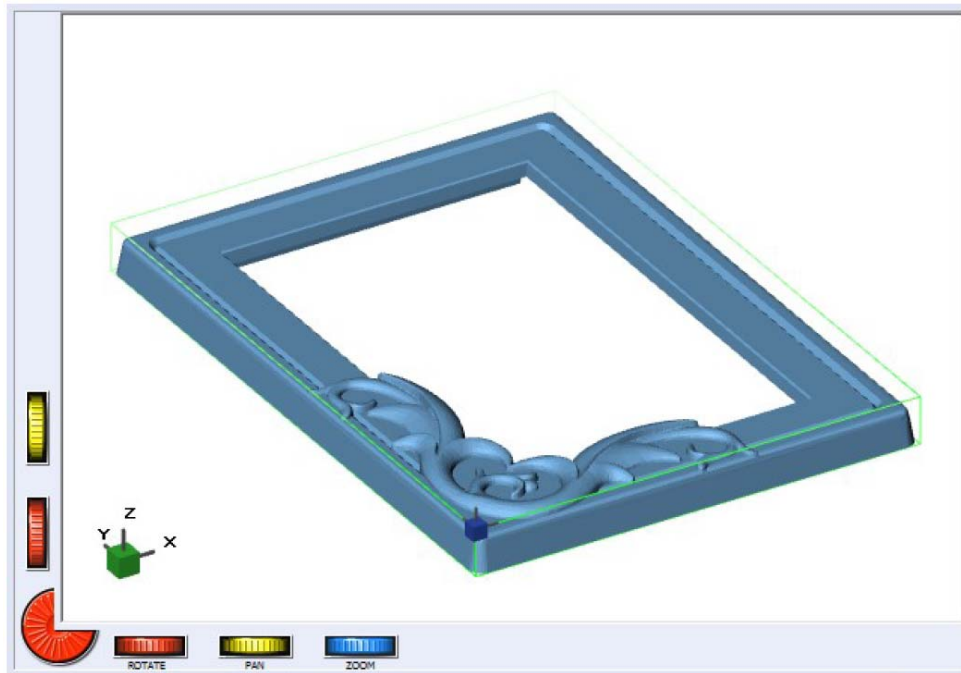
Файл, который мы хотим использовать для этого урока, называется *DpPictureFrame.stl* и он находится в папке *Samples* от *DeskProto*. К сожалению, местоположение этой папки - *Windows \ ProgramData \ directory* – различно для *Windows* версий, поэтому файл может быть затруднен для поиска. Но нет проблем: вы можете использовать установку флажка в Стартовом экране, упомянутом выше. Кроме того, ссылка на папку *Samples* от *DeskProto* отображается в левой части диалогового окна *File-Open* (не в версии *WinXP*). Поэтому перейдите в папку *Samples* и откройте файл *DpPictureFrame.stl*

При чтении файла геометрии на экране будет отображаться индикатор прогресса, подсчитывая процент, с которым был обработан.

### Примечание для пользователей *INCH*:

Для пользователей, работающих в дюймах, большинство образцов геометрии также доступны и в дюйм-версии. Для геометрии фоторамки в дюймах версия файла называется *DpPictureFrame\_inch.stl*. Поэтому, пожалуйста, выберите этот файл, так как метрическая версия будет в результате получает рамку высотой 183 дюйма.

## Окно просмотра



Когда файл геометрии был прочитан, в окне *View* (Вид) будет показана геометрия: красиво оформленная фоторамка. Результатом этого урока будет отличный продукт, либо на собственном столе, либо для использования в качестве самодельного подарка!

Зеленые линии вокруг геометрии показывают ограничивающий прямоугольник: размеры необходимого для этой детали материала. **Green cube** (Зеленый куб) с X, Y и Z показывает направления этих трех осей и называется Ориентатором. Маленький синий куб показывает положение нулевой точки (0,0,0) заготовки для этой детали, более об этом последует позже.

## Поворот, панорамирование и масштабирование

Для просмотра геометрии с любой стороны *DeskProto* предлагает несколько способов поворота и перемещения объекта на экране. Элементы управления, которые привлекают наибольшее внимание – это цветные колесики-переключатели на границе окна просмотра.

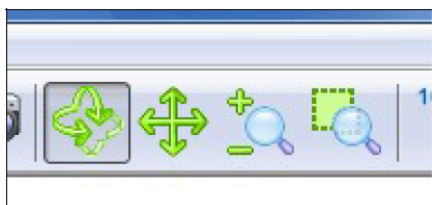
Вертикальные и горизонтальные красные колесики-переключатели обеспечивают вращение вокруг горизонтальной и вертикальной осей (горизонталь и вертикаль на экране дисплея).

Колесо-переключатель в три четверти круга в углу позволяет вращаться вокруг оси, перпендикулярно экрану. Поместите курсор над одним из этих красных колесиков-переключателей, нажмите левую кнопку мыши и удерживайте ее нажатой во время перемещения мышь. Вы увидите, что геометрия вращается, как высвечено.

Два желтых колеса-переключателя могут использоваться для панорамирования (перемещение геометрии

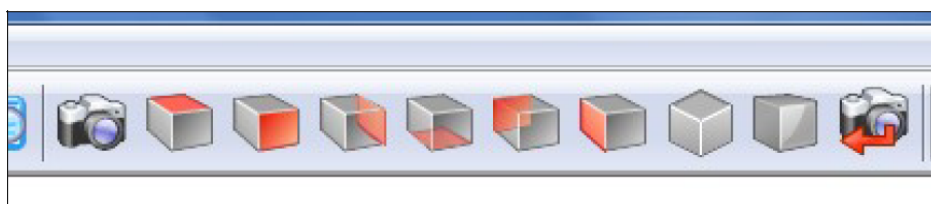
по экрану, по горизонтали и по вертикали). И синее колесо-переключатель предназначено для масштабирования (изменения расстояния просмотра).

В то время как эти колёсики-переключатели привлекают наибольшее внимание, на самом деле они не столь необходимы, так вы также можете использовать непосредственное управление мышью для поворота, панорамирования и масштабирования. Наиболее интуитивным является вращение мыши: поместите курсор внутри области рисования, нажмите левую кнопку мыши и переместите мышь. Появившуюся геометрию теперь можно вращать. Представьте себе большую полую стеклянную сферу вокруг геометрии: курсор захватывает сферу и вращает ее, включая ее содержимое.



Результат описанного движения мыши зависит от состояния *Mouse function buttons* (функциональных кнопок мыши): см. Рисунок выше. Из этих четырех кнопок всегда активна только одна (нажата), позволяя лишь вращение мышью, панорамирование мышью, масштабирование мышью или масштабирование окном. Никаких дальнейших объяснений не требуется: просто нажмите одну из четырех кнопок и посмотрите, что произойдет, когда вы используете мышь в окне *View* (просмотра).

Можно даже поворачивать, панорамировать и масштабировать, не используя эти функциональных кнопок мыши: нажмите среднюю кнопку мыши (колесико мыши) для панорамирования и поверните это колесо для масштабирования. При масштабировании положения курсора устанавливается центр масштабирования, поэтому вы можете масштабировать любую деталь на экране.

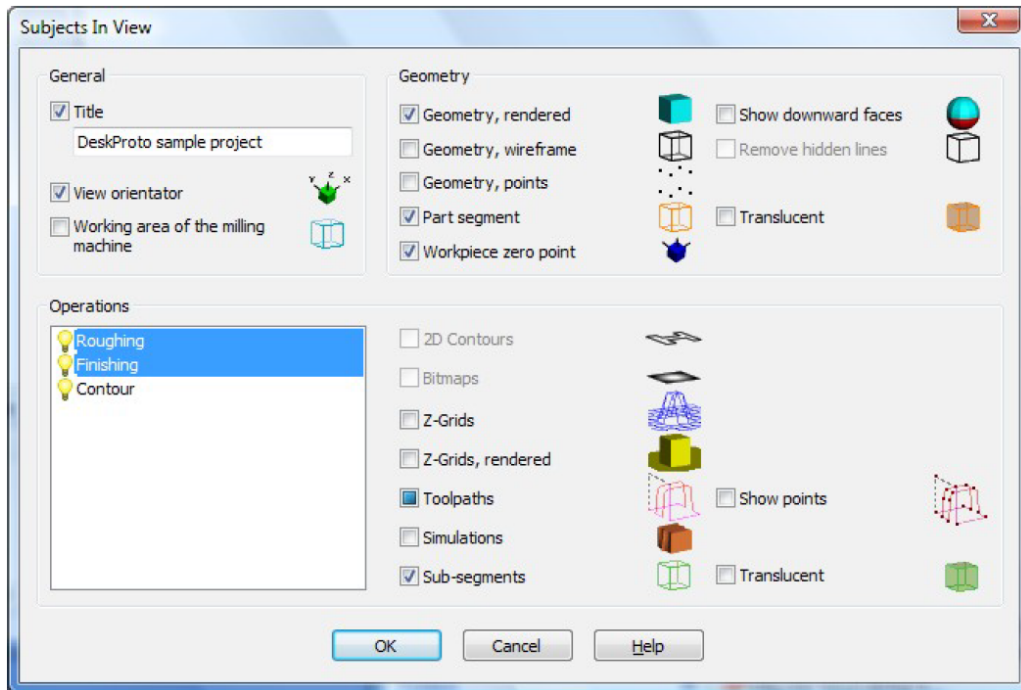


Ряд стандартных видов можно установить очень быстро, используя кнопки шести панелей инструментов, показывающих маленькие кубики. Каждая кнопка устанавливает *main view* т.е. основной вид (вид вдоль одной из главных осей). Следующие три кнопки справа от этих кубов могут быть использованы для быстрого набора изометрического вида, просмотра по умолчанию и предыдущего вида.

**Замечание:** все эти элементы управления влияют только на ваш взгляд на модель (позицию камеры), а не на фактическую ориентацию вашей геометрии на фрезерном станке.

## Предметы в Виде

Опция, которая окажется очень удобной, позволяет выбрать, какие предметы должны отображаться в *View Window* (окне просмотра). Вы можете открыть диалоговое окно *Subjects* для Просмотра, нажав *Subjects...* в меню *View* (Вид) или дважды щелкнув внутри окна вида (возможно больше методов).



Каждый высвечиваемый объект показан с флажком для отметки каждого объекта который отображается. При проверке («V») после нажатия кнопки ОК соответствующий объект будет отображен.

Когда поле полностью заполнено (показывается квадратом вместо V), например на рисунке выше для Панели инструментов, то это означает, что выбрано несколько операций, с различным статусом для этого объекта.

На данный момент, пожалуйста, посмотрите только на объекты геометрии и поиграйте с доступными вариантами, чтобы узнать, что произойдет. Например, *'Show downward faces'* (Показать нижние грани) - есть отличный инструмент для поиска любых поднутрений в вашей геометрии (область, которую фреза не может достичь), а опция *'Translucent'* (Прозрачный) для сегмента детали (блока материала) будет делать совершенно ясным, свободна или нет деталь внутри блока.

## Проверьте ориентацию и размеры модели

Изучая геометрию, глядя на несколько разных направлений, вы возможно, заметили, что фоторамка правильно установлена для фрезерования. В *DeskProto* фрезерный инструмент всегда исходит из положительного *Z*-направления: *X* расположено слева направо на фрезерном станке, *Y* - спереди назад, а *Z* – вверх и вниз. Когда рамка изображения лежит на задней стороне, передняя сторона свободной формы может быть полностью обработана.

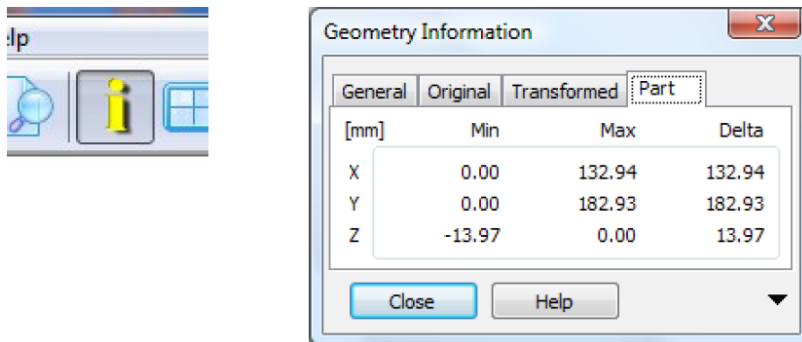
Две функции для проверки ориентации уже обсуждались ранее:

- *Orienter* (зеленый куб с тремя осями) показывает направление осей;
- опция *Show downward faces* (параметр «Показать нижние грани») можно использовать для проверки подрезов.

Эту геометрию не нужно поворачивать для геометрии, где необходимо вращение смотрите Урок 2.

Указанное выше, не совсем правильно: в геометрии, на обратной стороне фоторамки, для фото и стекла смоделирована выемка, и эта выемка не может быть создана при обработке только лицевой стороны. Тем не менее, рамка также может использоваться и без углубления, поэтому в этом уроке мы его просто проигнорируем. Информация о механической обработке с двух сторон последует позже.

То, что вы еще не видели, - это размеры геометрии, которые скажут вам, поместится или нет ваша деталь на вашем станке. *DeskProto* будет конечно, предупреждать вас, если она слишком велика, однако вам все равно нужно знать эту '*Geometry information*' (Информацию о геометрии), чтобы подготовить блок материала, который вы должны использовать.



Нажмите кнопку *Toolbar* (Панель инструментов) с желтым **i** цветом или выберите *Geometry Info* (Геометрическая информация) из меню *View* (Просмотр), чтобы отобразить диалоговое окно *Geometry Information* (Информация о геометрии): см. фотографии выше. В этом диалоговом окне отображаются размеры исходной геометрии, как показано в файле (вкладка '*Original*') и геометрии модели, которую вы создаете (вкладка '*Part*'). Подробнее о различиях между этими вкладками будет дано на одном из следующих уроков.

Как видите, размеры детали в порядке (рисунок в мм), поэтому вы можете продолжить и начать создавать свой первый файл ЧПУ.

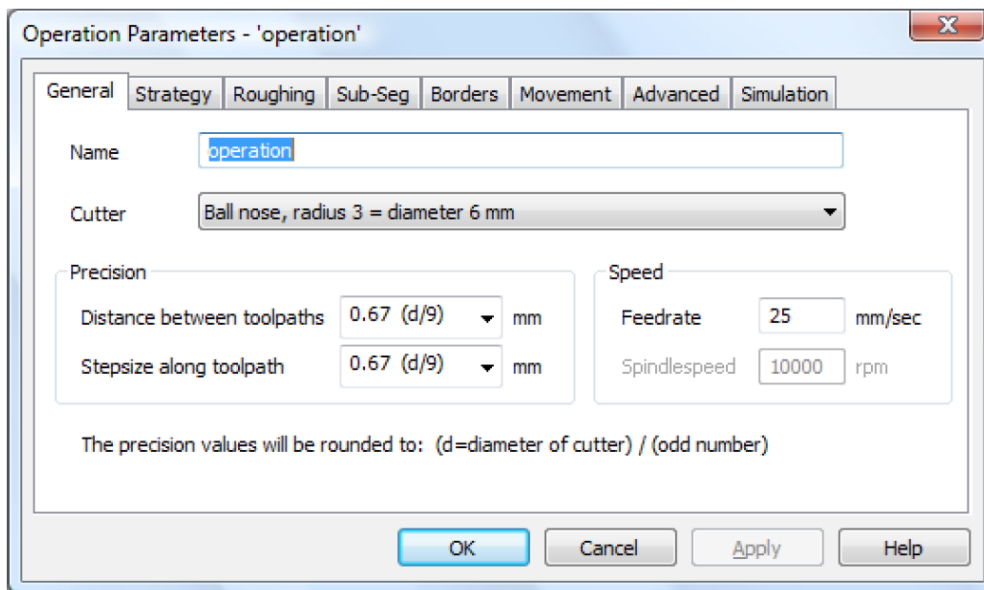
## Задайте параметры фрезерования

Чтобы вычислить правильную траекторию ЧПУ (путь, который режущий инструмент следует в процессе резания) *DeskProto* нуждается в информации о параметрах фрезерования, которые вы хотите использовать. Например, диаметр фрезы, которая будет использоваться, и насколько точно будет ваша модель. В этом уроке мы сначала покажем эти основные параметры, а затем научим вас, как усовершенствовать процесс фрезерования с использованием операций черновой и финишной обработки.

Очевидно, что также важно выбрать правильный станок для вашего проекта. Мы предполагаем, что вы уже выбрали свой станок при первом запуске *DeskProto*: тогда ваш станок является им по умолчанию, поэтому нам не нужно его выбирать для каждого нового проекта.

Для каждой операции фрезерования необходимо установить *Cutter* (режущий инструмент) и *accuracy* (точность). Фреза, которую вы используете на станке, разумеется, должна совпадать с фрезой, которую вы выбрали в *DeskProto*: обработка с помощью любой другой фрезы приведет к неправильной модели.

Вы можете найти как фрезу, так и точность в параметрах операции:



Вы можете открыть диалоговое окно *Operation Parameters* (Параметры операции) в меню *Parameters*, проще всего просто **double-click** (дважды щелкнуть) строку этой операции в *Project Tree* (Дерево проекта).

Это дерево проекта видно с левой стороны экрана *DeskProto* и показывает все детали и операции в этом проекте (как это было объяснено в разделе Быстрый запуск этого Учебника).

Диалоговое окно «Параметры операции» состоит из нескольких экранных вкладок. Так все параметры фрезерования имеют соответствующие значения по умолчанию, и, поскольку мы хотим начать просто: пока посмотрите только на первую вкладку и просто игнорируйте скрытые экранные вкладки. Не игнорируйте самую важную кнопку в диалоговом окне: кнопку **Help** (справка)! Она приведет

на страницу, которая полностью объясняет один этот диалог. Попробуйте *Help* и помните это, когда у вас возникнет вопрос позже.

Как вы можете видеть, была выбрана **cutter** (фреза) с шариковым наконечником диаметром 6 мм, которая является стандартным инструментом в *DeskProto* (для дюймовых пользователей диаметром 1/4 дюйма).

Для поверхностей свободной формы наилучшим выбором будет шариковая фреза, так как она создает гладкую поверхность. Чем больше радиус, тем более гладко, го недостаток, очевидно, заключается в том, что для мелких деталей необходима небольшая фреза. Поскольку в этой геометрии маленькие детали, то вы можете выбрать меньшую фрезу, все же эта 6 мм с шариковым наконечником также даст хороший результат (*DeskProto* не повредит геометрию, если фреза слишком большая, просто оставит лишний материал, куда она не может добраться).

Можно установить два значения точности: значение ***Distance between toolpaths*** (расстояние между траекториями инструмента) будет ясно, для ***Stepsize along toolpath*** (размерный шаг вдоль траектории инструмента) потребуется некоторое объяснение. Каждая траектория инструмента состоит из большой серии небольших линейных движений (в ЧПУ терминология: движения G1). Эта вторая настройка определяет размер этих линейных перемещений (шагов). В большинстве случаев лучше всего установить равные значения для обоих ***Precision parameters*** (Параметров точности).

Меньшие значения точности приведут к более сглаженному и более точному результату, однако также к более длительному времени обработки. Вы можете попросить *DeskProto* оценить время обработки в меню *Create* (см. следующий параграф).

Для обработки пенопласта, обработанной доски и древесины значения по умолчанию для ***Feedrate*** (подачи) и ***Spindle speed*** (скорость шпинделя) будут в порядке; вообще говоря, их нужно изменить только для более твердых материалов. Теперь нажмите *OK*, чтобы закрыть параметры операции.

## Рассчитать траектории инструмента

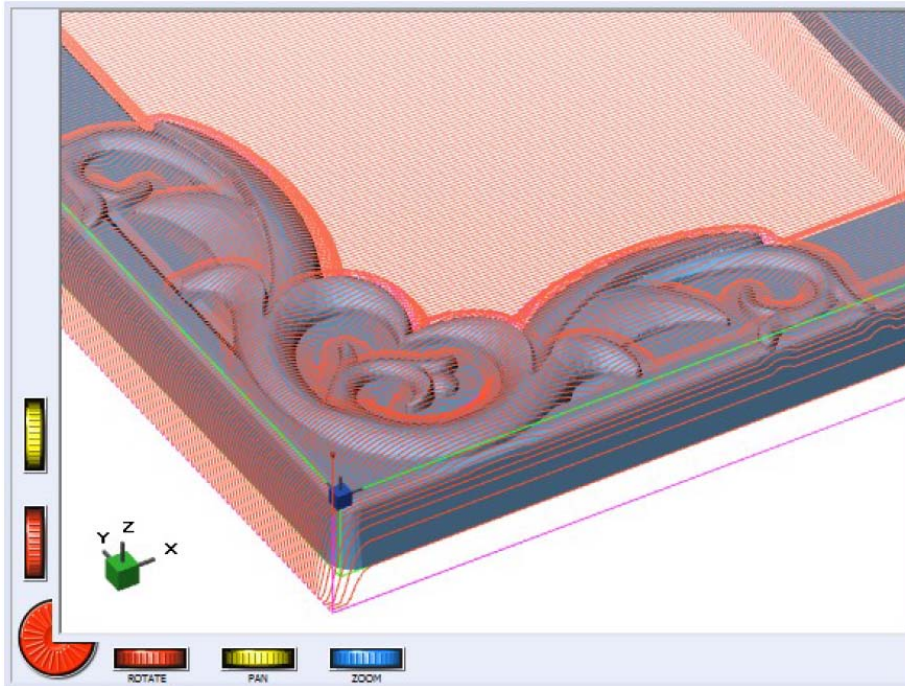
После настройки параметров фрезерования вы теперь можете рассчитать траектории инструмента: в меню *Create* выберите ***Calculate Toolpaths*** (Вычислить траектории) или (проще) нажмите кнопку “*Calculate toolpaths*” (5-я кнопка).



Во время вычислений *DeskProto* показывает индикатор выполнения, чтобы поддержать вас информацией об их прогрессе.

После завершения вычислений *DeskProto* отобразит траектории:

красная линия - это путь, за которым следует кончик режущего инструмента. Первая и последняя точка траектории инструмента указана маленькими красными стрелками. Некоторые из траекторий инструмента могут быть нарисованы черными серыми линиями: это позиционирование движения фрезы над моделью (при свободной высоте движения), которое будет выполняться быстрее (называемый *Rapid*), чем режущие перемещения (с использованием скорости подачи). Также после последнего режущего перемещения в режиме быстрого доступа она поднимается до уровня “*Zfree level*” (уровень свободного перемещения по Z).



Вышепоказанное изображение было сделано после небольшого масштабирования, чтобы фактически увидеть траектории на рисунке. Вы можете четко видеть расстояние между траекториями инструмента и фактическую геометрию: это трехмерная компенсация для *Cutter radius* (радиуса фрезы), которую рассчитал *DeskProto*.



## Создание программы ЧПУ

Чтобы отправить только что рассчитанные траектории на ваш фрезерный станок, вам придется сначала сохранить их в файле, который называется программным файлом ЧПУ. Вы можете сделать это в меню *Create*, с командой **Write NC program file** (Записать файл программы ЧПУ) или (проще), нажав кнопку «*Write NC-file*»:



*Load geometry*



*Calculate toolpaths*



*Write NC-file*

Вы увидите, что эти три кнопки (не 4, 5 и 6) являются центральными в рабочем потоке *DeskProto*.

После предоставления этой команды появится диалоговое окно 'Save-as' (Сохранить-как), в котором вы можете ввести имя файла программы ЧПУ для записи. Расширение файла зависит от станка, который вы выбрали в качестве станка по умолчанию: каждый изготовитель станка использует другой тип файла NC. После нажатия кнопки *Save* (Сохранить) *DeskProto* будет записывать файл программы ЧПУ на диск. Поскольку все расчеты уже сделаны, процесс создания файла ЧПУ не займет много времени.

### Замечание 1:

Для некоторых станков нет необходимости писать файл ЧПУ, поскольку *DeskProto* может напрямую отправить траектории инструмента на станок. Это можно сделать с помощью команд: меню *Create* (Создать)→*Extra* (Дополнительно)→*Send* (отправить) текущие траектории инструмента на станок.

Сначала эту опцию следует настроить с помощью *Options*→*Preferences* (Настройки)→вкладка *NC output* (Вывод ЧПУ)→выберите и настройте устройство вывода ЧПУ.

Не так много станков поддерживают это: мы знаем, что все станки *Roland* делают это, а также некоторые высокопроизводительные промышленные станки.

### Замечание 2:

То, что вы только что сделали, является записью траектории. Не путайте это с сохранением проекта, который является стандартным в *Windows*, т.е. *File*→*Save* (сохранить) действие и записать, как ***DeskProto project file*** (Файл проекта *DeskProto*). В файле проекта сохраняются все настройки параметров и ссылка на файл геометрии, который используется. Файлы проекта *DeskProto* имеют расширение *DPJ*.

Отсюда вы можете перейти к пункту "To the milling machine" («К фрезерному станку») или сначала узнайте о черновой обработке и финишной в следующем параграфе.

## Черновая обработка и финишная

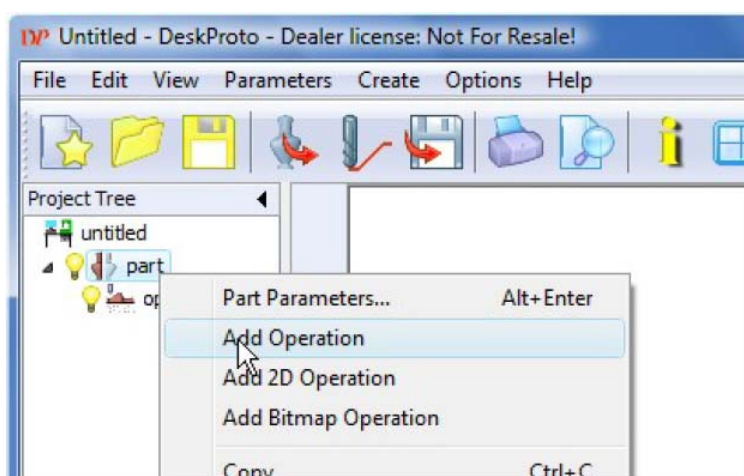
Только что созданные траектории будут создавать фоторамку, поэтому вы можете свободно пропустить тонкости настройки, представленные в этом параграфе. Тем не менее, применение черновой обработки и финишной имеет несколько отличительных преимуществ, поэтому стоит иметь в виду еще некоторое время.

Вы хотите, чтобы время обработки вашей детали было как можно меньше, и вам также нужна точная модель с гладкой поверхностью. При использовании только одной операции вам нужно выбирать между быстротой или точностью. Поскольку фреза не может удалить весь материал за один раз (за исключением очень тонких моделей), она будет перемещаться вниз по слоям. Например, погрузив ее на 5 мм в материал, удаляются весь лишний материал выше этого уровня; следующее погружение до минус 10 и т. д. *DeskProto* будет автоматически применять эту разбивку на слои (что является функциональностью черновой обработки), так как она не позволяет фрезу погружаться глубже в материал, чем длина режущей части (как минимум, на первой операции). Когда так делается с шагом малой длины (требуется для гладкости поверхности), то это занимает много времени.

При использовании черновой и финишной обработки:

**операция черновой обработки быстро удалит материал** (используя большой интервал траектории инструмента), после чего

**операция финишной обработки будет воспроизведет точную модель** и гладкую поверхность (используя маленький интервал).



Для этого нам нужно иметь две операции в *DeskProto*, поэтому вам необходимо создать вторую операцию для текущей детали. Вы можете сделать это несколькими способами: как показано выше, это щелчок правой кнопкой мыши в дереве на строке *Part* (деталь), а затем в контекстном меню выберите *Add Operation* (добавить операцию). Результатом будет дерево с двумя рабочими операциями, называемыми "*Operation*" и "*Operation* [#1]".

Дважды щелкните по первой строке операции в дереве и измените ее имя на "*Roughing*" «Черновая». Это касается операции, которую вы открыли в предыдущем пункте: в случае, если вы внесли много изменений, вам сначала будет лучше в контекстном меню переключить Операции 1 и 2 с помощью '*Move up*' (Переместить вверх) или '*Move down*' (Переместить вниз).

Теперь вы можете установить параметры операции, чтобы сделать ее действительно **Roughing Operation** (черновой операцией). Перейдите на вкладку *Roughing* (Черновая обработка) и выберите *Layer height* т.е. высоту всего слоя (значение по умолчанию это длина фрезы, которая во многих случаях будет слишком большой) и толщина *Skin* (снимаемого за проход слоя). Для 6-миллиметровой фрезы и мягкой древесины вы можете использовать 10 мм высоты слоя и 0,5 мм снимаемого слоя (в дюймах: для 1/4 "фрезы это 0,4" высоты слой и 0.02" снимаемого слоя). Вы также можете проверить параметр *Ramping* (Спуск). Используйте *Help* для получения дополнительной информации об этих настройках.

В качестве стратегии черновой обработки (2-я вкладка) мы часто используем *Block*, поскольку в большинстве случаев она наиболее эффективна. Однако не для этой рамки, так как это приведет к освобождению материала в центре, вызывая проблемы. Поэтому оставьте стратегию *Parallel* (параллельно).

На вкладке *General* (Общие) теперь можно выбрать большие значения точности (расстояние и размер шага). В большинстве случаев второе значение в раскрывающемся списке будет:  $d/3$ . Это означает  $1/3$  диаметра фрезы, и так вы ожидаете 2 мм (0,0833 дюйма). Теперь вместо  $d/3$  будет сообщено 2.33 мм (0.0967"). Причиной этого отличия является снимаемый слой, который был применен. Снимаемый слой обрабатывается путем вычисления с помощью «виртуальной фрезы», которая толще, чем реальная:  $R\ 3 + skin\ 0.5 = R\ 3.5$ . Это означает, что диаметр станет 7, и размер шага  $7.0 / 3.0$  в результате равен 2,33.

Закройте диалоговое окно, используя ОК.

Вторая операция будет **Finishing Operation** (финишной операцией): откройте параметры, и измените имя на «*Finishing*». Вам не нужны действующие функции черновой обработки, и вы хотите уменьшить значения точности (расстояние и шаг). Для финишной обработки мы часто проверяем опцию '*Skip horiz. Ambient*' т.е. пропустить горизонт. окружения (вкладка *Advanced*), также снимите флажок "*ignore enclosed ambient*" (игнорировать замкнутое окружение), которые для рамки позволят пропустить центральное отверстие. Это приведет к сокращению траектории инструмента, только если на вкладке *Movement* (Движение) проверена опция *Sort* (Сортировка). Вы можете оставить все остальное таким, каким оно было (значения по умолчанию).

Вы можете использовать две разных фрезы - для черновой обработки и для финишной: толстая плоская фреза для быстрой и эффективной черновой обработки, и небольшая фреза с шариковым наконечником - для финишной детализации. Поскольку эта геометрия содержит много мелких деталей, то это даст очень хороший результат. С другой стороны: альтернатива использования той же фрезы для обеих операций имеет то преимущество, что нет никакой необходимости в смене инструмента.

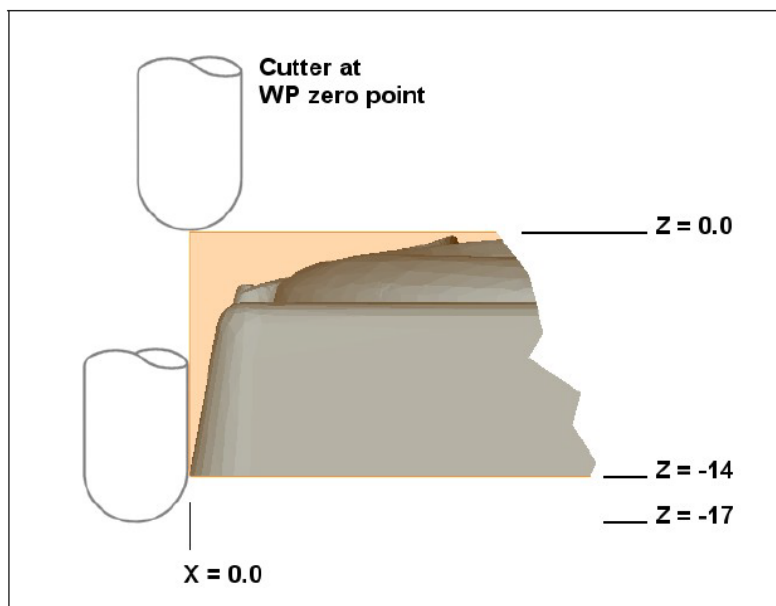
## На фрезерный станок

Созданная программа ЧПУ готова к отправке на фрезерный станок, так что вы, наконец, готовы начать отсекать стружку. Поскольку способ сделать это зависит от того, какой вы используете станок, здесь может быть предоставлена не вся необходимая информация: обратитесь к руководствам по вашему фрезерному станку с ЧПУ.

Сначала необходимо подготовить блок материала. Вы уже знаете размеры рамки, которые вы только что установили в *Geometry Information dialog* (диалоге геометрической информации): 133 x 183 x 14 мм или в дюймах 5.23 "x 7.2" x 0.55.

Для первой тестовой модели вы можете использовать гораздо больший блок материала, оставляя лишний материал со всех сторон для зажима блока без риска повреждения ваших зажимов. Сделайте блок по крайней мере на 10 мм больше в Z-направлении, так как фреза с шаровым наконечником будет двигаться на  $R$  мм ниже нижней части рамки ( $R$  является радиусом фрезы). Это необходимо для полной обработки вертикальных и крутых поверхностей, см. иллюстрацию ниже для фрезы с шариковым наконечником с  $R = 3$  мм.

Вы можете закрепить блок на станке с помощью зажимов, тисков или любым другим способом. Для легких материалов, таких как полиуретан (*PUR*) или полистирол (*PS*) можно использовать двухстороннюю липкую ленту.



Затем вам нужно будет сообщить своему станку, где найти блок материала. Или другими словами: вы должны ввести *WorkPiece Zero point* (нулевую точку заготовки) для этой программы ЧПУ по отношению к блоку, только что установленному. Обычно фрезерный станок с ЧПУ имеет две нулевые точки: нулевую точку станка, в углу обрабатываемой области, и, чтобы быть независимо определенной, нулевую точку заготовки (*WP zero*, также называемую *Program Zero*). Таким образом, в результате имеется две разные системы координат: координаты станка (используемые для определения нулевой точки заготовки) и координаты заготовки (используются для всех операций фрезерования).

По умолчанию *DeskProto* устанавливает ***Left-Front-Top corner*** (левый передний угол) блока материала в (0,0,0). Это настройка переносится по умолчанию. Все позиции  $X$  и  $Y$  детали положительны ( $X = 0$  - левая часть блока, а  $Y = 0$  – фронтальная сторона), все  $Z$ -позиции отрицательны ( $Z = 0$  - верхняя часть блока материала). Итак, левый верхний угол блока должен быть установлен как нулевая точка заготовки на станке. В большинстве случаев она также будет отправной точкой траектории инструмента.

Или, если ваш блок больше, нуль также может быть расположен внутри блока, оставив достаточное пространство (133 мм для  $X$  и 183 мм для  $Y$ ) для завершения обработки всей детали. Или в действительности даже немного больше, так как на всех четырех сторонах фреза должна перемещаться за пределы детали для обработки наружных поверхностей. Удостоверьтесь, что вы дважды проверили  $X$  и  $Y$ : если вы крепите блок с самой длинной стороной в неправильном направлении - деталь не поместится внутри блока.

На многих станках вы можете ввести нулевую точку *WP* путем ручного позиционирования фрезы (фрезерного инструмента) точно на нулевой точке нужной детали, а затем указав контроллеру станка, что это позиция (0,0,0). Имейте в виду: для  $X$  и  $Y$  должен быть точно задан центр инструмента, а для  $Z$  - конец инструмента. Разумеется, прежде необходимо установить правильный инструмент в шпиндель станка, так как разные фрезы будут иметь разную длину.

Теперь вы готовы запустить станок, отправив файл программы ЧПУ, который вы только что создали на станок. Большинство фрезерных станков с ЧПУ имеют свое собственное ***control software*** т.е. программы управления чтобы сделать это (например, *Mach3*, *PCNC* или *LinuxCNC*). Если так, то выйдите из *DeskProto*, запустите эту программу управления станком и откройте файл программы ЧПУ. При необходимости сначала перенесите этот файл *DeskProto* с ПК на компьютер управляющий станком.

Другие станки (например, многие станки *Roland*) можно легко запустить, как принтер. С помощью этих станков можно отправить файл непосредственно из *DeskProto*, выбрав опцию '*Send NC Program to Machine...*' (Отправить программу ЧПУ на станок ...) в меню *Create*. В этом последнем случае: убедитесь, что порт связи задан правильно и драйвер принтера корректно сконфигурирован (выберите '*Preferences*' (Настройки) в меню *Options*).

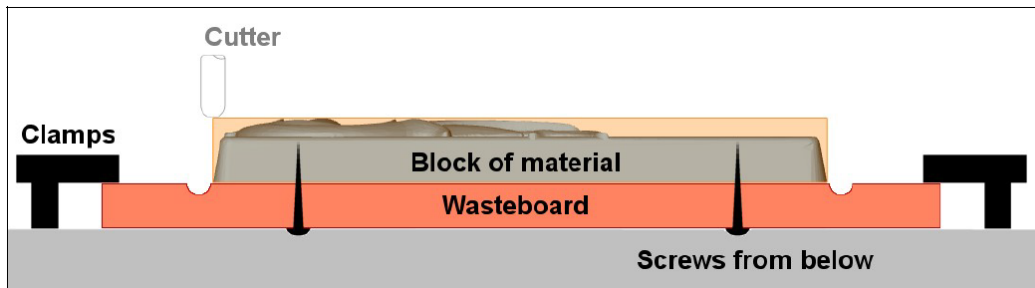
В конце процесса фрезерования модель все еще будет прикреплена к оставшемуся блоку материала, так как для этого первого теста ваш блок был больше, чем модель и трехосевой фрезерный станок не мог обработать нижнюю часть опытного образца. Вы можете либо оставить его таким же (если вы уже можете видеть все детали, которые вам нужны) или удалить блок, используя, например, небольшую ленточную пилу.

Для *definitive model* (определения модели), таким образом, рамка будет без какого-либо избыточного материала, блок потребует большей точности и при закреплении. Сделайте блок на несколько миллиметров большим для  $X$  и  $Y$ , чтобы компенсировать возможные ошибки позиционирования

(но не слишком большим, так как тогда стружка не сможет легко отделяться во время обработки).

Сделайте  $Z$  (толщину блока) настолько точным, насколько сможете. Установка точки нуля  $WP$  теперь должна быть выполнена точно, особенно в верхнем переднем левом углу блока. Это будет легко, так как процесс будет таким же, как и для только что выполненного теста.

Теперь только закрепление будет отличаться, так как вы не сможете зажать избыток материала окружающий модель (лишний материал отсутствует). Таким образом, требуется, чтобы рамка была закреплена снизу. Это можно сделать либо с помощью двухстороннего скотча, либо (лучше), используя несколько шурупов внизу.



Метод шурупов работает хорошо: см. Иллюстрацию выше. Вы можете безопасно использовать зажимы для надежной фиксации подкладной доски, поскольку фреза не будет приближаться к этим зажимам. Вам нужно только позаботиться о правильном положении шурупов: они могут не соединять в той части блока, которая будет удалена! Подкладная доска будет «удаляться», поскольку фреза с со сферическим наконечником будет обрабатывать паз вокруг модели. Для демонстрации этого смотрите также *Tutorial videos* (учебные видеоролики) на веб-сайте *DeskProto*.

Очевидно, что и другие методы фиксации доступны для этой работы.

Например, вы можете также использовать блоки поддержки (вкладки поддержки, мостики), чтобы поддерживать фоторамку на станке во время фрезерования. И вы можете обработать рамку с двух сторон, чтобы также обрабатывать полость на задней стороне рамки. Подробнее о таких расширенных опциях будет сказано в последующих уроках.

Если рамка не помещается внутри вашего станка, поскольку она слишком велика: в *DeskProto* легко масштабировать модель, чтобы сделать ее меньшей. Вы можете сделать это в параметрах детали. Разумеется, также можно использовать масштабирование, чтобы сделать рамку соответственно для маленького или большого портрета.

В некоторых случаях вращение вокруг оси  $Z$  на 90 градусов может помочь, в случае, если самый длинный размер рамки соответствует размещению вашей рабочей области вдоль оси  $X$ , но не вдоль  $Y$ .

## Урок 2

### Флакон (две отдельные половины)



На этом втором уроке вы больше познакомитесь с *DeskProto*. Эта геометрия не может быть обработана с одной стороны, поэтому пузырек будет фрезероваться в двух отдельных половинах, которые должны быть затем объединены, чтобы составить полную модель (альтернативными методами являются обработка вращением и двусторонняя обработка, см. следующие уроки). Этот урок предназначен для всех редакций *DeskProto* и будет использовать Диалоговый интерфейс.

Геометрия была смоделирована в пакете САПР под названием SIPSURF (больше не доступен), Ирисом Тиммерсом, в то время студентом промышленного дизайна. Была смоделирована только внешняя геометрия: это массивный (сплошной) флакон. Она была экспортирована, как файл *STL*, а отдельный колпачок флакона включен в тот же файл.

## Старт нового проекта

Поскольку любая сессия *DeskProto* начинается с совершенно нового проекта, вам не нужно явно начинать 'new' (новый) проект. Это необходимо только в том случае, если вы ранее работали в другом проекте: тогда вы должны закрыть тот проект и создать новый, используя команду *New* в меню файла или кнопку *New*.

Теперь используйте ***Load Geometry***, т.е. загрузить геометрию (меню *File*) или используйте кнопку *Load Geometry* для загрузки файла геометрии для флакона. Он расположен в папке образцов *DeskProto*: так же, как в уроке 1, установите флажок в Стартовом экране или ссылку в левой части диалогового окна *File Open* (Открыть файл), чтобы найти это местоположение.

Выберите файл *BOTTLE.STL*, который поставляется с *DeskProto* в качестве примера (пользователи в дюймах выбирают *Bottle\_inch.stl*). Обратите внимание, что *Windows* может скрывать расширение *.STL* и вызовите файл "*Certificate Trust List*" (Список доверенных сертификатов). Вы можете игнорировать эту ложную информацию и просто откройте файл.

В файле проекта (который может быть сохранен позже) ссылка на этот файл геометрии *BOTTLE.STL*, через который этот файл будет найден и автоматически загружаться при следующем запуске проекта, будет включена.

## Проверка геометрии

Первое, что нужно сделать после загрузки файла геометрии, - проверить геометрию: убедитесь, что вы действительно видите флакон с парфюмом, и проверьте, является ли его ориентация и размер правильными.

Простой способ проверить *orientation* (ориентацию) - использовать предопределенный макет Вида: *View menu*→*Layout...* В этом диалоговом окне выберите один из вариантов с правой стороны: *T / F / R / Def*, чтобы увидеть четыре вида: верхний, передний, правый и по умолчанию (3D).

Вы можете видеть, что флакон стоит «вертикально»: его самый большой размер вдоль *Z*-оси. Поскольку режущий инструмент будет исходить из положительного направления *Z*, модель не может быть обработана так, как сейчас. Вам нужно изменить ориентацию (повернуть), и через минуту мы покажем, как это сделать.

*Dimensions* (размеры) можно проверить с помощью кнопки *Geometry Information*: на панели инструментов *DeskProto* с желтой [I], вкладки *Part*. Для этого файла размеры должны показывать модель 54 x 29 x 86 мм: хороший флакон духов, который (после вращения) будет соответствовать рабочей области вашего фрезерного станка. Для дюймовых пользователей размеры такие должны быть (2.12 x 1.14 x 3.4 дюйма).

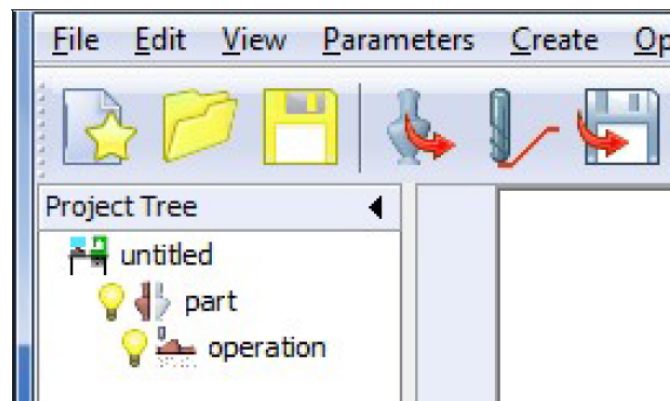
Теперь сбросьте макет *Views* только на один вид. Диалог *Geometry information* может оставаться открытым при работе с *DeskProto*.



## Изменить параметры проекта

Теперь необходимо ввести параметры. При открытии нового проекта *DeskProto* уже присвоил значения по умолчанию для всех параметров, однако некоторые из них необходимо будет изменить для этой конкретной модели.

В *Parameters Menu* (меню «Параметры») вы увидите, что представлено три группы параметров: группа под названием '*Project parameters*' (Параметры проекта), одна называется '*Part parameters*' (Параметры детали) и другая - '*Operation parameters*' (Операционные параметры). Присутствует только один Проект, в котором может быть определен ряд деталей. Каждая деталь, в свою очередь, может содержать одну или более операций. Это показано в древовидной структуре, что хорошо видно в левой части экрана. Стандартное имя *Windows* для этого рисунка находится фактически в ***Project Tree*** (Дереве проекта).



В меню *Parameters* (Параметры) выберите *Edit* (Редактировать) параметры проекта. Или, намного проще: просто дважды щелкните по строке проекта (самая верхняя строка) в дереве. Диалоговое окно *Edit Project Parameters* (Изменить параметры проекта), которое вы увидите сейчас, не содержит многих параметров. Наиболее важным является имя файла геометрии и имена всех деталей: деталь обрабатывается при одной фиксации блока материала.

Если вам понадобится более одной детали, то вы можете здесь добавить новые. Пока просто игнорируйте другие параметры в этом диалоговом окне, а также его вторую вкладку. Поэтому здесь не нужно предпринимать никаких действий: вы можете покинуть диалог с помощью кнопки *Cancel* (Отмена).

Для многих проектов (например, в первом уроке) достаточно одной детали. Для более сложных моделей необходимо фрезеровать более чем одну деталь: например, для электрической дрели вы будете отдельно фрезеровать правую и левую сторону, чтобы склеить их позже. Затем в *DeskProto* потребуются две детали, по одной для каждой стороны. Однако для этого флакона обе части равны, поэтому для программного обеспечения достаточно одной детали.

Поскольку вы видите, что ваш новый проект еще не имеет реального имени (он называется '*untitled*'). Вы не можете ввести имя в диалоге параметров проекта: это будет запрошено тогда, когда вы впервые сохраняете проект.

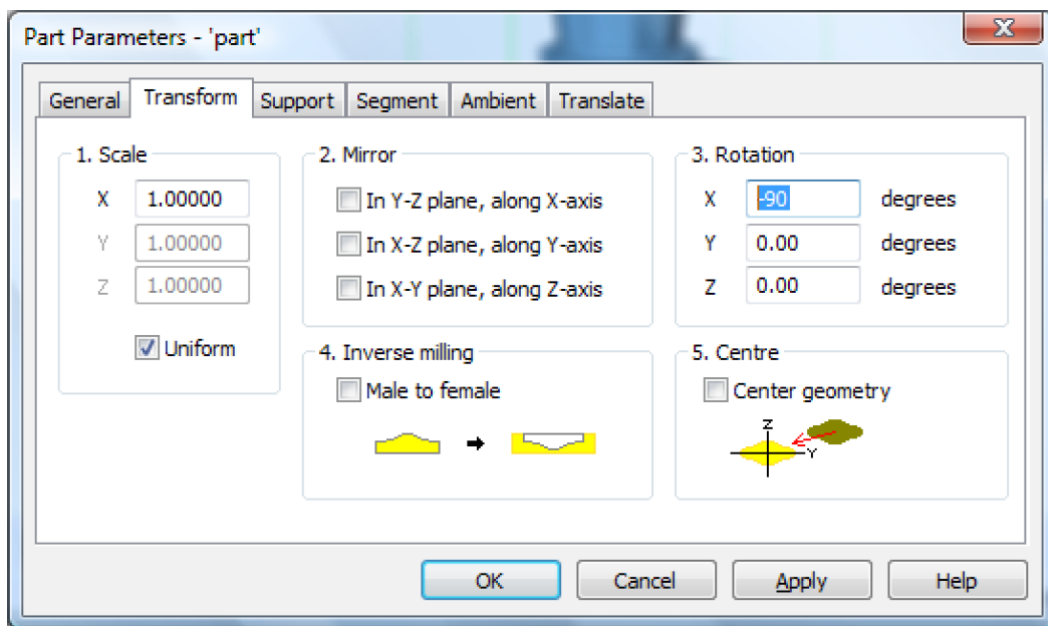
## Редактировать параметры детали.

Каждая деталь имеет свой собственный набор параметров, которые должны быть установлены в диалоговом окне «Параметры детали». Как и в случае с параметрами проекта, проще всего открыть это диалоговое окно двойным кликом, щелкнув по его строке в дереве.

Параметры детали представлены с использованием нескольких страниц вкладок. **Параметры детали определяют геометрию, подлежащую фрезерованию.**

Ранее в этом уроке при просмотре геометрии мы уже пришли к выводу, что геометрия была неправильно ориентирована. Вы сделаете это сейчас: поворот геометрии является одним из параметров детали.

На первой странице вкладки *General* (Общие) не требуется никаких изменений для этого проекта. Только один параметр, который вы должны проверить, - это станок: тот ли это станок, что показан вместо действительного станка, который вы собираетесь использовать? (это должно быть так, поскольку вы выбрали правильный станок по умолчанию при установке *DeskProto*). Если нет, то смените станок с помощью кнопки в правой части имени (кнопка поля со списком). Если вам захочется, вы также можете изменить и название детали, однако это не влияет на прототип. Число операций не обязательно должно быть изменено: здесь выполняется одна операция.



Для этой модели флакона нам нужно установить оба параметра, как на второй вкладке *Transform* (Преобразование) и так и четвертой *Segment* (сегмент). Вкладка ***Transform***, показанная выше, позволяет изменять размер и ориентацию геометрии. Для этого флакона (как сказано), ориентация неправильная: введите поворот на -90 градусов вокруг оси *X* и посмотрите, что произойдет после нажатия *Apply* (Применить). Ориентация геометрии теперь должна быть правильной. Когда деталь слишком велика для вашего станка, то поворот на 90 градусов вокруг оси *Z* может стать очень полезным (для большинства фрезерных станков ось *X* является самой длинной).

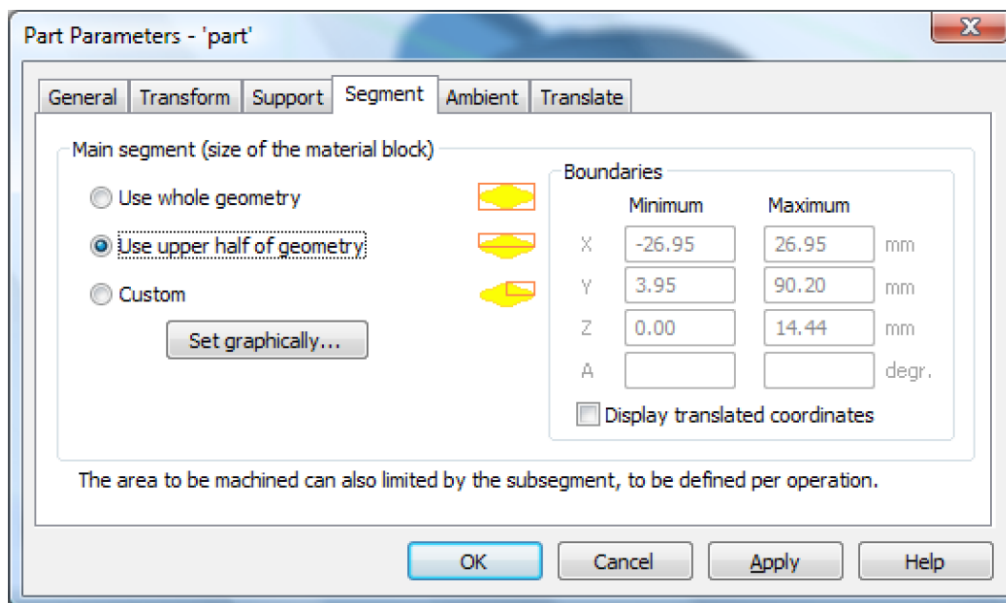
Использование кнопки *Apply* не требуется: нажатие кнопки «ОК» также вызывает неявное использование команды Применить. Тем не менее, это может быть удобным для того, чтобы увидеть, что произойдет: если это не то, что вам нужно, вы можете ввести другое число без необходимости повторного открытия диалога. Это также работает и для масштабирования: по команде Применить размерность, показанная в диалоге с информацией о геометрии (вкладки *Transform* и *Part*), будет обновлена.

Остальные параметры на вкладке *Transform* (Трансформация) подтверждены и не будут открываться в этом уроке. Для получения дополнительной информации об этих параметрах см. страницы *Help* (Справки) и / или *Reference manual* (справочное руководство).

Вы должны четко понимать разницу между поворотом геометрии и поворотом вида:

**Rotating the geometry** (поворот геометрии) изменит создаваемую модель. Вы можете видеть на экран, как геометрия поворачивается, в то время как оси XYZ-куба (ориентатор) остается такими же. Фрезерный инструмент перемещается с положительного направления оси Z, поэтому из-за поворота будет фрезерована другая сторона геометрии.

**Rotating the View** (поворот вида) не влияет на модель, она меняет только свое изображение на вашем экране (положение камеры). Вы можете видеть на экране, что и геометрия и ориентатор поворачиваются одинаково, поэтому положение геометрии относительно фрезерного станка остается неизменным.



Четвертая вкладка *Part* (Детали) это сегмент, и для этого проекта требуется Сегментация. Теперь вы видите геометрию флакона полностью. Однако эта геометрия полностью не может быть фрезерована как одна деталь с использованием трехосевого фрезерного станка, поскольку фреза не может достичь нижней половины. Как указано, модель будет фрезерована в виде двух отдельные половинок, поэтому теперь нам надо рассчитать траектории для половины флакона.

Сегментация означает использование только части геометрии, определяемой

прямоугольным блоком: сегментом, который на самом деле является используемым блоком материала. По умолчанию сегмент включает всю геометрию (сегмент по умолчанию есть *'Bounding Box'*). Мы хотим изготовить половину флакона, и на самом деле хотим вдвое сократить вдвое флакон по  $Z$ . Это легко, поскольку это предопределенный вариант: выберите вариант 2: *"Use upper half"* (Используйте верхнюю половину). Вы можете видеть, что в этот момент минимальное значение  $Z$  изменится с -14.44 в 0,00. Нажмите ОК, чтобы выйти из этого диалогового окна.

Примечания к сегменту:

1. В *DeskProto* редакции Entry редактирование сегмента невозможно: вместо этого используйте параметр *"Bottom level"* (Нижний уровень) на вкладке страницы *Transform* (Трансформация).

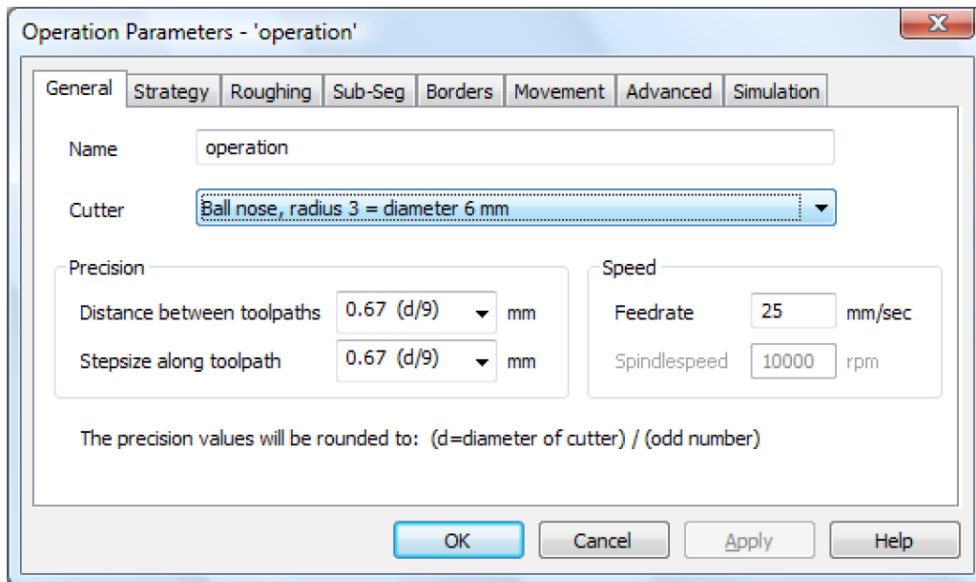
2. На чертеже сегмент детали рисуется оранжевыми линиями, однако так как после этого операционный сегмент (который идентичен) рисуется зеленым цветом, все, что вы можете видеть, будет зеленый прямоугольный блок.

3. Все значения для сегментации приведены в системе преобразованных координат (как после изменений, определенных на вкладке *Transform*), а не в исходных геометрических координатах. В некоторых случаях это будет проще в использовании координат, используемых на фрезерном станке, поэтому введите пределы в значениях переноса (после изменений, определенных на вкладке *Translate*). Вы можете сделать это, установив флажок *"Display translated coordinates"* (Отобразить координаты переноса).

4. Когда вы выбираете опцию *Custom* для сегмента, вы можете определить любой прямоугольный блок, введя граничные значения для  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . Еще проще настроить пользовательский сегмент с помощью мыши, что возможно после использования кнопки *"Set graphically ..."* (Установить графически ...).

## Редактировать параметры операции

Диалоговое окно *Operation Parameters* (Параметры операции) может быть легко открыто с помощью его двойного щелчка в дереве. Альтернативы - это меню *Parameters* (Параметров) и контекстное меню (щелчок правой кнопкой мыши в дереве). ***Operation Parameters are the actual milling parameters***, т.е. параметры операции фактически являются параметрами фрезерования, поэтому настраивают процесс фрезерования. Наиболее важными настройками являются *Cutter* (фреза) и *Precision* (точность), которые могут быть найдены на странице первой вкладки: *General* (Общие ...).



Какая ***Cutter*** (фреза) лучше всего зависит от геометрии модели. Флакон для духов имеет внешнюю поверхность свободной формы, для которой фреза со сферическим наконечником (наконечник фрезы - половина сферы) дает лучшее качество поверхности. Она также содержит некоторые мелкие детали, поэтому нужна тонкая фреза. Мы предлагаем использовать фрезу со сферическим наконечником диаметром 4 мм (радиус шарика наконечника 2 мм). Предлагаемая фреза для пользователей использующих дюймы - это фреза со сферическим наконечником 1/8 дюйма, поэтому с радиусом 1/16 дюйма. Вы можете выбрать фрезу по ее названию, используя кнопку *combo-box* справа от имени текущей фрезы. Чтобы посмотреть на размеры каждого из доступных режущих инструментов, используйте опцию *Library of Cutters* (Библиотека фрез) в меню *Options*. В этой библиотеке вы можете определить новую фрезу или изменить существующую, чтобы она соответствовала вашему реальному инструменту.

Не менее важны параметры ***Precision*** (точности). Они определяют точность модели, а также время, необходимое для расчета и обработки. Для первого черного прототипа флакона по умолчанию значение  $D/9$ , где  $D$  - диаметр фрезы будет нормально. Для хорошей гладкой конечной модели необходимо меньшее значение. Значение *Distance between toolpaths* (расстояние между траекториями) (также называемое переходом) и *Stepsize* (размерный шаг) по пути инструмента объяснено в предыдущем уроке. Рекомендуется ввести равные значения для обеих настроек, хотя для особых случаев вы можете экспериментировать с различными значениями для этих параметров.

*DeskProto* предлагает предопределенные значения параметров точности. Они зависят от размеров фрезы, и вы убедитесь, что алгоритм *DeskProto* достигает максимально возможной точности. Вы можете свободно вводить другие значения, однако, *DeskProto* всегда будет округлять значение до ближайшего, определяемого зависимостью: «Диаметр фрезы / нечетное число».

Грубая оценка времени обработки ваших текущих настроек задается командой “*Estimate Machining Time*” (Расчет времени обработки) в меню *Create*. Обратите внимание, что оценка действительно грубая: см. *reference manual* (справочное руководство) или файл *Help* (справки) для большей информации о том, почему это грубо, и о том, как его можно откалибровать.

Скорость вращения шпинделя по умолчанию (скорость вращения инструмента в об / мин) и подача (скорость движения фрезы) в большинстве случаев также будут правильными. В действительности оптимальные значения зависят от типа материала, который вы хотите резать, однако, при резке легких материалов это не критично.

В этом уроке мы просто пропустим все другие вкладки операций, с подходящими по умолчанию действующими значениями, и продолжим. Подробнее о других параметрах будет в следующих уроках, в Справочном руководстве и в файле справки.

## Вычислить траектории инструмента

Как и в первом уроке, вы можете начать расчеты фрезерования, нажав кнопку *Calculate Toolpaths* (Вычислить траектории). Альтернативы: меню *Create >> Calculate Toolpaths*, *Create >> Write NC Program* (которая определяет, что траектория инструмента должна рассчитать сначала) и *Subjects* (предметы) в диалоговое окно *View* (Виды), в котором вы можете сделать активным *Toolpath* (Траектории инструмента), чтобы начать вычисления. Расчет будет быстрым, и полученные траектории инструмента будут рисоваться красными линиями.

Вы увидите (в случае, если вы использовали фрезу с шаровым наконечником *R2*), что были рассчитаны два разных горизонтальных слоя движений фрезы: первый на уровне  $Z = -15$  мм, второй - на конечной глубине. Это черновые слои: длина резания этой фрезы составляет 15 мм, а половина флакона выше. *DeskProto* обнаруживает, что фреза не может вырезать эту глубину за один проход и вставляет предварительно обработанный промежуточный слой.

Вы также можете увидеть много горизонтальных пунктирных линий в сером цвете, нарисованных над геометрией. Это позиционирование в режиме *Rapid* (Быстрый). На следующем слое фреза пропустит всю область, уже сделанную в первом слое, используя позиционированное перемещение над верхней частью блока. Эти перемещения позиционирования отсутствуют, если применена включенная опция *Sort*, т.е. сортировка (вкладка *Movement*). В редакции *Entry* сортировка выполняется всегда.

Примечание: внимательные читатели заметят, что высота половины флакона по факту только 14,44 мм, поэтому меньше 15. Они также будут видеть, что траектории

инструмента ниже минимального Z-значения сегмента. Нарисуйте вид сбоку и сравните зеленую линию сегмента с красными линиями траектории инструмента. Объяснение этого в том, что при использовании инструмента с шаровым наконечником *DeskProto* радиус инструмента всегда будет находиться ниже минимума модели (в этом случае глубже на 2 мм). Это необходимо для случая (почти) вертикальных стенок, которые иначе не могли бы быть полностью обработаны. Конечно, это очень важно помнить, когда начинается обработка на фрезерном станке.

На самом деле использование слоев, как только, что было упомянуто, относится к типу функциональности черновой обработки, которую вы не выбрали. Однако эта базовая черновая обработка всегда присутствует, чтобы не повредить машину или инструмент: для первой операции *DeskProto* не позволяйте фрезе идти глубже, чем длина режущей части.

*Теперь вы можете сохранить файл программы ЧПУ и продолжить с пункта "To the milling machine" (К фрезерному станку), или вы можете добавить сначала дополнительную черновую операцию.*

### **Опционально добавить операцию черновой обработки**

Черновая обработка быстро удаляет большую часть избыточного материала, используя 'rough' (грубые) настройки (большое расстояние между траекториями инструмента). Когда для нескольких слоев требуется сделать ее намного быстрее, чем для всех слоев, с точно заданной дистанцией финишных траекторий, что необходимо при чистовой обработке. Второе преимущество заключается в том, что при завершении после операции черновой обработки фреза не должна удалять много материала, поэтому она не будет вибрировать, и в результате будет модель с очень гладкой поверхностью.

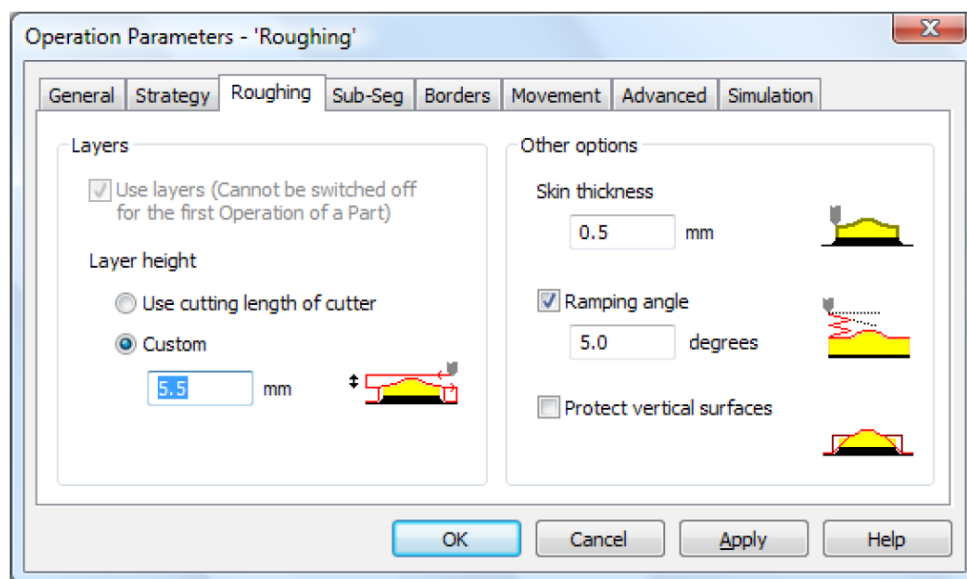
Чтобы добавить черновую обработку к траектории инструмента в *DeskProto*, вам нужно будет добавить дополнительную операцию к вашей детали. Первая операция затем может быть задана для черновой обработки, и вторая для чистовой. Разумеется, наиболее эффективно использовать толстую фрезу для черновой обработки, поскольку это может удалить материал быстрее, чем тонкая фреза. Однако, в этом случае материала, который нужно удалить, будет не так много, чтобы вы могли также использовать одну и ту же фрезу для обеих операций. Преимущество, очевидно, в том, что вам не нужно менять фрезы на полпути проекта. Если, конечно, у вас нет станка с *Automatic Tool Changer (ATC)* т.е. автоматической сменой инструмента, то это не считается преимуществом.

Поэтому сначала вам нужно добавить операцию. Это можно сделать, щелкнув правой кнопкой мыши в строке "*part*" в Дереве проекта, а затем выберите *Add Operation* (Добавить операцию) в контекстном меню. Или в качестве альтернативы вы можете добавлять или копировать операции в диалоге параметров детали.

Строка новых операций автоматически устанавливается в режиме редактирования, поэтому вы можете изменить это имя от «*operation* [# 1]» до "*Roughing*". Если это не сработало, тогда щелкните по строке операции и выберите *Rename* (Переименовать). Точно так же вы можете переименовать «*operation*» в «*finishing*». Эти имена не используются в файле ЧПУ, все еще используя собственные имена, рекомендуется помнить о ваших намерениях.

Теперь последовательность операций неверна (черновая обработка, конечно, должна быть сделана до чистовой). Вы можете исправить это в параметрах *Part* (детали): используя кнопки с черными стрелками “*Move*” (Переместить) на вкладке страницы *General* (Общие) вы можете изменить последовательность операций. Для этого вам нужно выбрать операцию (сделайте эту строку синей). Альтернативой является использование контекстного меню в Дереве проекта, как показано на уроке 1.

Обратите внимание, что после этого изменения траектории инструмента для чистовой операции будут отображаться (включается автоматически, когда это была первая операция). Пожалуйста, снимите флажок “*Use layers*” (Использовать слои) для этой операции. Тогда траектории инструмента будут пересчитаны, теперь без слоев.



Затем вы можете установить параметры для операции Черновая обработка. Откройте диалоговое окно *Operation Parameters* (Параметры операции) для этой операции (дважды щелкните соответствующую строку *n* в Дереве). На вкладке *General* вам необходимо выбрать правильную фрезу: как указано ранее вы можете использовать ту же самую фрезу с шариковым наконечником диаметром 4 мм, что и для чистовой. Затем вы можете добавить фактические параметры черновой обработки, на странице вкладки *Roughing* (черновая обработка):

- Вы можете установить **Skin** (удалить во время чистовой) на 0,5 мм (0,02 дюйма).
- **Layer height** (Толщина слоя) может быть точно отрегулирована: выберите *Custom* (Пользовательский) и введите значение. Для легких материалов, таких как пенопласт или оснастка, вы можете ввести 5,5 мм (0,22 "), чтобы иметь три уровня, которые примерно равны. Для более твердых материалов, таких как плексиглас или металл вам нужно будет использовать меньшее значение.
- **Ramping** (Наклонение) касается того, как фреза перемещается в первую точку, которая требуется для механической обработки. Стандартно фреза сначала перемещается к правильным координатам *XY*, а затем просто погружается в материал, перемещаясь вдоль оси *Z*. При таком наклоне движение сверления заменяется уменьшающимся движением (см. иллюстрацию в диалоговом окне), для которого вы можете установить угол градиента. Это сделает резание намного легче, чем в чистом сверлении, особенно при обработке металла.



Не забудьте также выбрать новые значения *Precision* т.е. точности (вкладка *General*): оба *Toolpath distance* (Расстояние между траекториями) и *Stepsize* (Размерный шаг) могут быть установлены на  $D/3$  (1,67 мм или 0,055 дюйма), чтобы быстро удалить материал.

Здесь снова внимательному читателю может понадобиться подробная информация: диалог упоминает  $D/3$  для значения 1,67 мм, а фреза имеет диаметр 4 мм. Случается, что после установки *Skin* (толщины слоя) *DeskProto* будет вычислять с использованием «виртуальной фрезы», то есть толщина слоя будет больше во всех направлениях. Вы можете снова забыть об этой детали, поскольку это будет сделано полностью автоматически.

Теперь вы опять можете использовать команду *Calculate Toolpaths*, чтобы также вычислить траектории инструмента для черновой обработки. Полученный вид будет скорее смесью красных и серых линий. Это легко сделать менее запутанным: в дереве проектов вы видите **yellow light bulb** (желтую светящуюся лампочку) в каждой строке. Щелчок на светящейся лампочке для операции делает ее серой (свет выключен): это делает операцию невидимой. Таким способом легко просмотреть только траектории черновой обработки (сделав чистовую обработку невидимой) или только финишные пути.

Три более детальные настройки позволят установить точную настройку выводимых результатов.

1. Для черновой обработки более эффективно выбрать другую **Strategy** т.е. Стратегию (вторая вкладка страница параметров операции): когда же выбрана стратегия *Block* вместо режима *Parallel* (Параллельно) вы увидите, что для позиционирования требуется меньшее перемещение.

2. При финишной обработке не нужно также обрабатывать и плоскую область вокруг модели флакона: материал там уже удален, и эта **Ambient** (окружающая) область не нуждается в доводке. На вкладке *Advanced* (Дополнительно) параметров операции вы можете выбрать «Skip hog. Ambient» (перескочить горизонт. окружение). Разницу вы сможете увидеть сразу после нажатия ОК.

3. На вкладке *Movement* (Движение) параметров операции вы можете уменьшить **Feedrate for high chiploads** (Подача для крупной стружки). Это отличный вариант: она делает движение фрезы медленнее, когда требуется работать на полную ширину. Обычно фреза удаляет только тонкий слой материала при резке, однако для первой траектории инструмента или при входе в отверстие детали, возможно, придется удалить гораздо больше материала: объем стружки высок. *DeskProto* может автоматически определять эти ситуации, а затем уменьшить скорость подачи до указанного здесь процента. Для черновой обработки вы можете установить это на 30-50% для материалов, таких как плексиглас или алюминий даже ниже.

Наконец, вы можете сохранить файл программы ЧПУ. Обратите внимание, обе операции используют одну и ту же фрезу (и оба они видны) *DeskProto* пишет один комбинированный файл программы ЧПУ. Когда вы выбрали разные фрезы, *DeskProto* напишет два отдельных файла (если у вашего станка нет автоматической смены инструмента). Вы также можете принудительно создавать отдельные файлы ЧПУ, делая операции невидимыми.

## На фрезерный станок

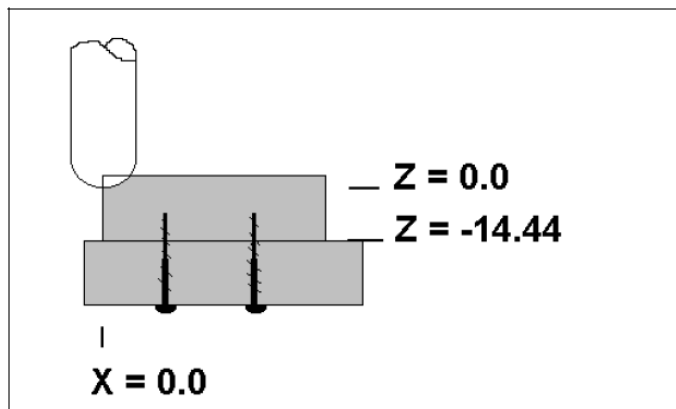
После написания файла программы ЧПУ вы можете отправить его на станок, чтобы создать половину флакона. В уроке 1 вы узнали, как исправить блок материала и где найти нулевую точку заготовки (позиция 0,0,0). Для этой модели флакона процесс практически такой же, хотя новый трюк будет заключен в получении двух половинок, которые точно создадут флакон полностью.

Идея состоит в том, чтобы обрабатывать, ровно половину флакона, где плоская нижняя поверхность блока является плоскостью симметрии, которая должна использоваться для соединения обеих половинок. Фиксирующие поверхности имеют те же проблемы, как описано в уроке 1: фреза будет резать модель со всех сторон, а наконечник инструмента (шариковый) будет располагаться *below the bottom of the block* (ниже дна блока) и может повредить рабочий стол вашего станка. Решение такое же, как и в уроке 1: используйте ненужную плиту из отходов под блоком и соедините обе части, используя несколько шурупов снизу.

Примечание: в случае легкого типа материала, такого как вспененный ППА, винты не нужны: используйте двухстороннюю липкую ленту, чтобы прикрепить оба блока друг к другу и фиксировать их на столе станка.

Убедитесь, что:

- нижняя и верхняя плоскости блока точно параллельны;
- верхний блок действительно имеет плоскую нижнюю поверхность (необходимую впоследствии для склеивания);
- концы шурупов в верхнем блоке находятся в пределах той части прототипа, которая останется после завершения фрезерования. В противном случае либо прототип отпадет во время фрезерования (в случае, если шурупы полностью снаружи), или наружная поверхность прототипа будет повреждена (в случае, если шурупы слишком длинные и потому их наконечники будут обработаны).



Теперь вы можете зафиксировать блоки на станке и ввести позицию (0,0,0). Для  $X$  и  $Y$  это делается так же, как в уроке 1, для  $Z$  - по-другому. Хотя в первом уроке, введенное вами в верхней части блока значение  $Z = 0$ , то теперь вы начинаете с нижней части блока (которая является плоскостью симметрии флакона). Расположите наконечник инструмента на той же высоте, что и нижняя часть блока. Оттуда перемещайтесь вверх на 14,44 мм (для пользователей в дюймах: 0,57 ") и установите там уровень  $Z = 0$ . Вы можете прочитать это

значение 14.44 в диалоговом окне *DeskProto Geometry Information* (Информация о геометрии): вкладка 'Part' (Деталь) показывает, что минимум  $Z$  прототипа будет -14.44 (плоскость симметрии) и что максимум  $Z$  равен 0.

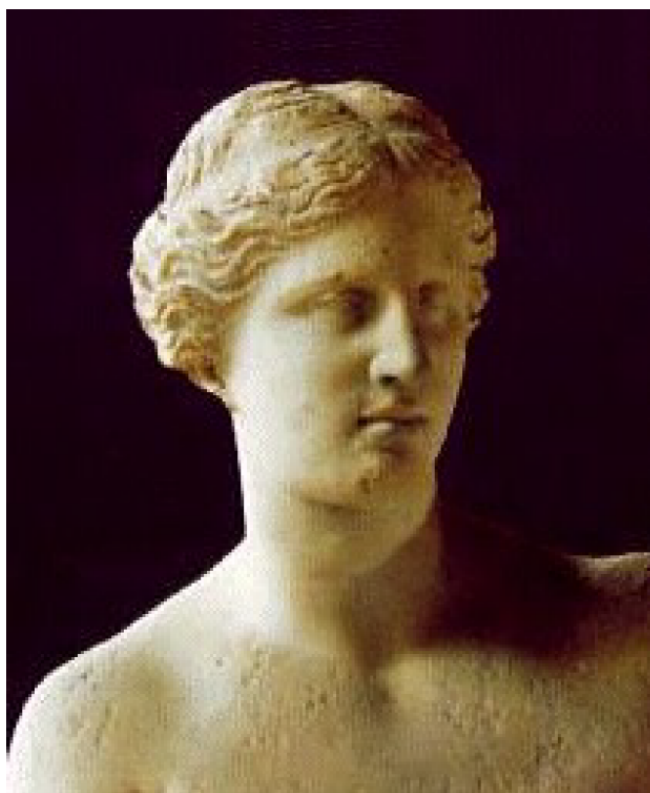
Теперь реальный  $Z$ -уровень верхней части блока не очень важен: он в порядке, так как он не ниже  $Z = 0$ . Очевидно, что это тоже не должно быть слишком высоким значением, поскольку фреза должна иметь возможность удалять дополнительный материал над верхней частью модели. Если необходимо, то вы можете решить последнюю проблему, установив максимальный размер  $Z$ -сегмента детали до более высокого значения.

Теперь начните резать и создайте половину флакона. Повторите полное фрезерование, используя ту же программу ЧПУ, чтобы получить вторую половину. Приклейте половинки вместе и ваша модель готова!



## Урок 3

### Бюст Венеры (ось вращения)



На третьем уроке вы узнаете, как создавать траектории для оси вращения: дополнительный элемент на фрезерном станке с ЧПУ, который позволяет объекту вращаться во время обработки. Он также называется осью А и выглядит, как вертел на вашем барбекю. Разумеется, этот урок полезен, если у вас есть станок с такой осью. Обработка оси вращения доступна только в *Multi-Axis* (многоосевой) редакции *DeskProto*.

Будет создана модель знаменитой статуи *Venus of Milo* т.е. Венеры Милосской (Лувр, Париж), или в действительности только ее головы. Геометрия была проверена на 3D-сканере *Minolta*, и была экспортирована, как полигональные данные. Мы можем использовать данные геометрии благодаря любезности *Minolta Corporation* в США. Из-за его размера (7 Мб) файл *venus.stl* не входит в стандартную установку *DeskProto*. Вы сначала должны получить файл: скопируйте его из раздела бонусов геометрии *DeskProto* на CD или загрузить его с *web-сайта DeskProto*.

## Начать новый проект

Этот третий урок снова начнется с создания нового проекта, чтобы вы могли снова выполнить все шаги, необходимые для перехода от файла геометрии к файлу ЧПУ. Только шаги, которые будут отличаться от предыдущих уроков. В дополнение к следующему на этом уроке вы можете использовать *Rotation axis milling Wizard* (Мастер фрезерования с осью вращения), который будет взят, чтобы показать вам все шаги. Вы также можете просмотреть учебные видеоролики на *web-сайте DeskProto*.

Файл геометрии, который вы должны загрузить, называется *Venus.stl*. Обратите внимание, что этот файл не установлен в папке *Samples* (Образцы). Сначала вам нужно будет скопировать файл из установочного компакт-диска *DeskProto* (раздел *Bonus geometry*) или загрузите его с сайта [www.deskproto.com](http://www.deskproto.com).

Файл доступен только в мм, поэтому пользователи в дюймах будут иметь для уменьшения масштаб с коэффициентом 0.03937 (параметры детали, вкладка *Transform*) или фактически меньший коэффициент для создания масштабной модели.

Ось вращения на большинстве станков параллельна направлению *X*, и затем официально называется *A-axis* (осью *A*). С одной стороны тиски или патрон вращающегося стола удерживает заготовку, а часто с другой стороны имеется бабка для поддержки дальнего конца. Инструкции по использованию оси вращения, параллельной *Y* (ось *B*) ищите в форуме на *web-сайте DeskProto*.

Когда вы просматриваете геометрию Венеры после загрузки, первая мысль, которую дает обзор, это то, что геометрия неправильно ориентирована. Наиболее логичной осью вращения для головы - это линия от шеи до вершины (поэтому вертикальная линия, когда стоит вертикально). Эта линия теперь проходит вдоль оси *Y*, а не вдоль *X*, как необходимо, чтобы вам пришлось ***rotate the geometry minus 90 degrees around Z*** (вращать геометрию минус 90 градусов вокруг *Z*). Когда вы проверяете размеры моделей, используя *Geometry Information dialog* (диалог Информация о геометрии), вы также увидите, что вам нужно ***scale down*** т.е. уменьшить масштаб (так, что используйте масштабный коэффициент между 0 и 1), поскольку модель имеет полный размер и поэтому не подходит для большинства фрезерных станков...

При непрерывной обработке оси вращения (как объясняется в этом уроке) деталь вращается во время обработки: траектории инструмента *XZA*, используют только оси *X*, *A* и *Z*. Ось *Y* не перемещается: фреза должна быть расположена точно над осью вращения при запуске станка. Альтернативное использование оси вращения - это ***Indexed machining*** (индексированная обработка). Здесь просто применяются *XYZ* - траектории инструмента с разных сторон с позиционированием *A*-поворота между ними. *DeskProto* поддерживает индексированную обработку в мастере под названием *One or more sides, automatic rotation* (Одна или больше сторон, автоматическое вращение для т.н. "*N-sided wizard*"). Этот Мастер будет автоматически генерировать несколько частей: должна быть механическая обработка одной части для каждой стороны.

## Использование оси вращения

Первое, что нужно сделать после загрузки геометрии, - включить опцию *Use Rotation axis* (Использовать ось вращения). Этот параметр можно найти на первой вкладке диалогового окна *Part Parameters* (параметров детали). Разумеется, этот вариант доступен ТОЛЬКО в случае, если вы выбрали станок с такой дополнительной 4-й осью. Это означает, что ваш фактический станок должен быть один, и что определение станка в *DeskProto* должно быть сконфигурировано (настроено). Поэтому, если эта опция выделена серым цветом, перейдите в библиотеку станков (меню *Options*), чтобы исправить это в определении станка. Если этот вариант отсутствует вообще, то вы, вероятно, не используете редакцию *Multi-Axis DeskProto*.

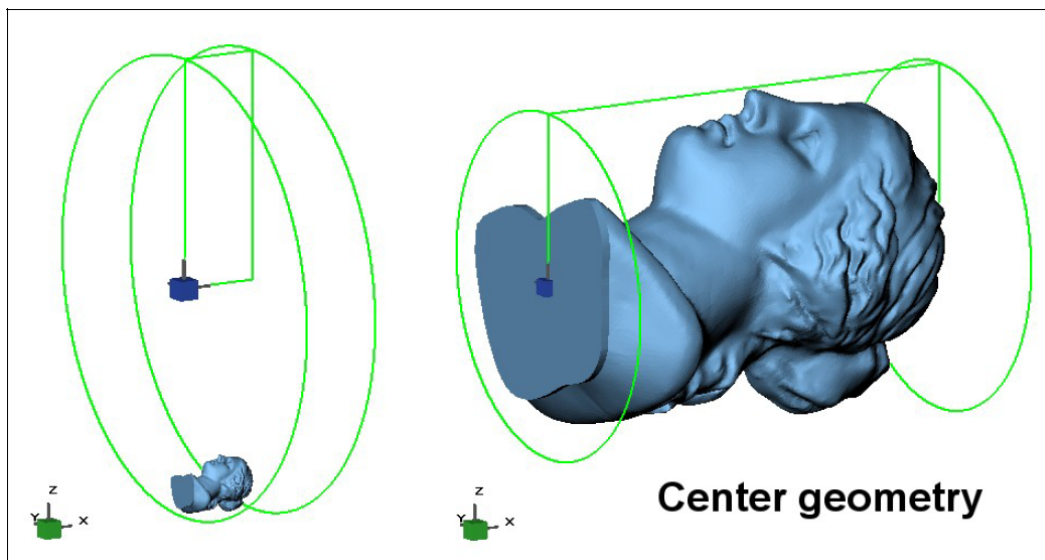
Когда вы проверите опцию *Use Rotation axis*, появится сообщение. Оно говорит вам, что несколько параметров будут автоматически изменены, согласно обработке с осью вращения. Большинство этих параметров будут рассмотрены ниже.

После включения оси вращения и нажатия ОК (и, возможно, подтверждая ошибку размера, см. ниже), вы увидите, что полностью на экране будет отображен другой сегмент. Помните: сегмент детали является блоком материала, который будет использоваться. Больше не прямоугольный блок (в зеленых линиях), к которому вы привыкли, а вместо этого - цилиндрический сегмент. Это, конечно, имеет смысл для обработки с осью вращения. *DeskProto* не поддерживает сегмент блока для ротационной обработки.

Здесь возможны две различные размерные ошибки. Во-первых, модель не поместится внутри рабочей зоны станка. Для Венеры это имеет смысл, поскольку немасштабированная геометрия составляет 284 x 421 x 315 мм. Таким образом, вам придется *scale down* (масштабировать, уменьшая), масштабный коэффициент будет зависеть от размеров вашего станка.

Вторая ошибка размера заключается в том, что деталь не может быть повернута, поскольку она будет сталкиваться с рабочим столом станка. Ось вращения на вашем станке будет расположена над рабочим столом, а радиус сегмента цилиндра не может быть больше, чем расстояние между столом и осью вращения. В противном случае, конечно, блок не может быть установлен. Это расстояние может быть установлено в определении станка (Библиотека станков). *DeskProto* выполняет эту проверку для цилиндрического материала: если вы используете прямоугольный блок, то вам придется отрезать углы, чтобы сделать вращение возможным.

Эта вторая размерная ошибка также может появляться, когда фактическая часть не слишком велика, вызвана неправильным вычислением сегмента детали (цилиндрического блока материала). См. иллюстрацию ниже.



Объект поворачивается вокруг «реальной» оси  $X$  (поэтому оси в положении  $Y = 0, Z = 0$ ). Для файла *Venus.STL* эта ось вращения расположена вне геометрии, что приводит к тому, что очень большой цилиндр вытягивается как сегмент детали и вызывает эту вторую ошибку размера. Для решения этой проблемы существует дополнительный вариант: на вкладке *Transform* (Трансформация) параметров детали, проверьте опцию **Center geometry** (Геометрия центра). Теперь (наконец) *DeskProto* примет команды Применить и *OK* без ошибок, а сегмент, нарисованный на экране, будет тем, который вам нужен.

Важной проблемой является положение **WorkPiece Zero point** (нулевой точки заготовки). Когда обработка с поворотной осью вы можете изменить  $X$ -положение нулевой точки, как обычно, используя опцию *Translation* (Перенос), однако  $Y$  нельзя изменить ( $Y$  не используется) и для  $Z$  вариантов доступно немного опций. Для  $Z$  существует две различные условности: нулевая точка детали может быть либо на оси вращения (как внутри блока) или на внешней поверхности блока (цилиндра). Итак, для  $Z$  вы можете выбирать между “*Make top of part zero*” (Сделать верх детали нулем), установив  $Z = 0$  на самой высокой точке цилиндра и “*None*” (Нет), которые будут устанавливать  $Z = 0$  точно на оси вращения.

Как сказано в появившемся окне сообщений *DeskProto* уже установил *Translation* (перенос) по  $Z$  в *None* (Нет). Результат можно увидеть в диалог *Geometry Information* (вкладка *Part*) и (проще) в позиции **blue cube** т.е. синего куба (“*Orientator on the WorkPiece zero point*” или «Ориентатор на нулевой точке заготовки») на экране. Обязательно установите эту нулевую точку заготовки на вашем компьютере: неправильная настройка может повредить деталь, фрезу и / или станок !!!

Два других параметра, которые были изменены автоматически:

**Part segment** (сегмент детали) был установлен только для верхней половины: при вращении геометрии нижняя половина станет верхней половиной после 180 градусов, поэтому верхняя половина достаточный для обработки всей модели (для большинства геометрий).

Для всех операций **Borders** (границы) будут установлены в режиме ‘*No extra*’ (Нет лишних). Вы можете найти этот



параметр на вкладке *Borders* параметров *Operation*. Его нормальное значение ‘*Extra for cutter*’ (Дополнительно для резки), так как обычно все внешние поверхности модели должны быть механически обработаны. Для обработки с осью вращения модель должна оставаться подключенной к блоку оси вращения и задней бабке. Таким образом, внешние поверхности слева и справа не могут быть обработаны, что достигается этой настройкой.

Для некоторых геометрий будет полезно добавить ***Support blocks*** (блоки поддержки): дополнительный материал слева и справа, для лучшего соединения с устройством оси вращения слева и с задней бабкой справа. Поскольку геометрия Венеры имеет плоскую нижнюю часть (теперь на левой стороне), то такие блоки не нужны для этого проекта.

Когда используется ось вращения, для некоторых параметров в *DeskProto* настройка по оси *Y* (устанавливается в мм) будет заменена на установку оси *A* (для установки в градусах). Обратите внимание, что *DeskProto* заменяет *Y* на *A*, поэтому на самом деле то, что вы делаете остается 3-осевой обработкой. Вы можете выбрать: использовать либо *XYZ* (обычную), либо *XAZ* (поворотную) схему, *DeskProto* не будет использовать все 4 оси одновременно. Еще *DeskProto* предлагает вам полное 3D-использование оси *A*: не просто обертывание некоторой плоской 2D-траектории (размером 360 мм) вокруг цилиндра, просто заменив *Y* на *A*, но реальные 3D-вычисления траектории вокруг 3D-геометрии САПР.

Использование оси *A* влияет на *Min* и *Max* значения координат сегмента

- Для обработки *XYZ* эти значения просто определяют внешние края сегментного блока. Для обработки с осью вращения это отличается.
- Значения *X* определяют длину цилиндра (которая то же самое, что и для *XYZ* обработки).
- Значения *A* должны быть установлены в градусах от 0 до 360, что позволяет вам обработать клиновидную секцию (кусочек диска) вместо полного цилиндра.
- Значения *Z* по умолчанию будут установлены на ‘*Upper half only*’ (Только верхняя половина), так как просто объяснено. *Min Z* больше 0,0 приведет к кольцевому сегменту, *Min Z* меньше 0,0 приведет к обработке инструмента под осью вращения.

В обзоре, чтобы подготовить геометрию Венеры для обработки были сделаны следующие настройки:

- Загрузить геометрию *Venus.stl*
- Проверьте “*Use rotation axis*”
- Повернуть на -90 градусов вокруг оси *Z*
- Проверить “*Center around rotation axis*”
- Масштабируйте геометрию до тех пор, пока она не окажется в вашем станке.

## Точная настройка параметров

В основном параметры *DeskProto* могут использоваться для обработки с осью вращения точно так же, как и для стандартной обработки в *XYZ*. Есть несколько исключений для этого, что будет объяснено в этом параграфе.

Как говорилось ранее, все параметры, относящиеся к оси *A*, находятся в *degrees* (градусах) вместо мм. Это не применяется к настройкам точности: для траекторий инструмента в направлении *X* расстояние между траекториями инструмента должно быть в градусах, для траекторий инструмента в направлении *Y(A)* *Stepsize* (размер шага) должен быть в градусах.

Однако, поскольку значения в градусах трудно представить, *DeskProto* скрывает их, и вместо этого запрашивает значения в мм или дюймах. Они будут преобразованы в градусы с максимальным радиусом сегмента, как на внешней стороне цилиндра, после чего *DeskProto* будет внутри использовать значения градусов. Это означает, что действующие значения в мм, которые используются, в большинстве случаев будут меньше чем значения, которые вы ввели, в то время как большинство перемещений ближе к оси вращения.

При обработке в *XYZ* инструмент не может достигать нижней части модели, поскольку во время обработки деталь будет оставаться внизу на рабочем столе. Для обработки с осью вращения процесс *fixturing* (крепления) детали более сложный: можно полностью вырезать свою модель на станке, заставляя ее упасть вниз во время обработки. В результате получившаяся модель затем будет поврежденной и незавершенной. *DeskProto* позаботится о том, чтобы этого не произошло, гарантируя, что какое-то соединение будет присутствовать между поворотным столом и моделью, или скорее, выведет диалоговое окно с ошибкой, если такого соединения нет.

Допустимое соединение может быть выполнено несколькими способами. Для моделей с плоской стороной, подобно голове Венеры, в этом случае вы можете убедиться, что эта сторона поверхности остается полностью необработанной (и, таким образом, соединенной в тисках с осью вращения). Это можно сделать, как объяснялось выше, отключением границ (параметры *Operation*, вкладка *Borders*).

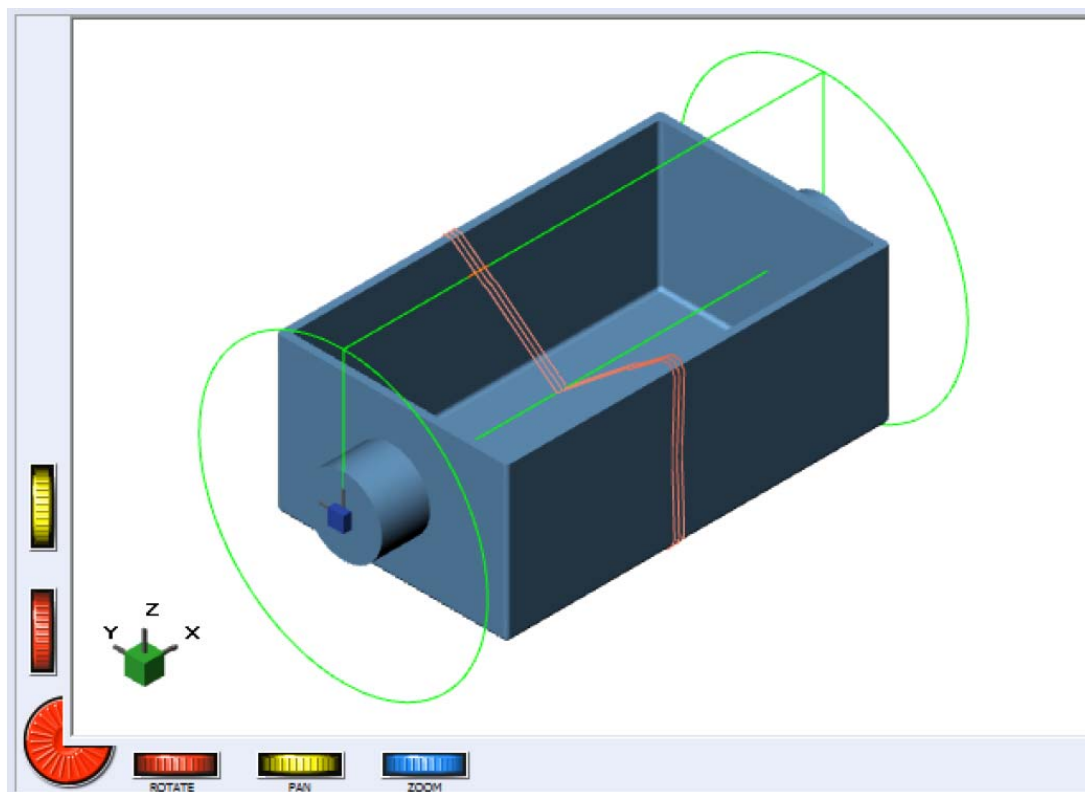
Затем вы можете решить, что делать с правой стороной (верх головы Венеры): обработать или нет, зависит от того, хотите ли вы использовать заднюю бабку или нет. Вы можете сделать это, изменив максимальное значение *X* вашего сегмента. На самом деле вы затем вручную добавите граничную область только с одной стороны.

Без такой плоской поверхности вы можете захотеть определить *connection shaft* (соединительный вал) для соединения детали с тисками: форму цилиндра, где фреза может не пройти. Самый простой способ сделать это - определить один или два цилиндрических опорных блока (по умолчанию опорами будут цилиндры, где была выбрана обработка с осью вращения). Обратите внимание, что затем границы необходимо отключить, чтобы предотвратить механическую обработку плоских внешних поверхностей опорных блоков.

Альтернативным способом определения такого соединительного вала является использование минимального размера *Z* сегмента. В случае, если этот минимум *Z* больше 0,0, то результирующий сегмент будет в форме тора, а следовательно, и вал (внутри этого тора). При использовании этого метода для *Borders* (границ) может быть установлен «*Extra for cutter*», поскольку вал все равно не будет обработан.

Недостатком этого метода является то, что также в рамках модели фреза не может опускаться ниже этого минимального уровня  $Z$ , поэтому для некоторых моделей некоторые области не будут обрабатываться.

Для этого урока с Венерой просто сделайте размер максимального сегмента  $X$  немного меньше, что предотвратит повреждение задней бабки - конечно, только в том случае, если вы используете один сегмент.



При обработке с осью вращения *Z-segment boundaries* (границы  $Z$ -сегмента) требуют дополнительного внимания: оба, как  $Z-min$ , так и  $Z-max$ . Как только что было сказано: значение  $Z-min$  установлено в 0.0 (выбран сегмент «Только верхняя половина»), так как для большинства геометрий не необходимости фрезе перемещаться ниже оси вращения.

Это неверно для всех видов геометрии: например, когда обрабатывают пустую коробку, см. иллюстрацию выше. Будет ясно, что для такой геометрии фреза должна перемещаться ниже оси вращения, чтобы обрабатывать внутреннюю часть коробки, поэтому  $Z$  уровень будет ниже 0.0. Таким образом, вам нужно выбрать значение  $Min Z$  ниже  $Z = 0$ . В таких случаях при установке заготовки особое внимание следует уделять нулевой точке на вашем компьютере: это нужно сделать ОЧЕНЬ точно, или вы увидите метки, где траектории инструмента пересекают уровень  $Z = 0$ .

Снимок экрана также иллюстрирует наличие *undercuts* (подрезов) для обработки с осью вращения. Подрезы - это области, куда фреза не может добраться. Для обработки  $XYZ$  - это нижняя сторона объекта. Для обработки с осью вращения здесь есть различие: см. три красные линии траектории, изображенные на рисунке выше. Перемещаться будут только по осям  $X$ ,  $Z$  и  $A$ : по  $Y$  постоянно, с фрезой,

расположенной точно над осью вращения. Это означает, что фреза не может полностью вырезать коробку: она просто не сможет достичь всех четырех вертикальных стенок внутри коробки. Иллюстрацией этого являются V-образные траектории. Для этой геометрии будет лучше обрабатывать с двух или с четырех сторон, также используя ось вращения: т.е. индексированную обработку.

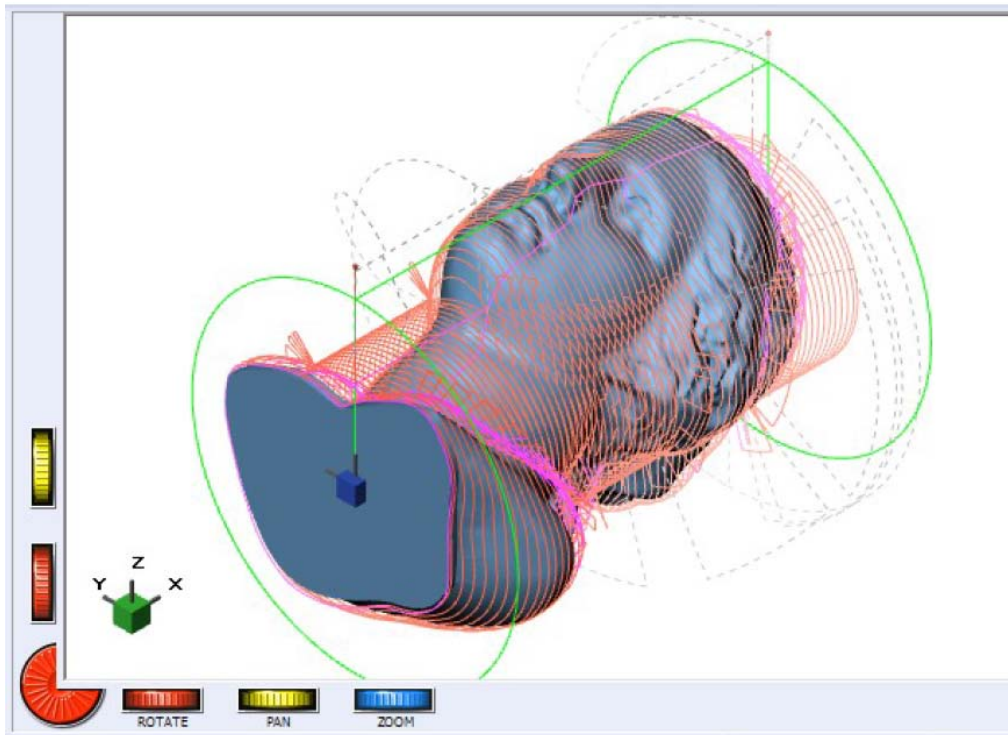
Граница сегмента с **Max-Z** также требует дополнительного внимания. Во многих случаях вы подготовите свой блок материала, используя ленточную пилу: в результате получаем прямоугольный блок. Деталь, подлежащая обработке, должна соответствовать этому блоку, и поэтому максимальный диаметр блока (диагональная линия блока) может быть гораздо больше, чем диаметр цилиндра, рассчитанный *DeskProto*. Это может привести к перегрузке и повреждению фрезы. Вы можете легко это предотвратить, установив границу сегмента с *Max Z* на большее значение. Если необходимо, чтобы удалить дополнительный материал в углах блока *DeskProto* тогда добавит дополнительные слои. Некоторые из траекторий инструмента будут резать воздух, но это лучше, чем поломка вашей фрезы.

Наконец: возможно, вы захотите использовать траектории инструмента в направлении *A*, в сочетании с обычной либо встречной обработкой. Таким образом, с осью вращения может сохраняться вращение в одном направлении (***continuous rotation*** т.е. непрерывное вращение), без необходимости перемещения

назад к другой стороне модели для каждой следующей траектории инструмента, как с обработкой в *XYZ*. Хорошая идея, однако: большинство устройств с осью вращения могут вращаться только в одном направлении в течение ограниченного количества раз. Поскольку *DeskProto* не знает сколько (на некоторых станках это всего лишь 3), она не позволит это непрерывное вращение. Вместо этого каждая траектория инструмента будет перемещаться на безопасную свободную высоту *Z*, и ось вращения будет перематываться на 360 градусов.

Если ваш станок поддерживает непрерывное вращение в одном направлении, вы можете отменить эту настройку. В определении станка (меню *Options*) проверьте опцию "*A-values may exceed 360*" (Значения *A* могут превышать 360). Затем ось будет поддерживать вращение в том же направлении - если конечно направление фрезерования не установлено *Meandering* т.е. извилистым (*Operation Parameters*, вкладка *Movement*), и в этом случае станок будет поддерживать резание в обоих направлениях вращения.

До сих пор была справочная информация для обработки с осью вращения, большая часть которой на самом деле не требуется для завершения этой модели Венеры, но может оказаться полезной позже.



Результирующие траектории будут выглядеть как на рисунке выше, в зависимости от вашего выбора масштабирования, фрезы, точности и т. д.

На рисунке показана операция черновой обработки. Вы можете четко распознать серию круговых траекторий, образующих цилиндр: первый слой. Серые пунктирные линии – это позиционирование перемещений в нижних слоях, пропуская любую область, которая уже была обработана (если Сортировка выключена, вы увидите гораздо больше, чем в иллюстрации выше). Нижняя поверхность статуи остается не обработанной: соединение с осью вращения. Показанные траектории инструмента находятся в направлении  $A$  и извиваются, как вы можете видеть на лбу.

Как и для простой обработки в  $XYZ$ , сначала рекомендуется выполнить грубую обработку, а затем чистовую операцию. Мастер оси вращения сделает это автоматически для вас. Для получения дополнительной информации вы можете посмотреть учебное видео *Venus* на веб-сайте *DeskProto*.

## На фрезерный станок

Опять же будет ясно, что приведенные здесь инструкции не могут быть очень точными, поскольку подробный набор инструкций будет отличаться для каждого станка. Еще может быть дано и число соответствующих общих замечаний.

Сначала вы должны установить *WorkPiece zero point* (нулевую точку заготовки). С настройками переноса по умолчанию это будет с левой стороны цилиндрического блока ( $X = 0$ ), с наконечником фрезы точно на оси вращения ( $Y=0, Z=0$ ). Если ваша модель не круглая, тогда и  $A=0$ , что может быть, важным.

Установить  $X=0$  и  $A=0$  легко: перейдите в правильную позицию и сообщите станку использовать это, как ноль. Установка  $Y$  и  $Z$  сложнее, так как нелегко увидеть, находится ли наконечник фрезы в правильном месте. Некоторые станки предлагают помощь по калибровке, например, горизонтальной поверхности с правильным значением  $Z$ . Если нет, вам нужно визуально найти нулевые позиции, как можно точнее.

Хорошая помощь заключается в обработке небольшого калибровочного цилиндра: закрепите некоторый материал, установите плоский наконечник и включите двигатель шпинделя. Затем переместите фрезу к  $Y=0$  и  $Z= +10$  (некалиброванным), а затем выполните полное вращение (от 0 до 360 градусов). Результатом будет то, что вы обработали цилиндр. Теперь измерьте диаметр цилиндра: 20 мм. Если это не так, вы можете исправить свою позицию  $Z=0$  соответственно. Скажем, это 21,4 мм: 1,4 слишком много, имея в виду, что текущее  $Z=0$  составляет 0,7 мм слишком высоко.

Затем вы можете использовать тот же цилиндр для калибровки  $Y=0$ : пусть фреза коснется цилиндра, как на лицевой стороне, так и на задней стороне и запишите оба '*touching*' (касательных) значений  $Y$ . Они должны быть одинаковыми, но для знака минус. Если нет, то исправьте затем  $Y=0$  соответственно.

Это большая работа: яркая сторона заключается в том, что вам нужно сделать это только один раз: такая же нулевая точка будет действительна и для следующего задания. Обратите внимание, что с этой нулевой позицией вы должны позаботиться о том, чтобы не позволить движению фрезы к нулевой точке детали (которая является стандартной командой на многих станках), так как это повредит вашу фрезу и / или ваш материал.

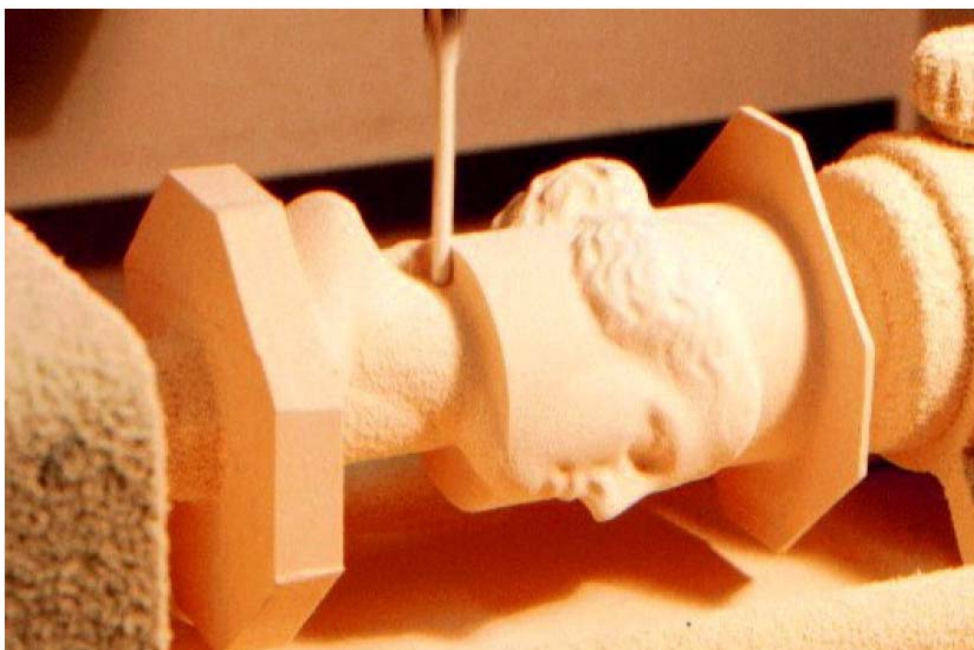
Когда вы использовали метод переноса "Make top of part zero" (Сделать верх детали нулем),  $Z=0$  потребует, чтобы кончик фрезы, касался верхней части цилиндрического блок материала. Теперь важно, чтобы цилиндрический блок имел точный диаметр: иначе результирующая часть будет слишком толстой или слишком тонкой.

Затем вам нужно будет *fixture* (закрепить) свой блок материала, используя доступные параметры вашей оси вращения, как 3-кулачковый патрон, штифты на круглой пластине или сверлильной головке. Используйте хвостовик с центрирующим штифтом на противоположной стороне, если он доступен, поскольку это намного лучше придает стабильность модели. Для обработки колец (в воске, для литья по выплавляемым моделям), вы должны использовать какой-то специальный инструмент для крепления или использовать полый восковой стержень, который может быть закреплен в 3-кулачковом патроне.

Деталь, которую нужно проверить только один раз, - это *Rotation direction* (направление вращения) вашей оси  $A$ : будет ли она вращаться по часовой стрелке или против часовой

стрелки для положительного значения  $A$ . Мы обнаружили, что нет четкого стандартного направления: каждый производитель делает свой собственный выбор. Таким образом, *DeskProto* по умолчанию будет корректировать значение для примерно половины станков. Если нет (результатирующая часть будет зеркальным изображением файл САПР), то вы сможете исправить это в постпроцессоре *DeskProto: Options*→*Library of postprocessors* (Библиотека постпроцессоров)→ОК с предупреждением→ выберите ваше сообщение и нажмите Edit→вкладка *Movement*→добавьте знак минус в значение в поле редактирования “*Factor*” в столбце  $A$ .

У многих контроллеров есть проблемы с настройкой правильной *Feedrate* (подачи) при обработке с осью вращения, так как скорость вращения, необходимая для достижения определенной линейной скорости зависит от расстояния между фрезой и осью вращения. Так что будьте аккуратнее в настройке *Feedrate*, и имейте в виду, что оценка времени обработки может быть (очень) некорректной. Для получения дополнительной информации см. *FAQ* на *web-сайте DeskProto*.



Наконец: перед запуском файла программы ЧПУ из *DeskProto*, убедитесь, что ваша фреза расположена на  $Y = 0$ . Как уже упоминалось, *DeskProto* остается 3-х осевой САМ-системой, поэтому файл траектории *XZA* из *DeskProto* не содержит никаких  $Y$ . Перед запуском значение  $Y$  должно быть правильным.

Процесс обработки будет выглядеть как на фотографии выше. Обратите внимание на цилиндрическую форму, созданную на первом слое. После обработки вы можете удалить обе стороны блока (поддержки) с использованием простой ленточной пилы

Картинку с результатом см. на следующей странице.





## Урок четвертый

### Сотовый телефон (двухсторонняя обработка)



Четвертый урок посвящен механической обработке модели с двух сторон. В *DeskProto* это очень просто, так как *Two-Sided Milling Wizard* (Мастер двухстороннего фрезерования) проведет вас через этот сложный процесс. Из-за этого мастера этот урок не требует показывать все подробности: он только иллюстрирует и объясняет, о чем вас мастер спросит. Двухсторонний мастер фрезерования недоступен в редакции *DeskProto Entry*.

В примере используется (опять же) очень тонкая геометрия: передняя панель сотового телефона. Это не существующий телефон, а специально для этого смоделированный для этого урока Джоном Броком из *Robert McNeel & Associates*, с использованием программного обеспечения САПР *Rhino 3D*, которое производится *McNeel*. Отрендеренная картинка выше также любезно предоставлена *Robert McNeel & Associates*.

Сотовый телефон в формате *STL* - это большой файл (8 Мб), поэтому он не включен в стандартные образцы *DeskProto*. Вам нужно будет получить в качестве бонуса файл геометрии из раздела *CD DeskProto* или загрузить его с сайта [www.deskproto.com](http://www.deskproto.com).

## Двух сторонняя обработка

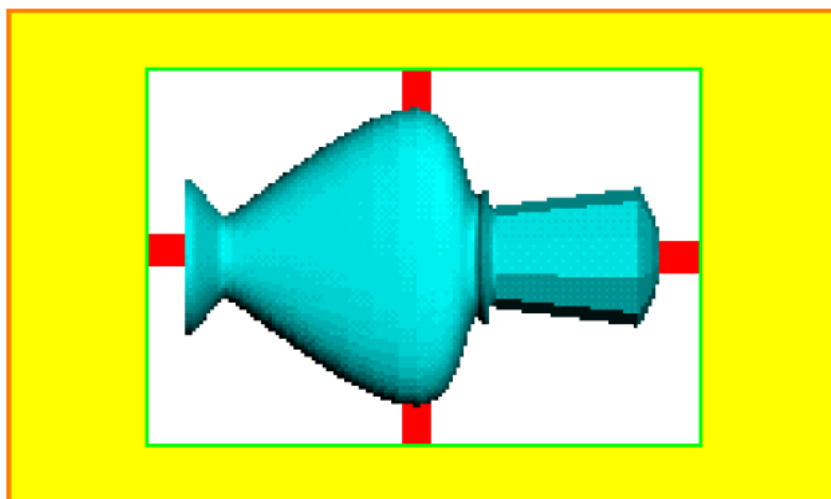
На этом четвертом занятии вы будете использовать Мастер двухстороннего фрезерования *DeskProto* для правильной установки всех параметров, необходимых для обработки детали с двух сторон. Мастер должен быть очень простым в использовании, даже самоочевидным, поэтому теоретически это урок совершенно лишней. На практике процесс довольно сложный: поэтому мы чувствовали, что иллюстрации и объяснения того, что вам будут нужны, чтобы сделать вещи намного проще для начинающих пользователей.

Запустите Мастер *DeskProto*, который можно найти через экранный *Start* (Пуск) или через меню *File*. Постарайтесь запустить «нормальный» Мастер: “*custom wizard*” («пользовательский мастер») предназначен для некоторых специальных приложений. На первом экране (называемом “*Which wizard*” или «Который мастер») выберите Мастер с именем ***Two sides, manual flip*** (Двух сторонний, с ручным переворотом).

Альтернативой для двухсторонней обработки является использование оси вращения для автоматического переворота. Преимущества ручного переключения – то, что поворотная ось вращения не требуется и что блок более стабилен, так как он лежит на столе обработки.

Этот Мастер представляет собой последовательность из 7 страниц, как показано вкладками сверху. В дополнение к этой первой странице (этот мастер), это:

- 2 Что обрабатывать
- 3 Материал и поддержка
- 4 Черновая обработка
- 5 Чистовая обработка
- 6 Контурная обработка
- 7 Отправка на станок.



Вообще говоря, при фрезеровании модели с двух сторон проблема заключается во второй стороне: как смонтировать модель в правильной ориентации для этой стороны, и как восстановить нулевую точку заготовки. Мастер *DeskProto* решает это, используя блок негабаритных материалов, настолько большой, что рамка полностью остается вокруг детали. Четыре маленьких блока добавляются как “*support bridges*” (поддерживающие мосты): они соединяют деталь с этой рамкой и могут быть позже удалены вручную. См. Иллюстрацию выше. Из-за этой рамки модель легко переустановить для второй стороны, а мастер также использует рамку для установки повторяющейся нулевой точки заготовки.

## Двух сторонний Мастер

На странице *What to machine* т.е. что обработать (Страница 2) сначала загрузите файл геометрии *Cellphone.stl*. Обратите внимание: этот файл не инсталлирован (на ПК) во время установки. Сначала вам нужно скопировать файл с установочного компакт-диска *DeskProto* (раздел *Bonus geometry*) или скачать файл на [www.deskproto.com](http://www.deskproto.com). Файл доступен только в мм, поэтому пользователи, использующие дюймы, должны будут уменьшать размеры в 0,04 раза (точнее 0,03937). Загрузите файл с помощью кнопки *Browse* (Обзор) на этой странице мастера.

На этой странице мастера предлагается еще два варианта: *Scaling* (масштабирование) и *Rotating* (поворот). *Scaling* не требуется (если, конечно, ваш станок не является слишком маленьким). Как упоминалось, дюймовые пользователи должны применять коэффициент масштабирования 0,04 (равномерное масштабирование). Для сотового телефона *Orientation* (ориентация) может оставаться действующей по умолчанию, с верхней поверхностью наверху: поворот геометрии не требуется. Обратите внимание на светло-желтый значок вопроса, слева от каждого вопроса: он предоставляет помощь по этому вопросу и также сообщает вам, где эта же настройка может быть найдена в диалоговом окне интерфейса (без Мастера).

Страница *Material and Supports* т.е. материал и поддержки (Страница 3) добавляют блоки поддержки (как выше) и будет устанавливать все сегменты. Мастер выберет значение по умолчанию мосты, чтобы добавить четыре *Support blocks* (поддерживающих блока), для минимума и максимума X и значения Y детали. Толщина этих мостиков зависит от размера вашей модели, их длина зависит от вашей фрезы по умолчанию (мостик должен быть достаточно длинным, чтобы фреза могла передвигаться по модели). Когда вы позже выберете более толстую фрезу, этот мастер предупредит вас об этом. Чтобы определить опорные блоки для большего контроля вы можете, также выбрать *Custom bridges* (Пользовательские мосты) и использовать настройки детали.

**Dimensions of the material block** (Размеры блока материалов) задаются Мастером: оба, справа и слева, добавляется 25 мм (1 ") к геометрии + поддержки, на передней и задней сторонах 10 мм ( $\frac{1}{2}$  ") (если надо, то вы можете изменить эти значения в настройках). Справа и с левой стороны рамка становится шире, поскольку для зажимов требуется место для фиксации блока на станке. Мастер позволяет здесь установить только Z-размер: толщину блока. Значение, которое вы вводите, должно точно соответствовать фактической толщине блока, в противном случае две стороны не будут правильно соответствовать. На практике это легко, так как большинство плит для моделирования будут поставляться в плитах с точной толщиной. Размеры X и Y физического блока могут иметь некоторые припуски.

**Milling depth** (Глубина фрезерования) фактически является минимальным значением Z для подсегментов (фрагментов) операции. Такая же глубина будет использоваться для всех операций. Глубина по умолчанию находится ниже на половине блока: для геометрии сотового телефона требуется большее значение глубины для того, чтобы полностью выполнить обработку геометрии. Также: не забудьте изменить глубину после изменения толщины блока, поскольку глубина находится относительно верхней части блока.

Размеры и глубина будут отображаться на экране в виде чертежей: где оранжевые линии

для блока, зеленые линии - для обрабатываемой области. На самом деле это сегменты DeskProto, которые вы уже видели в предыдущих уроках. Для общего блока, сегмент детали, для обрабатываемой области - подсегмент операции.

Страница **Roughing** т.е. черновая обработка (страница 4) предлагает настройки для операции черновой обработки. Прежде всего - флажок **Use** (Использовать): черновая обработка является необязательной, и вы можете пропустить эту операцию, сняв флажок.

Какую **Cutter** (фрезу) выбрать является оптимизацией между многими факторами:

- скорость резания (более крупная фреза может быстрее удалять материал);
- геометрические характеристики (для поверхностей свободной формы используется фреза с шариковым наконечником, для горизонтальной и вертикальной поверхности используют плоский наконечник);
- качество поверхности (более крупная шаровая фреза создаст более гладкую поверхность);
- мелкие детали (для небольших внутренних радиусов необходима небольшая фреза);
- высота модели (маленькие фрезы короткие);
- используйте одну и ту же фрезу для всех операций или замените инструмент на полпути фрезерной обработки. Для этой детали сотового телефона мы использовали 3 мм шариковую фрезу (с радиусом 1,5 мм) для всех операций, чтобы избежать замены инструмента. Диаметр 3 мм достаточен для большинства деталей, и фреза достаточно длинная, чтобы обработать модель полностью. Для дюймовых пользователей шариковый наконечник диаметром 1/8 дюйма будет хорошим выбором.

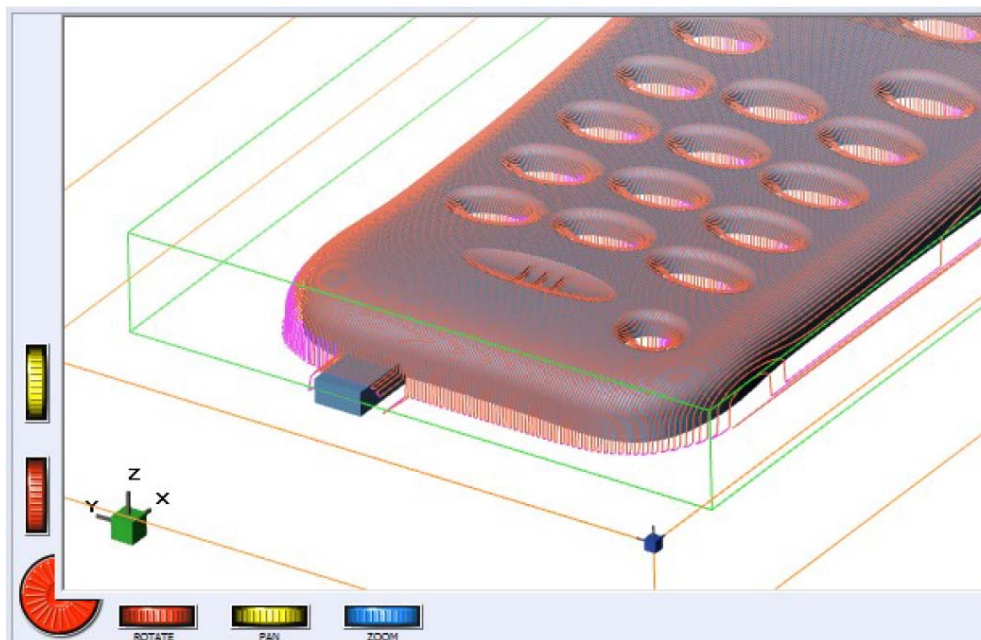
**Precision** т.е. точность (это горизонтальное расстояние между траекториями) вместе с **Layer Height** т.е. высотой слоя (насколько глубока фрезак может опуститься в материал) определяют, как много материала удаляется на траектории инструмента. Значения, равные по умолчанию D/5 (точность) и половине режущей длины фрезы (высота слоя) будут нормальными для дерева и инструментальной доски. По умолчанию также будут использоваться **Speeds** (скорости). Для легких материалов (пенопласт, легкая древесина) точность приемлема D/3, для материалов, таких как плексиглас и алюминий, будут необходимы меньшие значения. Вам нужно будет найти свои собственные оптимальные значения.

Стратегия **Block** (блока) по умолчанию оптимальна для большинства геометрий, так как она минимизирует число позиционирующих перемещений в нижних слоях.

По умолчанию **Skin thickness** (толщина слоя) составляет 10% от диаметра фрезы, что в большинстве случаев будет также хорошо.

Поле для **Estimated machining time** (Расчетного времени обработки) пусто: оценка будет показана после того, как вы вычислите траектории инструмента, используя зеленую кнопку **Calculate** (Рассчитать).

Страница Мастера **Finishing** т.е. чистовая обработка (стр. 5) и **Contouring** т.е. контурная обработка (стр. 6) очень похожи на страницу **Roughing** (черновой обработки), что только что обсуждалась. Конечно, без параметров черновой обработки наружной оболочки и высоты слоя. Также была выбрана и другая **Strategy** (стратегия). Вы будете использовать гораздо меньшее значение точности, чем для черновой обработки.



На приведенном выше рисунке показаны траектории финишной обработки для стороны 1. На этом чертеже вы можете ясно видеть, что наружная поверхность опорного блока не обрабатывается: таким образом, блоки остаются подключенными к рамке. Мастер обеспечил выполнение этого эффекта, установив границы в режиме *'Stay within segment'* т.е. оставаться в пределах сегмента (установка *«No Extra»* т.е. «нет лишних» также была бы достигнута, но эта настройка будет делать обработку полости такого же размера фрезой любого диаметра). Если вы видите больше перемещений позиционирования, чем на иллюстрации, различия будут вызваны опцией *“Always stay low”* или «Всегда оставаться на низком уровне» (вкладка *Movement*).

Последняя страница Мастера - *Send to machine* или отправить на станок (Страница 7), и она покажет вы созданное дерево проекта: две детали (сторона № 1 и сторона № 2) с тремя операциями. Различие между двумя деталями заключается в так же повороте вокруг оси X на 180 градусов, как вы позже повернете (перевернете) блок на станке. Если вы хотите, вы можете переименовать любое из названий после медленного двойного клика на его строке в дереве.

В этом Мастере доступны две кнопки для сохранения файла программы ЧПУ: одна для каждой детали. Выбирайте имена файлов, которые указывают, сторона детали, для которой он предназначен. Кнопки для прямой отправки траектории инструмента на станок доступны только в том случае, если этот параметр установлен (в *Preferences*). Конечно, использования будет только тогда, когда ваш аппарат поддерживает эту опцию.

*Report file* (Файл отчета) также является особым для этого Мастера. В отчете будет перечислены вся информация, необходимая на фрезерном станке для правильной обработки этих двух файлов программы ЧПУ. Это будет подробно объяснено в последнем абзаце. Пока просто откройте этот файл и распечатайте / сохраните его для дальнейшего использования.

## Точная настройка параметров

Вы закончили Мастер и создали два файла программы ЧПУ, поэтому вы готовы запустить ваш фрезерный станок и создать модель. Тем не менее, важно, чтобы вы знали, что в этот момент, после завершения Мастер, по-прежнему можно редактировать любые параметры, заданные мастером, и даже добавлять какие-либо специальные параметры, которые не могут быть выполнены в Мастере.

Конечно, после любых изменений вам придется снова написать файл (ы) программ ЧПУ. Если вам не нужны какие-либо изменения, вы также можете пропустить этот абзац и перейти к следующему: “*to the milling machine*” (на фрезерный станок).

Мастер создал три операции для каждой стороны. Вы можете добавить одну или несколько дополнительных операций. Например, операция *Detailing* (Детализация) с очень маленьким инструментом (диаметром 0,8 мм или 0,03 дюйма) для прорезей под микрофон и динамик. Затем вы можете изменить подsegment операции на *Freeform* и выбрать две небольшие области для обработки. Для второй стороны вы также можете добавить операцию с плоским инструментом (диаметром 2 мм), поскольку внутренняя геометрия содержит много острых внутренних углов.

При добавлении операций вы должны быть осторожны: некоторые изменения вашей двухсторонней настройки фрезерования будут разрушены. То, что вы НЕ должны изменить, - это некоторые настройки для подsegmentа (обрабатываемая область не может быть увеличена), и для границы. Лучший способ добавить операцию - *Copying* (копирование) существующей операции, так как затем будут скопированы настройки для subsegmentа и границ. Все другие параметры работы могут быть изменены по мере необходимости.

В параметрах Детали вы не должны изменять размер блока (segment детали), так как этот размер необходим, чтобы точно совпадать с обеими сторонами и установить нулевую точку заготовки. Эта нулевая точка заготовки будет одинаковой для всех операций в этой детали. Блоки поддержки могут быть изменены. Очевидно, опорные блоки для обеих сторон должны точно совпадать, и чтобы избежать любых различий, *DeskProto* для второй детали выбрал опцию “*Use bridges of first part*” (Использовать мостики первой детали).

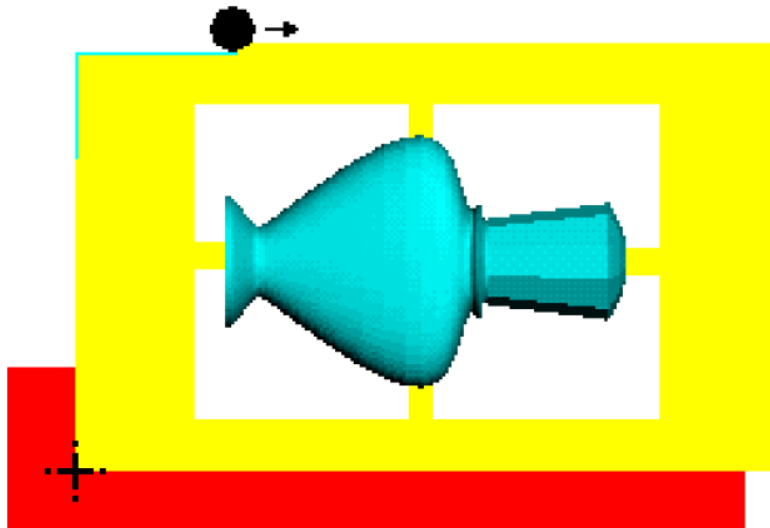
Пример такого подробного файла проекта (*cellphone.dpj*) можно найти на CD с *DeskProto*.

## На фрезерный станок

Как правило, на самом деле не имеет значения, где на рабочем столе станка расположен блок материала, так, как вы можете свободно выбирать нулевую точку заготовки.

Также не имеет значения, действительно ли блок точно выровнен по оси станка (так как у блока будет некоторый негабарит). Для двухстороннего фрезерования есть отличия, поскольку для второй стороны, как положение, так и ориентация блока должно точно соответствовать положению и ориентации первой стороны.

Для этого *DeskProto* использует *ruler* (линейку), установленную на рабочем столе станка, которая точно совпадает с осью *X* станка. См. Иллюстрацию ниже: длинная красная «горизонтальная» панель параллельна *X*, с *end-stop* (конечным остановом) в левой части линейки. Легкий способ создания линейки и конечного останова - просто обработать их, используя ручное управление: таким образом они обязательно будут параллельными, а их позиции точно известны.



Нулевая точка заготовки для файлов программ ЧПУ должна быть установлена в точке, где встречаются линейка и конечная остановка (перекрестие на рисунке выше), при  $Z = 0$  кончик инструмента касается верхней части блока. Как сказано, это для обеих сторон: нулевая точка заготовки остается неизменной после переворота блока сверху вниз для второй стороны.

После обработки первой стороны вам необходимо выполнить две *reference planes* (эталонные плоскости), на задней и левой стороне блока: см. зеленую линию на рисунке выше.

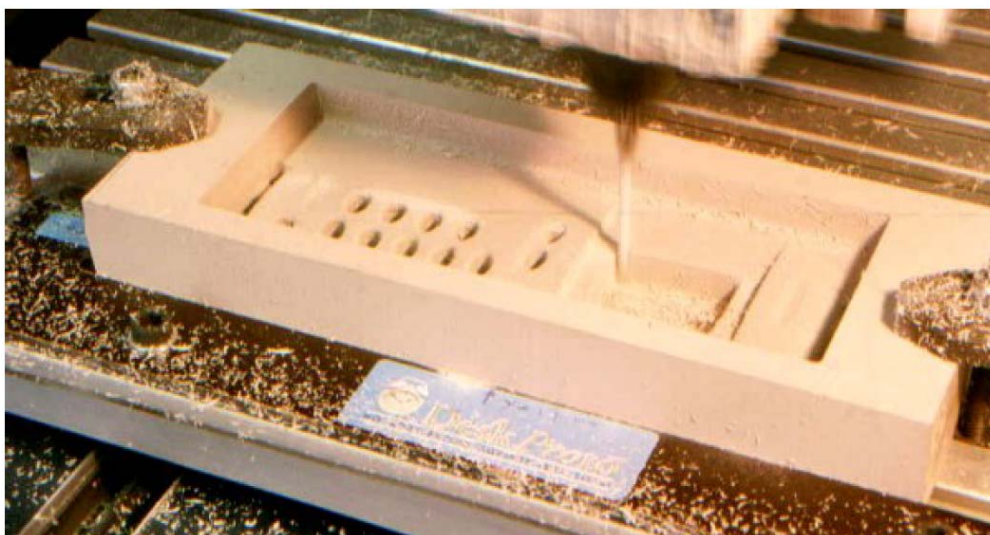
Эталонная плоскость слева находится в положении  $X = 0$ , как при точном положении конечного останова, и не должна располагаться полностью вдоль всей стороны (что не было бы невозможно из-за зажима). Эталонная плоскость на задней стороне находится на  $Y$  позиции, указанной в файле отчета, и ее необходимо обработать вдоль всего заднего торца детали. Она должна быть немного глубже, чем линейка.

Вы можете обрабатывать обе опорные плоскости с помощью ручного управления (при этом помните о радиусе фрезы!). *DeskProto* не обрабатывает эти эталонные плоскости автоматически, так как он не знает, где вы разместили свои зажимы.

После поворота блока вверх дном («переворачивания» блока) вы можете прижать к этим двум опорным плоскостям, относительно линейки и концевого упора, и закрепить зажимы. Это гарантирует, что блок будет точно выровнен со станком и находиться точно в правильном положении.

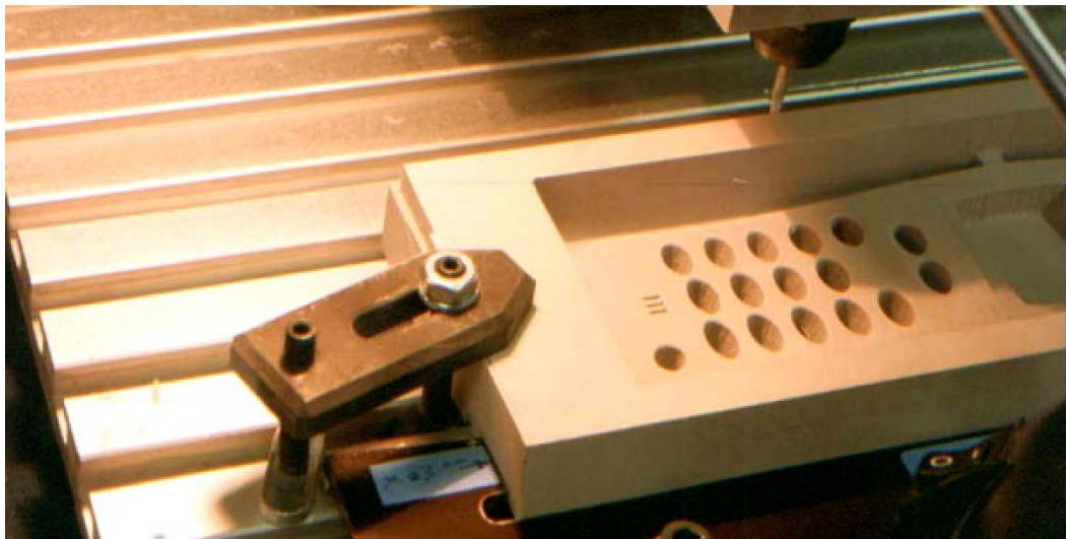
В дополнение к только что описанному методу *Ruler /Reference plane* (Линейка / Эталонная плоскость), доступно и несколько других методов для правильного позиционирования блока после переворота сверху вниз. Например, используя *Reference Pins* (эталонные штифты) на столе обработки и сверления отверстий, чтобы точно соответствовать этим позиционным штифтам. Или ось вращения с углом вращения 180 градусов вокруг оси X. Мастер Двустороннего фрезерования может использоваться с любым из этих методов позиционирования, настолько долго, пока они в результате не приведут к тому, что блок будет иметь одинаковые положения до и после перевертывания.

Ниже вы можете увидеть несколько иллюстраций, которые показывают этот процесс для модели сотового телефона



На этом рисунке обрабатывается первая сторона сотового телефона. Заметьте, что для фиксации блок использовали темно-коричневая линейка спереди и слева, а также два зажима справа и слева. В настоящий момент фреза обрабатывает второй слой.





Перед тем, как ослабить зажимы, сначала нужно обработать две эталонные плоскости слева и сзади, как показано здесь. Вот почему необходимо иметь некоторое превышение размера на задней стороне блока. Также и левая часть блока требует наличия некоторого избыточного материала для механической обработки.



Вторая сторона теперь может быть обработана с использованием той же нулевой точки детали: траектории инструмента точно совпадут.



Полученная передняя крышка сотового телефона: только что со станка, без каких-либо дополнительных работ выполнена. Обратите внимание на две обработанные опорные плоскости и опорные блоки (мосты): оба четко видны. Рамку и мосты необходимо удалить вручную: потребуется некоторое шлифование, где опорные блоки были прикреплены к модели. Остальная модель будет достаточно гладкой.

# Урок 5

## 2D-обработка



Уроки, которые до сих пор обсуждались, касались основного приложения *DeskProto*: создания 3D-прототипов. В качестве дополнительной функциональности *DeskProto* также предлагает и некоторые основные возможности для 2D-обработки. Вы должны знать, что *DeskProto* не является программным обеспечением 2D CAM: когда вам нужны такие опции, как 'pocketing' (создание карманов) и *cutter* (режущий инструмент) мы советуем вам также купить простую программу 2D CAM.

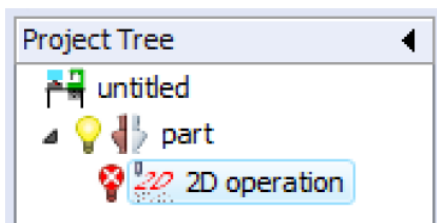
В этом уроке вы научитесь использовать эти 2D-функции обработки: выгравировать текст и / или логотип в вашем прототипе, а также использовать 2D-траектории для помощи в создании модели. В дополнение к этому уроку вы также можете использовать ***Basic 2D Machining Wizard*** (Мастер базовой 2D-обработки), чтобы научить вас основам 2D-обработки.

## Создание 2D-операции

2D-обработка в *DeskProto* выполняется в специальном режиме: *2D Operation*. На предыдущих уроках вы видели только 3D-операции и когда вы открываете DeskProto по умолчанию будет открыт проект, который содержит только одну операцию (3D-операцию).

Поэтому, чтобы сделать 2D-обработку в *DeskProto*, вам понадобится каким-то образом создать 2D-операцию.

Самый простой способ сделать это - использовать экран запуска: диалог, который появляется при запуске программы, предлагает выбор общих задач (если на экране нет меню *Start* (Пуск) то вы можете открыть его через меню *File*). Обязательно установите флажок "*Use samples folder*" (Использовать папку образцов), чтобы вы позже могли легко открыть файл образца. Теперь в этом Стартовом экране вы можете выбрать задачу: "*Start new project*" («Начать новый проект»)→ "*2D project*" «2D-проект». Вы увидите, что дерево проекта теперь изменилось: вместо стандартной операции, которая представляет собой 3D, выполняется 2D-операция.



Вы также можете создать 2D-операцию вручную, отредактировав Дерево (с закрытым Стартовым экраном): щелкните правой кнопкой мыши по строке "*part*" (деталь) дерева проекта и в контекстное меню, которое появится, выберите "*Add 2D Operation*" (Добавить 2D-операцию). Вы увидите, что после добавления операции в дереве появляется новая строка с другим значком, показывая новую 2D-операцию. Эта строка начинается в режиме редактирования, что позволяет дать новой операции собственное имя.

В Дереве, как показано на рисунке, значок лампы *red* (красного) цвета указывает на то, что операция недействительна. Причина в том, что вы еще не выбрали 2D-файл для этой операции, и без такого файла 2D операция недействительна.

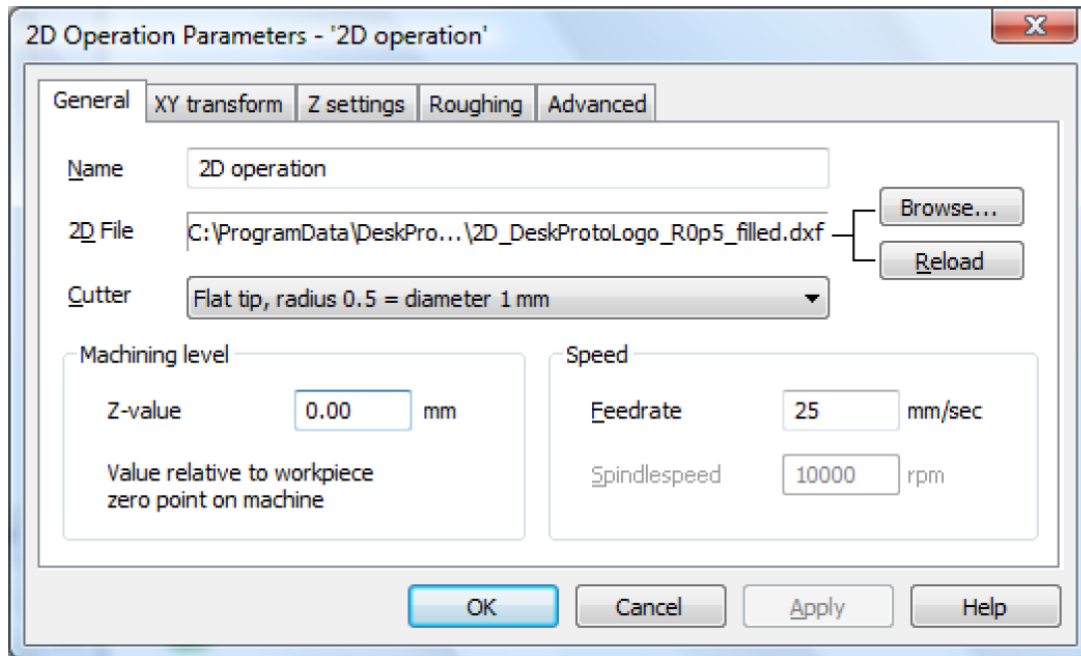
После ручного добавления 2D-операции вы можете удалить 3D-операцию, используя щелкните правой кнопкой мыши по этой строке дерева и выберите *Remove* т.е. удалить).

Возможно, также объединить 2D и 3D в одном проекте, подробнее об этом будет позже на этом же занятии.

## Открыть 2D-файл

Дважды щелкните на новой строке в Дереве, чтобы открыть параметры 2D-операции (или используйте команду *Operation parameters* в меню *Parameters*).

Теперь откроются **2D Operation parameters** (диалог параметров 2D-операции), которые будут выглядеть знакомо, так как многие параметры идентичны для 2D и 3D.



В вашем диалоговом окне запись для **2D File** (2D-файла) будет “None” (Нет). Используйте кнопку *Browse* (Обзор) справа от поля *2D File*, чтобы найти и открыть подходящий 2D-файл формата *DXF*. Для этого урока мы будем использовать файл логотипа *DeskProto*, который поставляется с *DeskProto*: файл *2D\_DeskProtoLogo\_R0p5\_filled.dxf* или его эквивалент в дюймах. Вы можете найти его в *Samples folder* или папке образцов *DeskProto* (см. предыдущую страницу). Запись “filled” (Заполнено) в названии указывает на дополнительные строки для удаления всего материала внутри логотипа. Без изменения любого другого параметра нажмите ОК: результат будет выглядеть так:



Вращая изображение, вы можете проверить, что это чисто 2D-контурная линия: все линии находятся на плоскости при постоянном Z-уровне. Обратите внимание, что значок красной лампы в Дереве теперь стал желтым.

Для 2D-файлов программа *DeskProto* поддерживает формат *DXF* и формат *EPS* (или *AI*). Инженерное программное обеспечение обычно генерирует файлы *DXF*, в то время как графическое

программное обеспечение в большинстве случаев может делать только *EPS (Encapsulated PostScript)*. Из обоих типов файлов поддерживаются только следующие подмножества:

Подмножество ***DXF*** включает в себя *point* (точку), *line* (линию), *polyline* (полилинию), *LW polyline*, *arc* (дугу), *circle* (окружность) и *ellipse* (эллипс).

Подмножество ***EPS*** включает в себя *point*, *lineto*, *curveto* and *moveto*.

*DeskProto* преобразует дуги в полилинии. Точка в *2D*-файле приведет к сверлению отверстия в этом месте. Кривые сплайна будут проигнорированы.

*2D*-файлы обычно говоря, не содержат координат *Z*: *DeskProto* будет рисовать *2D*-контуры на уровне  $Z = 0$ , и вам нужно ввести значения *Z* значения для траекторий.

Тем не менее, так как многие пользователи запросили это, также можно открыть файл *DXF*, содержащий трехмерную полилинию. В этом случае *DeskProto* спросит вас, не использовать ли эти *Z*-координаты. Если да, то значения *Z*, которые вы вводите для траекторий, будут затем добавлены к *Z*-значениям, найденным в файле.

Проект, который вы создали, не содержит *3D*-геометрии (*STL*-файл), поскольку она не требуется для *2D*-обработки. Поэтому большинство параметров детали исчезнут из этого проекта: диалог параметров детали будет показан только на странице вкладки *General* (Общие).

## Настройки параметров *2D*-режима

Теперь откройте диалоговое окно «*2D Operation Parameters*» (параметры *2D*-операции), которое было просто закрыто, и посмотрите доступные параметры.

Параметры *Name* (название), *Cutter* (фреза), *Feedrate* (подача) и *Spindle* (шпинделя) полностью идентичны их аналогам в *3D*-операции. Для фрезы есть одно важное отличие: ***in 2D toolpaths DeskProto does NOT compensate for the radius of the cutter*** (в *2D* траекториях инструмента *DeskProto* НЕ компенсирует радиус фрезы) !!!

Это означает, что *2D*-линии, присутствующие в *2D*-файле и на экране, будут просто преобразованы в траектории инструмента без какой-либо компенсации фрезы. Результирующий логотип будет толще, чем то, что вы видите на экране, причем отличие связано с радиусом фрезы. Это стало причиной добавления «*R0p5*» (для пользователей в дюймах «*R0p02*») к имени файла: радиус фрезы, для которого эти контуры были разработаны. Эта компенсация фрезы была добавлена в программу *2D CAD*, с использованием команды *offset* (смещения или подобия).

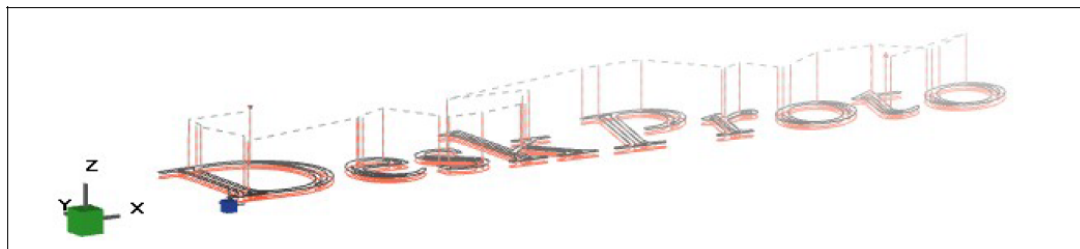
Так как этому образцу нужна плоская фреза диаметром 1 мм, выберите эту фрезу.

## Новый пар

аметр - это *Z*-значение уровня обработки, определяющего координату *Z* для траектории инструмента. Вы можете лучше всего увидеть *2D*-траекторию в качестве операции ***pen-up*** (поднятия пера): перо (а здесь фреза) будет работать на двух *Z*-уровнях. Перо будет рисовать линии на уровне пера внизу, и между ними делать позиционирующие перемещения на уровне пера сверху. То же самое происходит при *2D*-обработке: значение *Z*-уровня обработки

определяет нижний уровень пера и высоту свободного перемещения (на третьей вкладке) определяет верхний уровень пера.

Установите уровень обработки на  $-0,5$  мм ( $-0,02$  ") и закройте диалог параметров  $2D$ -операции. Теперь вычислите траектории инструмента. Результирующие траектории могут быть легко интерпретированы так, как они идентичны контурам, но расположены на расстоянии полмиллиметра ниже. Движение позиционирования (серая пунктирная линия означает быстрое перемещение): по умолчанию Свободная высота движения ( $5$  мм /  $0,2$  дюйма).



Теперь вы можете написать программу ЧПУ и выгравировать этот контур в плоской части материала. Вы увидите использование “*filling lines*” (линий заполнения) внутри контура: когда их нет, островки материала останутся внутри каждого символа. Это не означает, что большой остров находится внутри «D», как это предначертано, но имеет отношение к островкам внутри толстых вертикальных частей *D*. Это можно решить, используя более толстую фрезу, хотя также сделает результат менее детальным. Простым решением создания линий заполнения в *CAD* (САПР) является применение штриховки в  $2D$ -контурах. Для большинства  $2D$  *CAD* программ штриховка является стандартной командой для заполнения внутренней части замкнутого контура с параллельными линиями.

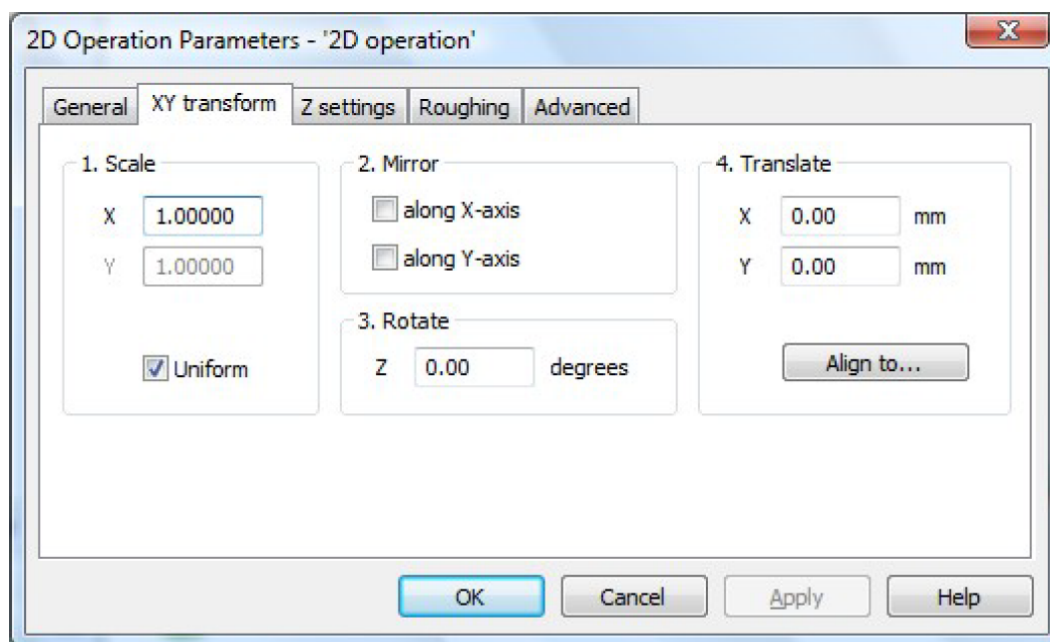
Вам особенно нужно это сделать, когда вы используете коническую фрезу с очень маленьким наконечником: такая фреза даст вам лучшие (острые) результирующие символы при гравировке текста.

## Объединение $2D$ -контуров с $3D$ -геометрией

Как вы только что видели, опция  $2D$ -обработки в *DeskProto* может быть использована простым гравированием  $2D$ -текста на плоской поверхности. Это, конечно, приятное приложение, тем не менее, в большинстве случаев вы будете использовать *DeskProto* для создания  $3D$ -частей и использовать  $2D$  для некоторой дополнительной детализации этих  $3D$ -частей. Затем необходимо решить новую проблему: позиционирование  $2D$ -контурных данных на  $3D$ -геометрии.

Это позиционирование является проблемой, поскольку *DeskProto* интерпретирует  $2D$ -файл в *WorkPiece coordinates* (координатах заготовки), той системе координат, которая используется на станке. Файлы  $3D$ -геометрии импортируются в *CAD coordinates* (координатах САПР), а после этого преобразованные (повернутые, зеркальные и т. д.) и переносятся. Поскольку некоторые из этих преобразований не имеют смысла для  $2D$ -контурных данных, они не применяются к  $2D$ -файлам. Кроме того, во многих случаях  $2D$ -файл даже не будет находиться в тех же координатах, что и  $3D$ -файл, подобно  $2D$ -логотипу, который будет проецироваться на трехмерную часть, каждая из которых создается с использованием другой программы проектирования.

В случае, если вы создали свои 2D и 3D-файлы в одном пакете CAD, в той же системе координат, вы можете автоматически выровнять их в *DeskProto*, а не применять любые 3D-преобразования (в масштабе 1:1, без поворота и т. д.) и путем выбора *None* (Нет) для 3D-трансляции на всех трех осях. Затем вы увидите, что как 2D, так и 3D-файлы в *DeskProto* расположены так же, как и в вашем программном обеспечении САПР.

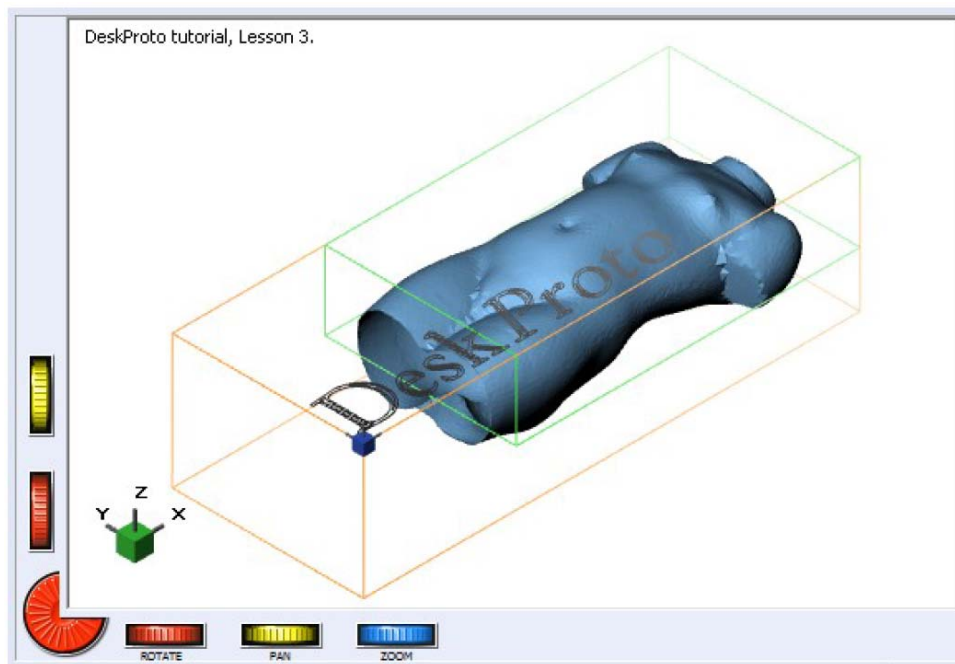


В любом другом случае вы можете разместить данные 2D-контура с помощью параметров 2D-операции на вкладке «*XY Transform*», как показано выше. Их использование будет ясно: *Scale* (масштабирование) для изменения 2D размера, *Rotate* (поворот) для поворота вокруг оси *Z* и *Translate* (перенос) для смены положения в трехмерном пространстве. Для переноса вы можете использовать кнопку *Align* (Выровнять), чтобы 2D-контур совпал с каким-либо другим объектом. Кнопка *Apply* (Применить) очень удобна, чтобы увидеть, что вы делаете.

В этом уроке мы будем использовать пример проекта *TORSO.DPJ* (или *Torso\_inch*), и объединим эту маленькую статую с логотипом *DeskProto* и несколькими 2D-линиями. Идея состоит в том, чтобы выгравировать логотип *DeskProto* в цоколе статуи, поэтому 2D контуры должны быть повернуты, перенесены и масштабированы.

Откройте проект *Torso*, добавьте 2D-операцию в *Front Part* (фасад детали) и в параметрах 2D операции откройте 2D-файл *2D\_DeskProtoLogo\_R0p5\_filled.dxf*, тот же файл, который использовался ранее в этом уроке. Вы увидите изображение, которое показано ниже.





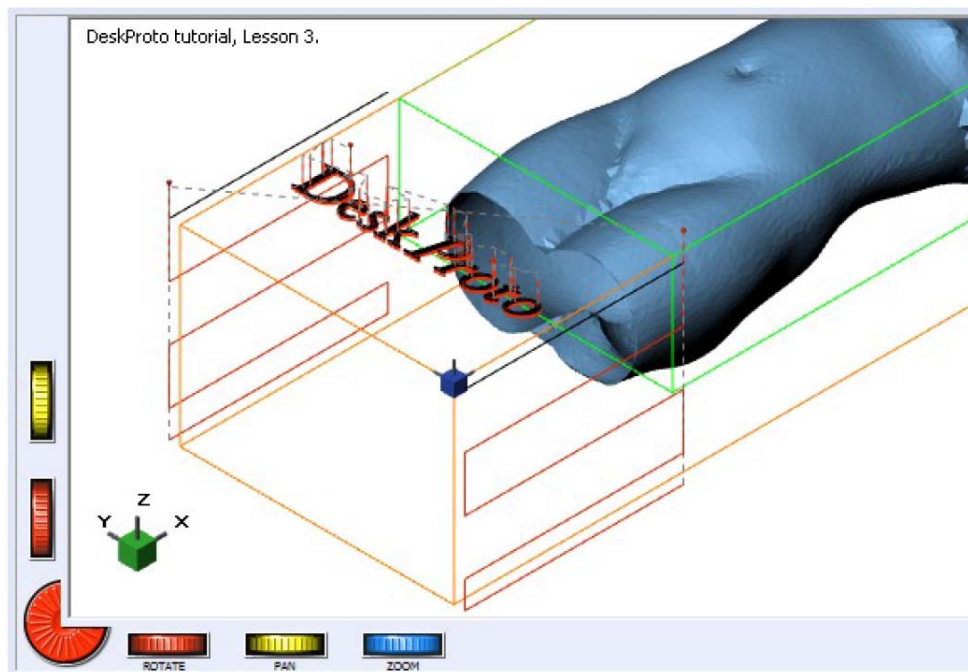
Для правильного позиционирования логотипа на цоколе статуи, *2D* контуры должны быть повернуты, перенесены и масштабированы. Откройте параметры *2D*-операции и используйте параметры масштабирования, поворота и переноса для размещения *2D* логотипа на цоколе, который будет создан под статуей. Нажимая *Apply* (Применить), вы можете видеть результат без закрытия окна диалога. Окончательный результат должен выглядеть подобно картинке на следующей странице (мы использовали *Scale* т.е. масштаб **0.5/0.5**, *Rotation* т.е. поворот **-90** и *Translation* т.е. перенос **15/47**).

Теперь установите уровень обработки (т.е. *Z*) на минус 0,5 мм (-0,02 дюйма), что является достаточным для гравировки. Полученные траектории могут быть отправлены на станок, и будут соответствовать трехмерным траекториям инструмента точно так, как показано на экране. Так что вы можете отправить обе *2D* и *3D* траектории на станок с использованием той же нулевой точки заготовки (не забудьте сначала установить правильную фрезу!).

Двумерная обработка может использоваться не только для гравировки текста. Для этой статуи вы можете, например, использовать ее, чтобы сделать красивый прямоугольный цоколь. Поскольку цоколь не был определен в *3D*-геометрии, ваш исходный блок останется на этом же месте, и потребует некоторой доводки. В качестве примера этого урока мы подготовили *2D*-файл *2D\_TorsoSockle\_R2.dxf* (шариковая фреза *D*4 мм), для дюймовых пользователей - файл *2D\_TorsoSockle\_R1d16\_inch.dxf* (шариковая фреза *D* 1/8 дюйма).

Создайте вторую *2D*-операцию и просмотрите этот *2D*-файл. Обратите внимание, что этот файл является только примером: то, какие контуры, которые вы можете обрабатывать, будут зависеть от того, как вы зафиксируете модель статуи. Перевод этих контуров в правильное положение не требуется: как вы можете видеть, они составляют 2 мм (0,0625 дюйма) вне цоколя, что это точно радиус фрезы, который будет использоваться. Установите уровень обработки минус

35 мм (-1,35 ") и выберите высоту слоя грубой обработки. Результирующий экран (примерно) выглядят как на картинке ниже.



Кроме того, 2D-обработка также может использоваться и для сверления отверстий в вашей детали, например, для правильного позиционирования после перевертывания (как альтернатива линейке, используемой Мастером *DeskProto*). Чтобы иметь просверленное отверстие в 2D-чертеже необходимо нарисовать точку, на этом месте. Применение слоев обеспечат «последовательное сверление».

Хорошей деталью является то, что 2D-обработка также может использоваться при обработке с осью вращения: 2D-чертеж затем будет обернут вокруг трехмерного цилиндрического сегмента, как этикетка вокруг банки варенья.

## Проектирование 2D-контуров в 3D-геометрии

Остается еще один параметр 2D-операции, который еще не обсуждался: опция "*Project 2D Contour on 3D Part geometry*" (Проецирование 2D-контура на геометрию 3D-детали). Когда вы проверяете эту опцию, полученный в результате уровень обработки (значение *Z*) не будет постоянным, а вместо этого он будет применен к *Z*-геометрии детали. Результатом будет то, что 2D-линии действительно будут проецированы на трехмерную деталь. Лучше всего объяснить это, используя пример.

Начать новый проект.

Загрузите геометрию флакона.

Поверните флакон на минус 90 градусов вокруг оси *X*.

Установите сегмент детали только в верхнюю половину.

Добавьте 2D-операцию.

Загрузите 2D-файл *DeskProtoLogo.dxf*.

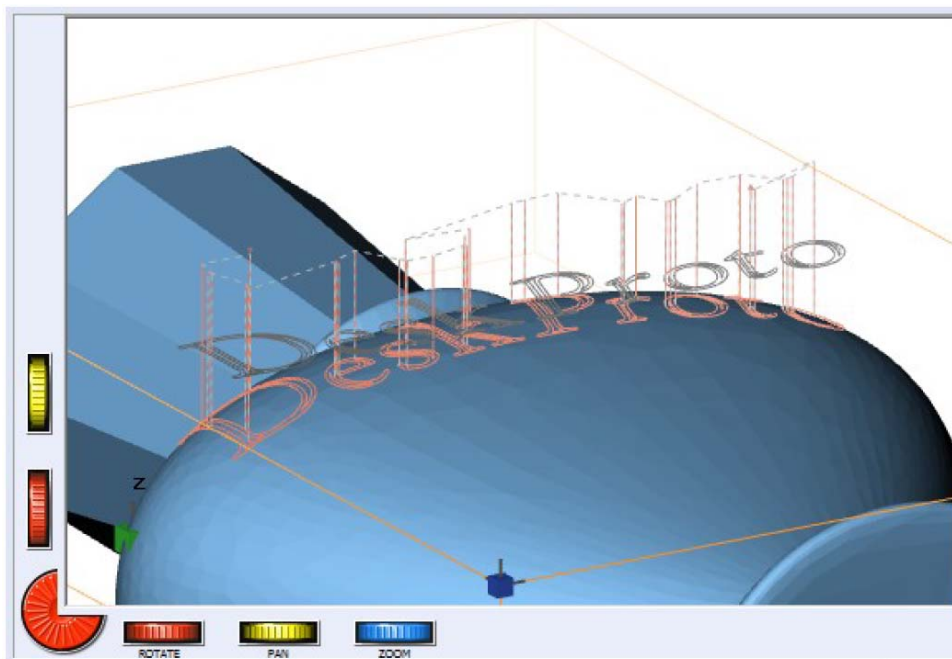
Масштабируйте логотип в соответствии с флаконом (мы использовали масштаб 0.5).

Расположите 2D-логотип в самой широкой части флакона (мы использовали “Align to” т.е. «Выровнять по», для размещения логотипа по возможности в центре сегмента детали, как для X, так и для Y).

Установите уровень обработки минус 0.5 мм (минус 0,002 дюйма).

Проверьте параметр “Project 2D Contour on 3D Part geometry” (спроектировать 2D-контур на геометрию 3D-детали) и установите точность расчета для этой проекции около 0,1 мм (0,0004 дюйма).

Вычислите траектории инструмента.



В результате ваш экран *DeskProto* НЕ будет выглядеть как на иллюстрации выше. Так как вы установили уровень обработки отрицательным значением, траектории инструмента невидимы, поскольку они затушевываются обработанной геометрией. Для изображения выше мы установили уровень обработки до +0,1 мм, чтобы сделать изображение с видимыми траекториями (эти траектории, разумеется, не подходят для обработки).

Возможно, ваши инструментальные траектории выглядят оборванными и не такими гладкими, как на приведенном выше рисунке. Вы можете изменить это с помощью опции *Calculation precision* (Точность вычисления), которая является подмножеством проектного 2D контура. Этот параметр задает точность вычисления (размер сетки в XY), используемый для вычисления Z-значения для каждой точки на 2D контурной линии. Для хорошего результата лучше всего использовать небольшое значение: для примера, на изображении выше мы использовали 0.1 мм (0,004 дюйма).

Фотография в начале этой главы показывает полученный обработанный прототип флакона с выгравированным логотипом. Хороший результат, с некоторыми дополнительными замечаниями.

Во-первых: хороший наблюдатель может видеть, что используется более толстая фреза, чем с R0.5, для которой был разработан 2D-файл логотипа. В определенных пределах можно обойти радиус инструмента (для рисунка мы использовали шариковую фрезу с R 1,5 мм, и оставили глубину гравировки очень низкой).

Второе замечание: используемая проекция является вертикальной, что искажает 2D-логотип: окружность, спроецированная на наклонную поверхность, станет овалом.

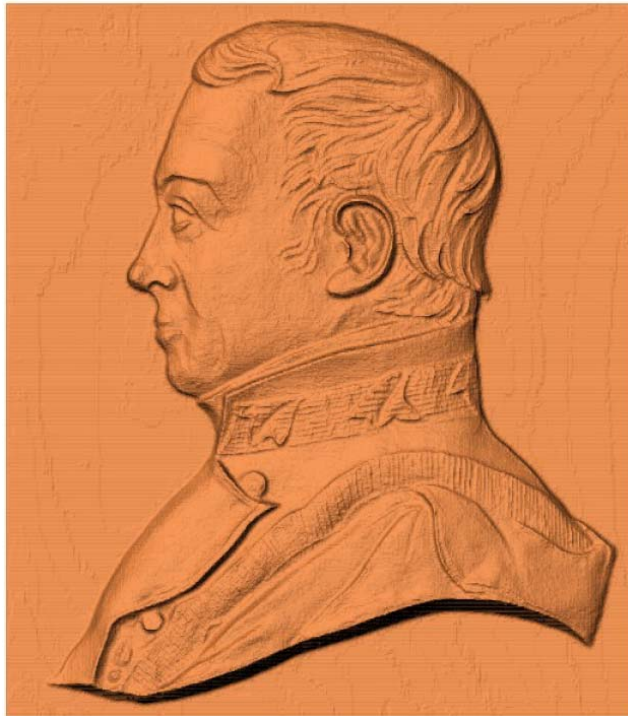
На этих наклонных поверхностях логотип также может быть искажен толщиной фрезы. *DeskProto* спроецирует 3D-форму фрезы на 3D-геометрию и при проецировании снаружи на наклонные поверхности фреза будет касаться геометрии перед центром фрезы (которая находится на 2D-траектории).

Глубина резания устанавливается из этого первого контакта, поэтому не от того места, где проецируется 2D-траектория.

Это последнее замечание справедливо только для *DeskProto V6.1* (и новее): в более ранних версиях версии центр фрезы был спроектирован на 3D-геометрию, без учета фактической формы фрезы.

## Урок 6

### Обработка растрового изображения



Вторая дополнительная функциональность *DeskProto* - это способность обрабатывать 3D-рельефы, основанных на растровых данных. *DeskProto* преобразует двумерную растровую информацию в 3D-геометрия (рельеф), а затем вычисляет траектории инструмента по этой геометрии.

Растровое изображение, используемое для этого примера, показывает австрийский фельдмаршал Радецкий (1766-1858, прославился Иоганном Штраусом). Растровый файл (изображение с оттенками серого) можно использовать любезно с HTL-Steurg, гравюрной школой в Австрии. Это было сделано путем 3D сканирования старого рельефа, сделанного в штукатурке.

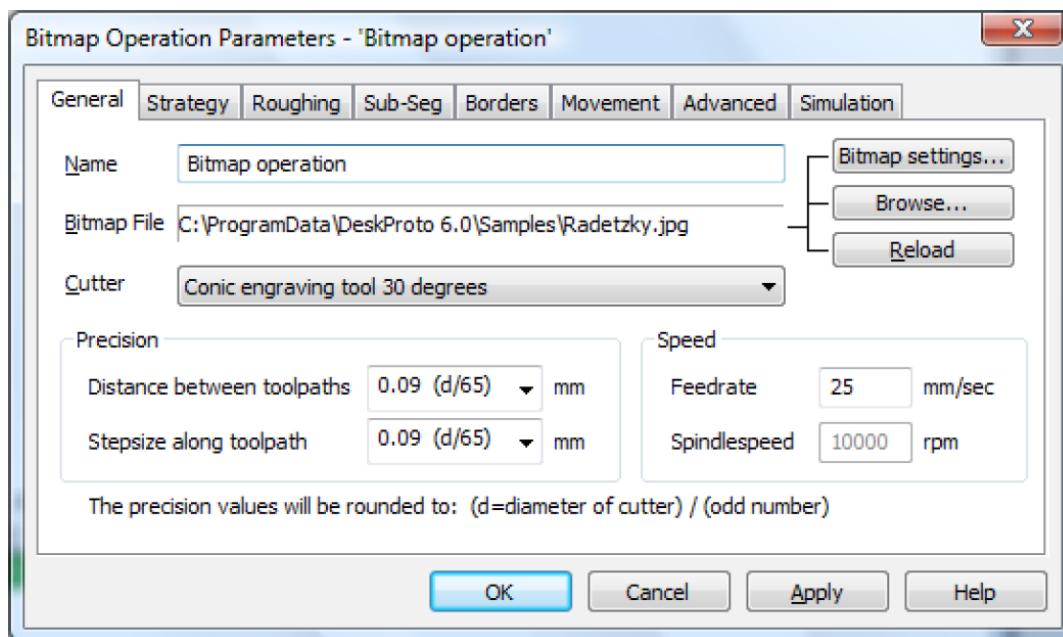
## Создание операции растрового изображения

Обработка по растровым изображениям в *DeskProto* выполняется в специальном режиме: *Bitmap Operation* (операция растрового изображения). Таким образом, процесс работает так же, как описано в предыдущем уроке для 2D-обработки: сначала нужно создать операцию растрового изображения, только затем вы сможете импортировать растровый файл.

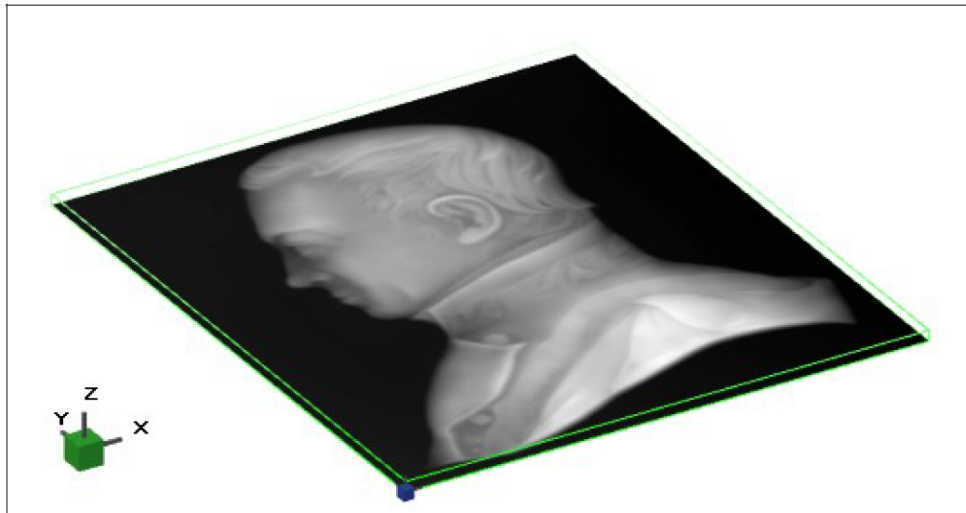
Снова самый простой способ сделать это - использовать экран запуска и выбрать задачу “*Start new project*” (Начать новый проект) >> “*Bitmap project*” (Растровый проект). Обязательно сначала установите флажок “*Use samples folder*” (Использовать папку образца), чтобы вы могли легко открыть позже файл *Sample* (образца). Новая строка появится в дереве (с другим значком), показывая новую растровую операцию и действующая по умолчанию 3D-операция будет удалена. Стартовый экран также автоматически откроет *Bitmap Operation parameters dialog* (диалоговое окно параметров растровой операции).

## Открытие растрового файла

Параметры диалога *Bitmap Operation* будут выглядеть знакомыми, так как большая часть параметров идентичны для растровых изображений и для 3D. В случае, если окно диалога отсутствует, то вы можете открыть его двойным щелчком по его строке в Дереве проекта.



В вашем диалоговом окне запись для файла **Bitmap File** (растрового файла) будет «*none*» (нет). Используйте кнопку *Browse* (Обзор) справа, чтобы найти и открыть подходящий файл растрового изображения. Для этого урока мы будем использовать отличный файл примера *DeskProto Radetzky.jpg*. Без смены любого другого параметра нажмите ОК, чтобы увидеть растровое изображение *Radetzky* на вашем экране.



Вращая изображение, вы можете убедиться, что это чисто  $2D$ -картина: одна ровная плоскость на постоянном  $Z$ -уровне. Изменяется только цвет (серое значение) пикселей в растровом изображении.

Для файлов растровых изображений *DeskProto* поддерживает файлы форматов *BMP*, *GIF*, *JPG*, *PNG* и *TIF*. Цвет изображения автоматически преобразуются в значения серого (черно-белые изображения) так как для преобразования в  $Z$ -уровни необходимы значения серого.

## Преобразование $2D$ растровых данных в $3D$ -рельеф

Преобразование в действительности является очень простым: каждый пиксель имеет серое значение, которое может быть черным, белым или некоторым оттенком серого. Это значение серого будет преобразовано в  $Z$ -значение. Вам необходимо определить уровни  $Z$  для черного и белого, все промежуточные  $Z$ -уровни будут вычисляться автоматически. Это называется ***Gray-value to Z-height conversion*** (преобразование значения серого в  $Z$ -высоту).

Вы можете себе представить, что произойдет, если вы примените это к снимку *Radetzky*. Дайте черный фон - самому низкому уровню  $Z$  (например,  $Z = 0$ ) и назначьте более высокий  $Z$ -уровень (например,  $Z = 5$ ) для белого. Результатом будет трехмерный рельеф, выходящий из плоского фона, плечо - самая высокая область, так как это самая светлая часть растрового изображения.

Одна из первых идей, которые можно придумать, - это использовать красивую фотографию вашего друга и конвертировать это в  $3D$ -рельеф. Мы должны вас разочаровать, объяснив, что результат не будет большим. Представьте себе, например, переднюю картину лица, с солнцем, сияющим с одной стороны. Одна сторона носа будет светлой, другая сторона будет темной (тьень). Результирующий рельеф не будет напоминать оригинальный нос. Или отличия в изображении между белым человеком с черными волосами и черным человеком с белыми волосами. Результирующий рельеф может быть ОК для ваших приложений, однако, не ожидайте, что это будет копия настоящего лица.

Использование фотографии для создания 3D-рельефа очень хорошо работает для *Lithophanes* (литофания). Это форма искусства, где рельеф выполнен в тонком листе материала, а затем будет освещенным сзади. Чем тоньше материал, тем больше света будет проникать через него. В результате будет видно, что исходная фотография хорошо видна. Для большей информации см. видео о литофании на [www.deskproto.com](http://www.deskproto.com)

Растровое изображение *Radetzky* было выполнено с использованием существующего рельефа и 3D-сканера, поэтому не было основано на простой фотографии. Растровые изображения обложки, которые вы найдете, как примеры также были сделаны с использованием 3D-сканера, из реальных обложек. Когда вы сможете понять, как выполняется преобразование серого в Z-высоту, то также можно нарисовать изображение в значениях серого для этого приложения. Фотографии, подобные многоцветным логотипам компании могут быть легко преобразованы в рельефы.

## Настройки параметров растрового изображения

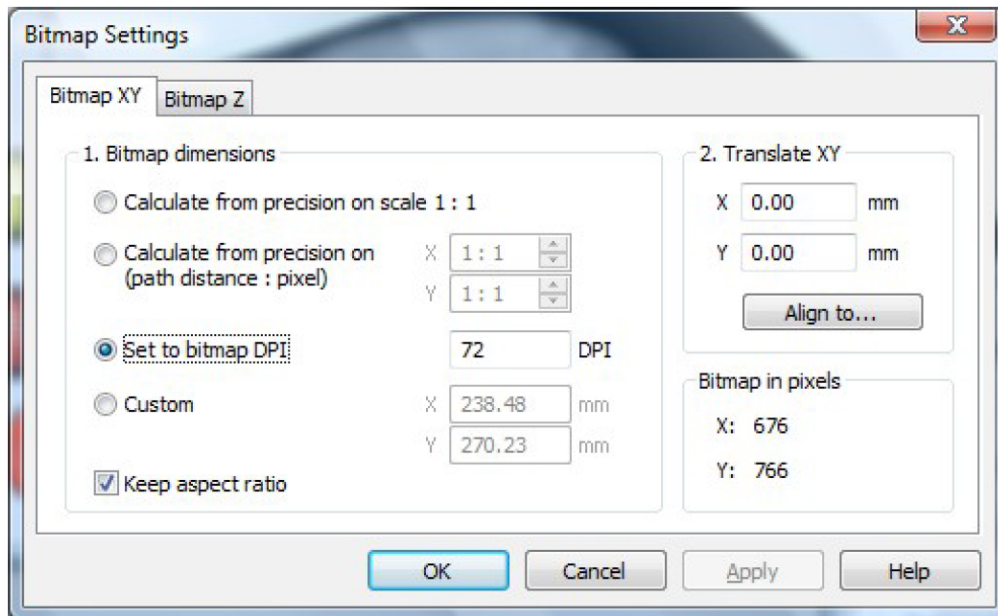
Теперь заново откройте диалоговое окно “*Bitmap Operation Parameters*” (Параметры операции с растровым изображением), которое было только что закрыто, и посмотрите доступные настройки параметров. Большинство параметров полностью идентичны их аналогам в 3D-операции. В этот диалог были добавлены три кнопки: кнопка *Browse* (Обзор), которую вы только что использовали, кнопка *Reload* (Перезагрузка) и кнопка *Bitmap Settings* (Настройки растрового изображения).

Сначала выберите *Cutter* (фрезу). Когда вы хотите обработать этот рельеф размером примерно 50 мм (2 дюйма), тогда лучше всего использовать коническую гравировальную фрезу, поскольку этому размеру необходим небольшой наконечник для фрезеровки всех деталей. Для этого проекта мы выбрали “*Conic engraving tool 30 degrees*” (Конический гравировальный инструмент под 30°). Этот резец имеет диаметр наконечника 0.1 мм, поэтому расстояние между траекториями обработки должно быть 0.1 или меньше. У нас выбрано 0.09 для обоих *Distance* (расстояния) и *Stepsize* (размера шага) (для пользователей в дюймы это около 0.004 дюйма).

Дополнительные *Bitmap settings* (настройки растрового изображения) необходимы, поскольку при операции с растровым изображением, вам необходимо определите, как вы хотите получить 3D-геометрию (рельеф). Для ‘*normal*’ (обычной) 3D операции 3D-геометрия определяется в параметрах детали, для растрового рельефа требуется сделать это на уровне операции. Нажмите кнопку “*Bitmap Settings...*” (Настройки растрового изображения...), чтобы открыть это диалоговое окно, где вы сможете установить размеры (оба XY, так и высоту рельефа) и положение.

На первой вкладке “*Bitmap XY*” (XY растрового изображения) вы можете установить размер и положение рельефа в плоскости XY. Растровое изображение не может быть повернуто в *DeskProto*: ни в плоскости XY или в 3D пространстве.





Для размера (*Bitmap dimensions* или размера растрового изображения) вы можете выбрать один из четырех вариантов. Опции *Bitmap DPI* (количество точек на дюйм растра) и *Custom* (выборочно) будут прозрачными, так же как флажок “*Keep aspect ratio*” (Сохранять пропорции) Если нет, воспользуйтесь кнопкой *Help* для получения дополнительной информации. После *Custom* в в двух поля редактирования отобразятся результирующие размеры, для каждой из этих четырех опций.

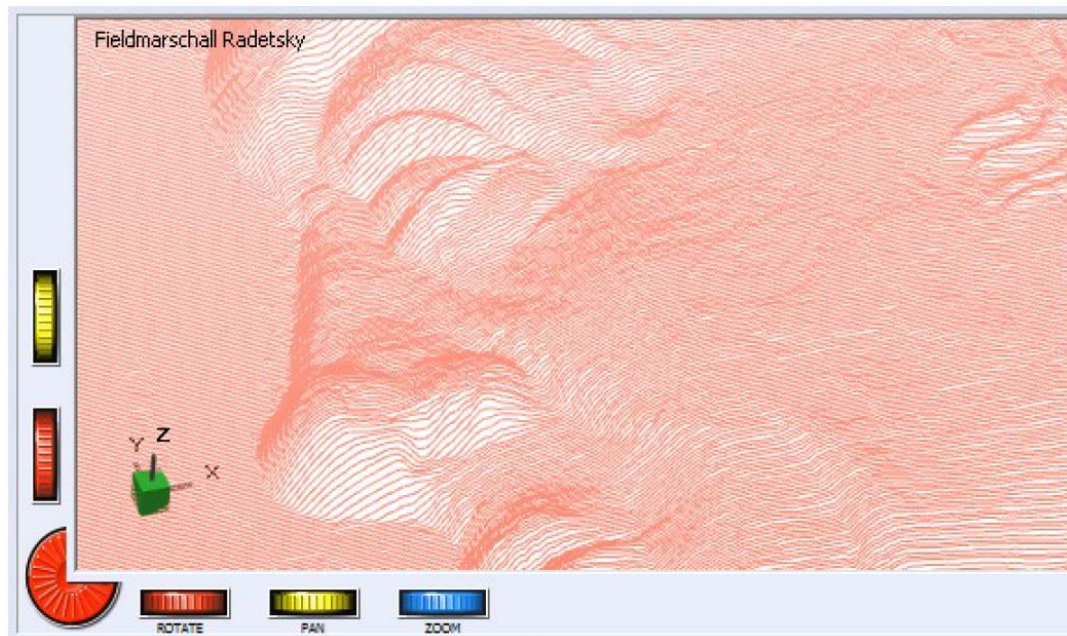
Два варианта “*Calculate from precision*” (Рассчитать из точности) нуждаются в некотором объяснении, поскольку их нелегко понять. В *DeskProto* траектории инструмента вычисляются с использованием Z-сетки: прямоугольная сетка XY, с Z-значением, рассчитанным для каждой позиции. Точность (Дистанция между дорожками и размерный шаг вдоль пути) задает размер каждой клетка сетки. Эта сетка напоминает растровую сетку пикселей: каждая сетка представляет собой прямоугольную матрицы вдоль XY, с Z-значением / значением цвета для каждой позиции.

Опция “*Calculate from precision on scale 1 to 1*” (Вычислить из точности по шкале от 1 до 1) делает обе сетки равными. Таким образом, растровое изображение будет масштабироваться, чтобы один пиксель точно соответствовал одной ячейке в Z-сетке. Во втором варианте можно выбрать другое соотношение для масштабирования пикселей относительно ячеек Z-сетки. Для этих двух вариантов стоит позаботиться: когда вы позже измените точность, это также автоматически изменит и размер рельефа.

Выберите “*Calculate from precision on scale 1:1*”, что сделает рельеф 62,40 x 70,71 мм (так как вы установили точность на 0.09 мм).

**Translate XY** (Перенос XY) дает вам возможность изменить нулевую точку заготовки. Обычно она в левом углу растрового изображения, однако вы можете расположить ее там, где хотите. Это понадобится, если вы объедините растровое изображение с 3D-геометрией, теперь вы можете просто оставить его на 0,0.

На второй странице вкладки настроек растрового изображения, называемой “*Bitmap Z*”, вы можете установить  $Z$ -значения, которые будут использоваться для рельефа. Смысл областей с  $Z$ -значением для белого и  $Z$ -значением для черного будет понятен после объяснения в предыдущем параграфе. Для рельефа *Radetzky* вы можете выбрать 0 для черного и 5 для белого, разумеется, в зависимости от размера рельефа, который вы только что установили. Дюймовые пользователи могут установить 0.0 "и 0.2" соответственно. Относительные  $Z$ -уровни будут рассмотрены позже.



Теперь нажмите ОК для обоих диалоговых окон с растром, а затем вычислите траектории инструмента. результат должен быть чем-то вроде показанного выше (после увеличения лица).

Теперь вы можете написать файл ЧПУ и отправить его на фрезерный станок, чтобы фрезеровать рельеф. Нулевая точка заготовки находится в левом переднем углу рельефа, в нижней части рельефа (так как вы установили рельеф между  $Z = 0$  и  $Z = 5$ ). Так верхняя часть блока должна быть на уровне  $Z = 5$ .

## Объединение растрового изображения с 3D-геометрией

Этот вопрос будет рассмотрен только в общих чертах, поскольку большинство действий, которые необходимы, уже объяснены в этом Учебнике. Цель этого последнего примера проекта состоит в том, чтобы создать парфюмерный флакон (уроки 2 и 5) с рельефом оболочки на стороне флакона. Пожалуйста, сделайте следующее:

Начните новый проект

Загрузите пробную геометрию *Bottle* (Флакон)

Поверните флакон на -90 градусов вокруг оси X

Установите сегмент детали только на верхнюю половину

Добавьте растровую операцию

Просмотрите образец растрового файла *Shell1.jpg*

Выберите фрезу «Со сферическим наконечником, радиусом 1 = диаметром 2 мм» (шариковый наконечник будет сглаживать поверхностные неровности рельефа)

Задайте расстояние и шаг траектории инструмента в 0.12 мм.

Откройте **Bitmap Settings** (настройки растрового изображения), вкладку *Bitmap XY*.

Для **Bitmap dimensions** (размеров растрового изображения) выберите *Custom* (Пользовательский) и установите размер X равным 34 мм. Затем Y станет 30.75, так как опция “*Keep aspect ratio*” (Сохранить пропорции) должна проверяться.

Манипулируйте с командой **Translate XY** (перенос XY) и расположите оболочку на боковой стороне флакона.

Это лучше всего сделать, когда вы сначала показываете *Top View* (вид сверху), а затем в Параметрах операции с растровым изображением попадаете в кнопку *Apply* (Применить) после каждого изменения, чтобы увидеть что вы делаете. Мы выбрали перенос 10 мм для X и 20 мм для Y.

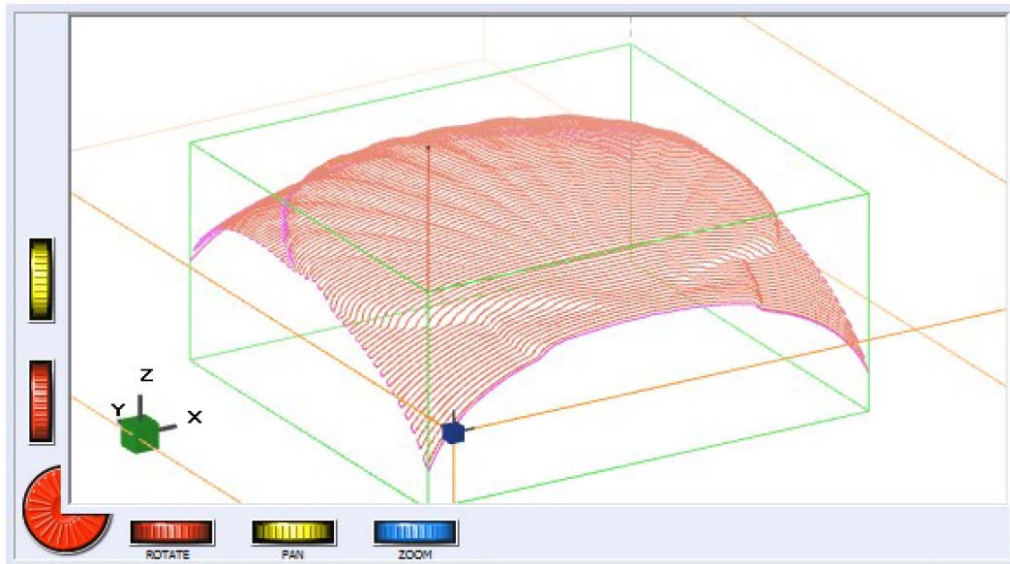
Обратите внимание, что эти значения верны для переноса в параметрах (3D) детали по умолчанию (для геометрии детали задаются положительные значения X и Y).

Теперь выберите вкладку *Bitmap Z* (Z растрового изображения).

Для **Z calculation** (вычисления Z) выберите 1.0 (для белого цвета) и 0.0 (для черного цвета).

Наконец, проверьте опцию **Project bitmap texture on 3D part geometry** (проекция растрового изображения на 3D геометрию детали).

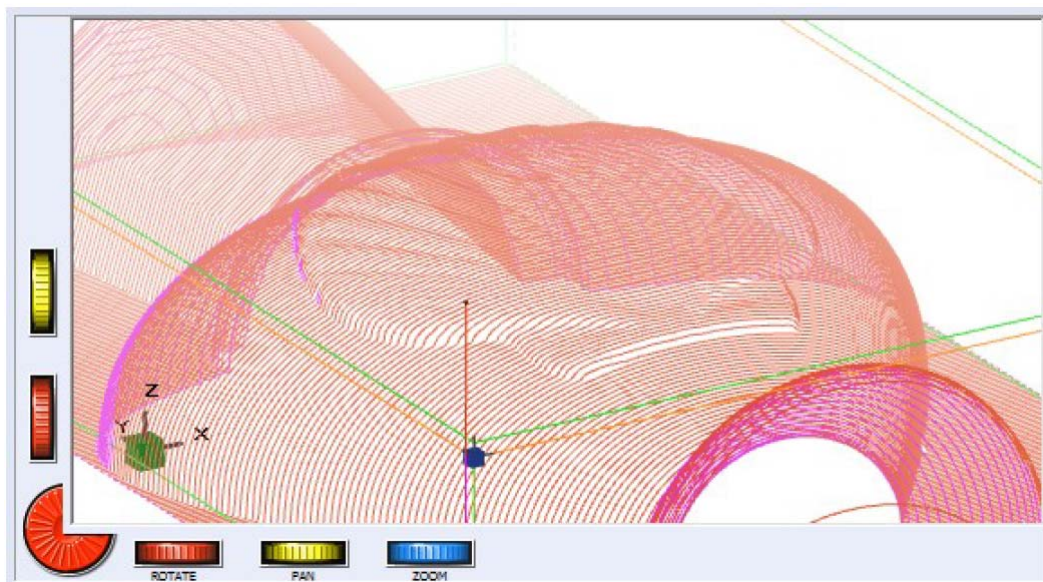
Нажмите *OK*, как для настроек растрового изображения, так и для работы с параметрами растрового изображения, и рассчитайте траектории инструмента для операции с растровым изображением. Результат будет таким, как показано на рисунке ниже. На картинке для ясности прорисовано меньше инструментов и объекты *Geometry* и *Bitmap* были отключены. Также и 3D-операция в этом проекте была установлена как невидимая.



Как вы можете видеть, растровый рельеф проецируется на изогнутую поверхность: геометрия флакона. Хороший положительный рельеф: укладка поверх поверхности. Теперь мы столкнулись с проблемой: первая операция этого проекта (та, которая обрабатывает модель флакона) удалит весь материал, необходимый для рельефа. Поэтому траектории этой второй операции будут только «нарезать воздух».

Для отрицательного рельефа (с отрицательными битовыми  $Z$ -значениями), который будет выгравирован на флаконе, это не будет проблемой: затем этот файл можно отправить на станок.

Мы можем решить эту проблему, выполняя в этом проекте все операции как операции с растром: так черновая обработка, чистовая и при необходимости детализация всех будет определена с использованием операции *Bitmap* (растрового изображения) с теми же настройками для растра.



Чтобы полностью сделать эту обработку растровой операции для детали

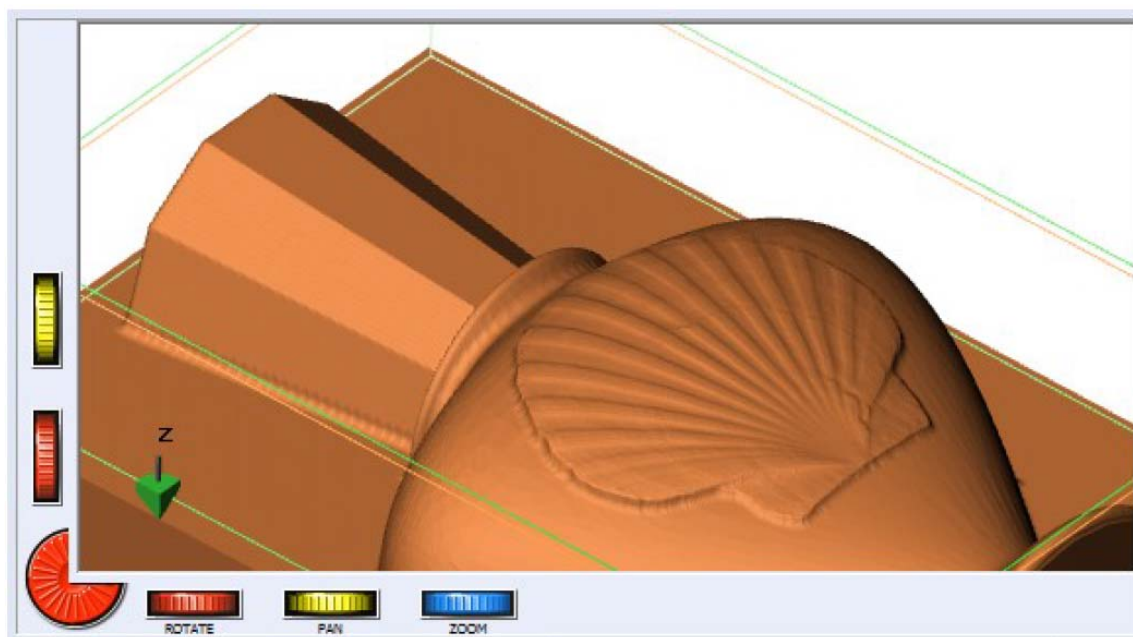
необходимы изменения в параметрах операции с растровым изображением:

- Для границ выберите *Extra для Cutter* (Внешние для фрезы). На картинке выше вы уже можете видеть, что внешняя сторона рельефа не была обработана, как для растровых изображений по умолчанию для границ установлено *No Extra* (Границы отсутствуют).
- Для сегмента операции выберите *Use part segment* (Использовать сегмент детали).

После этих двух изменений траектории будут выглядеть как на картинке выше (снова для ясности напечатанного рисунка траекторий инструмента было сделано меньше). Дополнительные траектории, которые вы видите на нижней поверхности, являются результатом использования фрезы с несколькими диаметрами: она не может достичь дна этой вертикальной поверхности, поскольку толстый вал столкнется с вершиной.

Теперь вы можете удалить исходную 3D-операцию в этом проекте и скопировать растровую операцию столько раз, сколько вам требуется:

одна, чтобы сделать ее черновой операцией, одна для чистовой, а при необходимости и одна чтобы детализировать рельеф с помощью гораздо более тонкой фрезы. Для этой последней операции вы затем снова можете ограничить сегмент операции применив “*Use bitmap size*” (Использовать размер растрового изображения).

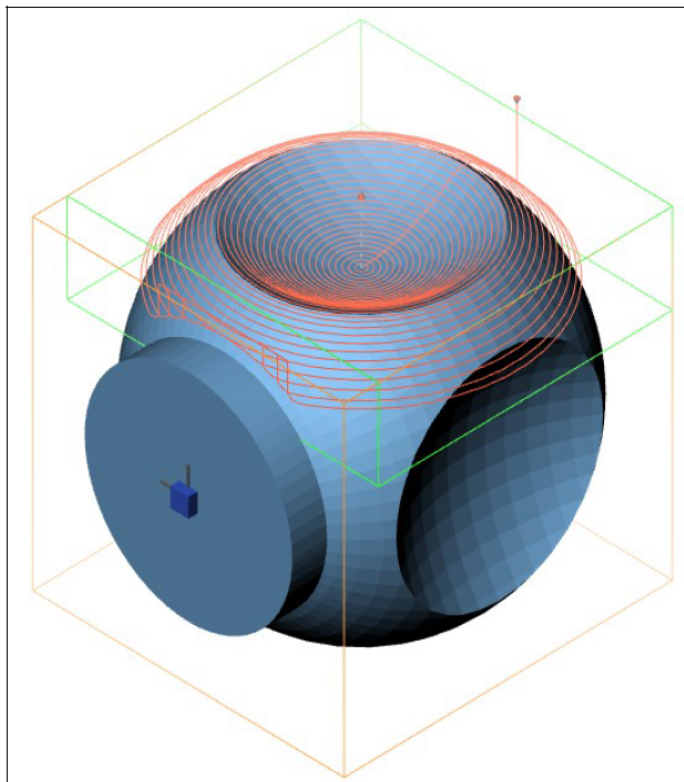


На этом последнем рисунке показана симуляция обработанного флакона. Предназначен для парфюма, который окружает вас ароматом свежего морского ветра ...



# Урок 7

## Пяти осевая обработка



*Multi-Axis edition* (Многоосевая редакция) *DeskProto* может генерировать траектории для пятиосевой обработки. Однако это довольно сложный вопрос, и он включает в себя гораздо больше, чем использование четвертой оси (описано в уроке 3).

Для пяти осевых рабочих мест *DeskProto* предлагает индексированную обработку: станки, с одной стороны, используют трех осевую обработку ( $X$ ,  $Y$  и  $Z$ ), затем вращение  $A$  и  $B$  в следующую ориентацию, снова полностью трех осевая операция и так далее. Количество ориентаций и их вращения могут быть свободно выбраны.

Геометрия, используемая для этого урока, представляет собой своего рода “*dented sphere*” (помятую сферу), как показано выше, вы можете найти файл *DentedSphere.stl* в папке образцов *DeskProto*.

Будет ясно, что этот урок не может быть применен пользователями редакции *Entry* и редакции *Expert*.

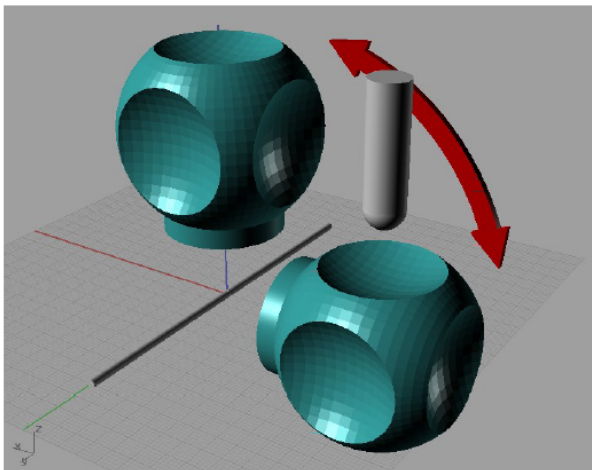
## Фрезерные станки с ЧПУ с пятью осями

Что затрудняет пяти осевую обработку, так это то, что возможны много разных конфигурации для этих 5 осей. Станки доступны для многих этих конфигураций.

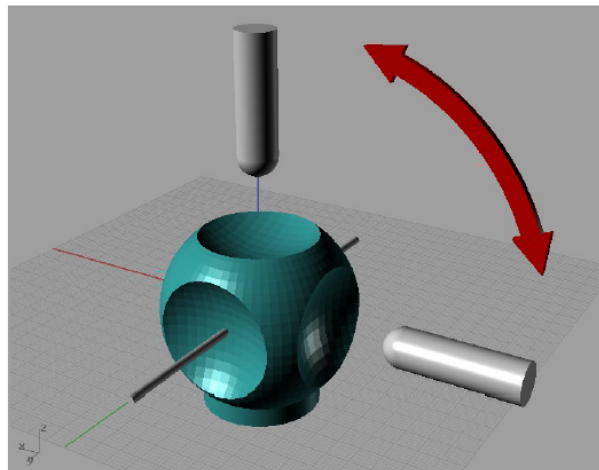
Теория проста: пяти осевой станок имеет три линейные оси, называемые  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ , а также две из трех осей вращения, которыми являются:  $A$  (вращение вокруг  $X$ ),  $B$  (вращение вокруг  $Y$ ) и  $C$  (вращение вокруг  $Z$ ). Таким образом, возможны только три комбинации:  $XYZAB$ ,  $XYZAC$  и  $XYZBC$ .

Однако вращение можно применять двумя способами: режущий инструмент может вращаться или деталь может вращаться. Для линейного движения не имеет значения, движется деталь или фреза, для вращения это имеет большое значение. Вы также найдете станки, которые объединяют оба метода.

И, кроме того, имеет место последовательность: ось  $X$ , построенная сверху оси  $Y$ , будет давать те же результаты, что и  $Y$  поверх  $X$ , однако результаты для оси  $A$ , построенной над осью  $B$  будут полностью отличаться от того, когда  $B$  построен над  $A$ .



поворот детали 90 градусов



поворот фрезы на 90 градусов

Пяти осевая (Five-Axis) опция DeskProto предназначена для станков, где ***machines where the material block rotates and the cutter orientation remains vertical*** (материал блока вращается, а ориентация режущего инструмента остается вертикальной). Поддерживаются только оси вращения  $A$  (вращение вокруг  $X$ ) и  $B$  (вращение вокруг  $Y$ ). Такие станки называются 5-осевыми станками в ***Trunnion-style*** (стиле *Trunnion*).

Также необходимо, чтобы оси вращения  $A$  и  $B$  пересекались, поэтому имели общую точку: центр вращения для обеих осей.

Команды вращения используются для создания другой стороны геометрии лицевой переворотом вверх, а затем для этой стороны используется простая обработка  $XYZ$ . Для каждой стороны в *DeskProto* создается новая деталь с поворотом, установленным в параметрах детали (вращение вокруг  $X$  и  $Y$ ). Команды вращения  $A$  и  $B$ , записанные в файле ЧПУ, должны вызывают такое же вращение на станке.

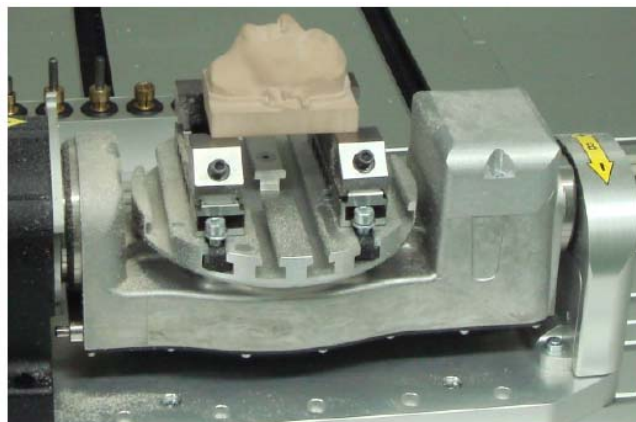


## Расстояние между осью вращения и геометрией

Следующей деталью, которую следует рассмотреть, является местоположение фактической оси вращения (как центра вращения). Это важно, поскольку оно определяет положение геометрии после поворота.



5-осевой станок 1 (*Roland DWX-50* для стоматологических применений).



5-осевой станок 2 (*Isel Euromod 45* с осью вращения *DSH-S*).

Вы можете представить себе другое поведение двух станков, показанных выше.

У станка слева есть центр вращения в центре блок материала (круглый диск материала, для изготовления зубных коронок). Таким образом, поворот не будет менять местоположение центра этого блока.

У станка справа есть центр вращения (гораздо) ниже блока материала. Это даже ниже рабочего стола оси вращения (так что фреза возможно, никогда туда не дойдет). Вращение по горизонтали на 90 градусов изменит положение блока в рабочей области станка.

Конечно, очень важно, что в *DeskProto* этот же *center of rotation* (центр вращения) используется для вращения деталей.

Эта центральная точка вращения не может быть установлена в *DeskProto*, хотя: *DeskProto* будет всегда вращать вокруг трех основных осей (*XYZ*), как представлено в файле *STL* (так как установлено в системе САПР). Вариант переноса здесь не может быть применен, поскольку в *DeskProto* перенос применяется *after* (после) поворота.

Хитрость заключается в том, чтобы установить правильную нулевую точку в файле *STL*. На станке, показанном справа, расстояние между точкой поворота и плоскостью зажима машинного тиска (в ориентации, как показано на рисунке это вертикальное расстояние) составляет 76 мм.

В файле *DentedSphere.stl* нулевая точка находится в центре дна круглой поверхности.

Поэтому необходимо перенести эту геометрию на 76 мм вдоль оси *Z*. Вы можете сделать это в *DeskProto* (*Part parameters* т.е. параметры детали, вкладка *Translation* т.е. перенос, *None for XY* или Нет для *XY* и *Custom for Z* т.е. Пользовательский для *Z*), а затем сохраните перенесенную геометрию с помощью *File*→*Save Geometry as*→проверьте, включая перенос.

Во всех случаях для фактического 5-осевого проекта важно установить **Translation** (Перенос) в **None** (Нет) для всех трех осей (параметры детали). В противном случае перенос *DeskProto* приведет к недействительности позиций, которые были тщательно организованы.

Как результат теперь повороты, выполненные в *DeskProto* и сделанные на станке, будут иметь точно такой же эффект.

## Конфигурация двух осей

Наконец, вам нужно проверить конфигурацию осей на вашем станке и также ориентацию, которая установлена для угла поворота 0.0 градуса.

Результат, конечно, должен соответствовать тому, что вы видите в *DeskProto*.

*DeskProto* следует стандарту *ISO*, где ось *A* параллельна (вращается вокруг) *X*, а ось *B* вращается вокруг *Y*. На некоторых станках это наоборот.

В параметрах детали *DeskProto* вращения выполняются в порядке *XYZ*: сначала вращение вокруг *X*, затем вращение вокруг *Y*.

Если ваш станок оснащен осью *B*, находящейся сверху оси *A*, то эти те же два значения вращения могут использоваться для команд вращения *A* и *B*. Эта верно, например, для станка *Roland*, показанного на предыдущей странице.

Для других станков вам, возможно, придется поэкспериментировать, чтобы найти правильные значения вращения *A* и *B* в соответствии с поворотами вокруг *X* и *Y*, как указано в параметрах детали. Это, например, верно для станка *Isel*, показанного на предыдущей странице, где поворот на 0.0 градуса для главной оси вращения дает вторая ось - вертикальная. Таким образом, этот станок нуждается в 90-градусной команде на этой главной оси, чтобы она соответствовала позиции 0.0 градуса в параметрах детали *DeskProto*.

Для этого станка именование осей также различно: здесь ось *B* параллельна *X* (обычно это называется осью *A*). Конечно, это зависит от того, как блок оси вращения монтируется на рабочем столе станка.

## Направление вращения двух осей

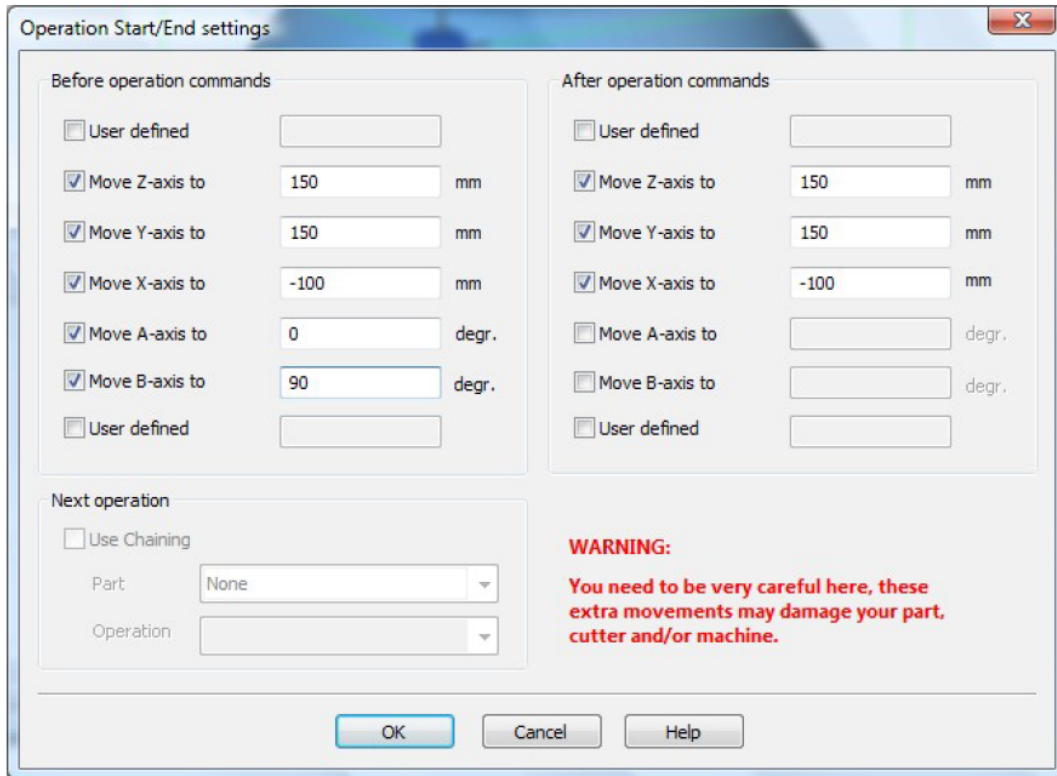
Как и при 4-осевой обработке, вам нужно будет проверить **Rotation direction** (направления вращения) ваших осей вращения: будут ли они вращаться по часовой стрелке или против часовой стрелки для положительного значения *A* и *B*. Мы обнаружили, что нет четкого стандартного направления: каждый производитель делает свой выбор. Если ваш станок и *DeskProto* вращаются в противоположных направлениях, то вы можете исправить это в постпроцессоре *DeskProto*: *Options*→*Library of postprocessors*→ОК при предупреждении→выберите свой постпроцессор и нажмите *Edit*→вкладка *Movement*→добавьте знак минус в значение в поле редактирования "*Factor*" в столбце *A* и / или столбце *B*.

## Определение команд вращения A и B

Как говорилось ранее, в *DeskProto* повороты геометрии задаются в параметрах детали: вкладка *transform*, поворот вокруг X и вокруг Y.

В дополнение команды вращения должны быть определены для файла программы ЧПУ, чтобы 5-осевой станок выполнял одни и те же повороты. Это можно сделать в **Start/End settings** (Параметрах запуска/завершения) для каждой операции: параметры *Operation* (операции), вкладка *Advanced* (Дополнительно), кнопка *Start/End settings*.

См. Иллюстрацию ниже.



Здесь может быть определен ряд команд, которые будут добавлены в файл ЧПУ на начало этой операции (перед командами) и ряд, который будет добавлен в конец (после команд). На рисунке выше, в начале операции ось A перемещается на 0.0 градуса, а ось B - на 90.00 градусов. В конце операции вращения не установлены: это будет сделано в следующей операции.

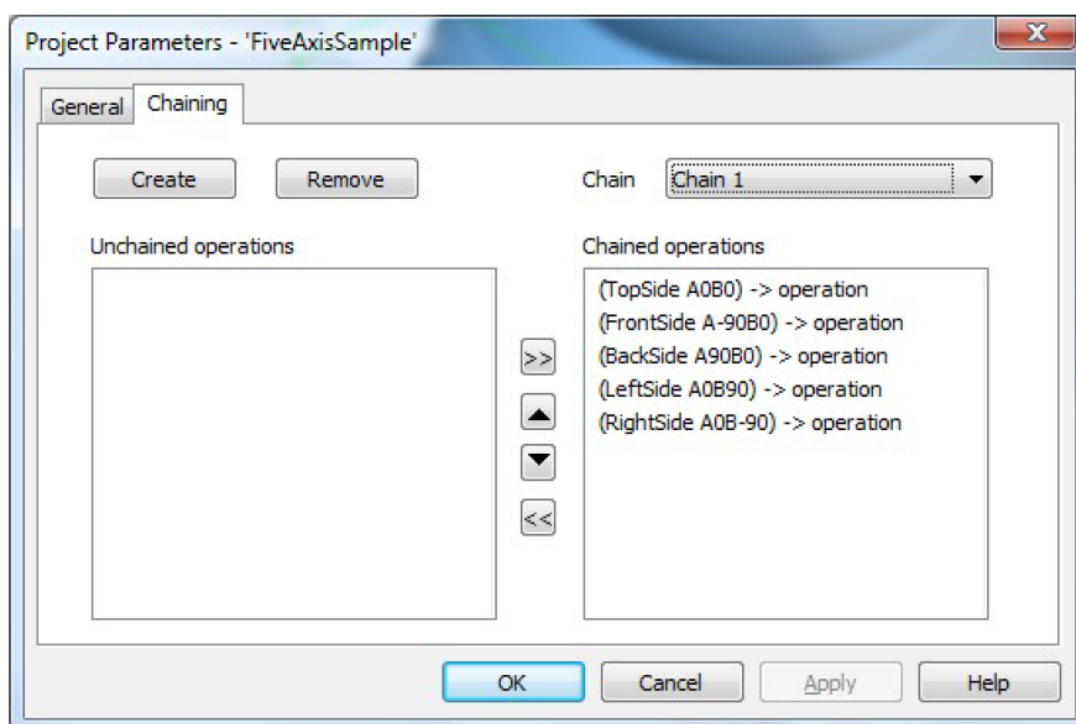
**Very important** (очень важно), чтобы значения введены для X, Y и Z, чтобы отправить фрезу в **safety retract position** (положение защитного удержания) перед тем, как начнется вращение. Для многих станков это абсолютно необходимо для предотвращения столкновения между оборудованием оси вращения и фрезой. Такое столкновение повредит вашу деталь, и, возможно, также режущий инструмент и / или станок. Так что будьте аккуратнее !

Команды в этом диалоге выполняются в порядке, как показано в диалоговом окне: поэтому сначала ось Z будет перемещаться (вверх), затем Y и X будут перемещаться, и, наконец, будут сделаны повороты.

Команды перемещения для *A* и *B* могут быть введены только в том случае, если определение станка, используемое для этой детали, действительно определяет эти две оси (вкладка *Advanced*). Если нет, то эти поля будут выделены серым цветом.

## Цепочка операций

Наконец, все операции могут быть объединены в одну **Chain** (цепочку), что позволяет экспортировать один объединенный файл программы ЧПУ. Цепочка может быть выполнена в только что показанном диалоге *Start/End settings* (настройках Пуск / Окончание), но проще создать цепочку с помощью вкладки *Chaining* (Цепочка) параметров проекта, см. иллюстрацию ниже.



На иллюстрации показана ситуация для образца проекта *FiveAxisSample.dpj*

Вы можете видеть, что используется одна цепочка, содержащая все (пять) операций. Для большей информации об использовании этого диалога, пожалуйста, используйте кнопку *Help* (Справка).

В этом примере проекта вы также можете проверить все остальные настройки:

- пять деталей, по одной для каждой стороны, с соответствующими значениями вращения;
- команды *Start / End*, которые были использованы для каждой операции;
- сегменты для всех частей и всех операций;
- для круговой стратегии настраиваемый центр должен быть установлен для каждой операции.

Будьте осторожны с использованием данных ЧПУ, сгенерированных этим проектом на вашем компьютере: как сказано, для вашего станка настройки могут быть совершенно иными.

В любом случае: результатом вашего проекта будет один или несколько файлов ЧПУ, которые могут быть отправлены на ваш 5-осевой станок. Файл (ы) заставят станок выполнить

работу: ориентируйте деталь, обработайте одну сторону, поверните на следующую ориентацию, обработайте, и так далее. Разумеется, вы также можете использовать операции черновой и чистовой операций.

Если используется больше одной фрезы, то для станка с автоматической сменой инструмента (АТС) результатом будет один файл ЧПУ, для других станков – будет записано несколько файлов (новый файл после каждой смены инструмента).

### Пример пяти осевого проекта *DeskProto*

Теория в предыдущих параграфах будет проиллюстрирована некоторыми фотографиями из реального мира. Эти фотографии были сделаны пользователем *DeskProto* Робертом Зейнекером из Германии, на своем станке *Isel Euromod 45* с осью вращения *Isel DSH-S*: спасибо!

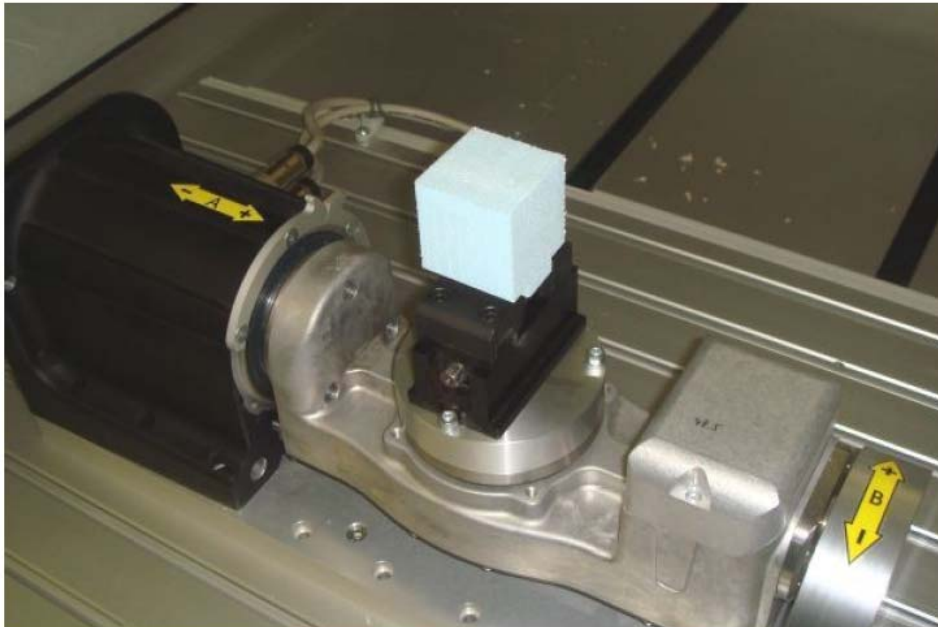
Роберт адаптировал образец проекта *FiveAxisSample.dpj* для своего станка и затем обработал эту «стоматологическую сферу» в пенополистироле. На самом деле он создал свою собственную версию этой геометрии путем «добавления» ряда (1, 2, 3, 4 или 5) отверстий в с каждой стороне, делая его крупным штампом.

Ниже мы проиллюстрируем шаги в этом процессе.



Первым шагом было очень точное задание нулевой точки заготовки: с наконечником фрезы в точном месте, где пересекаются ось *A* и ось *B*. Этот урок не показывает, как это делается, некоторые советы можно найти в документации *DeskProto* к системе *123WaxRing*.

На столе вращения используются тиски, а также высота этих тисков измерена точно: это расстояние между нулевой точкой и базовой плоскостью геометрии. Это было 79.75 мм, поэтому геометрия была перенесена, чтобы иметь базовую плоскость на высоте  $Z = 79,75$ , а затем сохранена. Обратите внимание, что небольшое расстояние (между нулевой точкой и базовой плоскостью) здесь предпочтительнее: чем больше расстояние, тем больше будет видно в результате любое отклонение в нулевой точке.



Конфигурация двух осей вращения на этом станке не является стандартной.

Длинная ось - ось  $B$ , которая на этом станке параллельна  $X$ . Круглая платформа, которая может вращаться, является осью  $A$ : в ориентации, как показано ( $B = 0$ ), она параллельна  $Z$  (поэтому на самом деле ее следует называть осью  $C$ ).

Поворот  $B$  на 90 градусов делает эту ось параллельной  $Y$ . Станок тогда действительно имеет ось  $A$  и ось  $B$ , только эти две оси переключились (по сравнению с *DeskProto* и стандартными соглашениями).

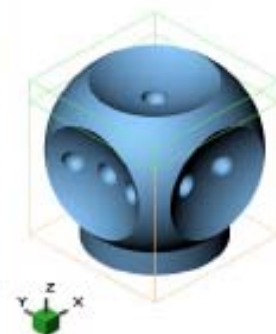
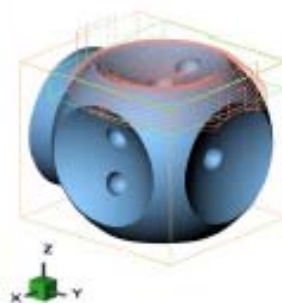
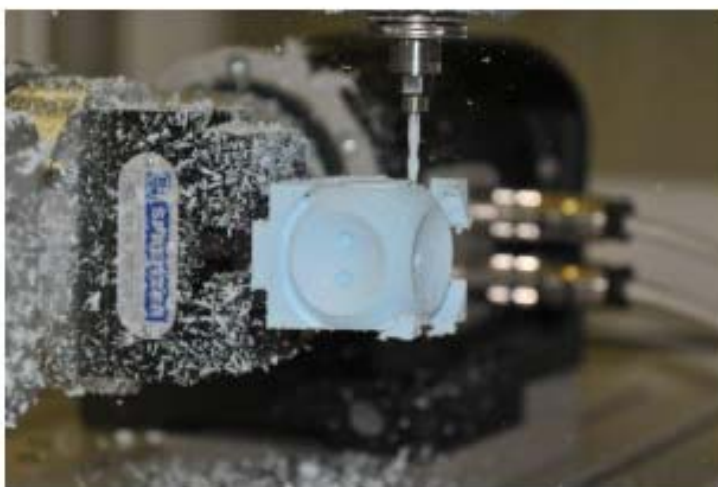
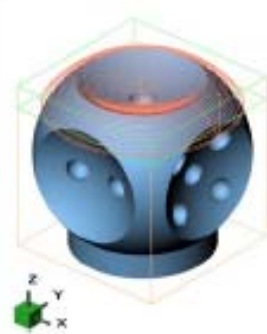
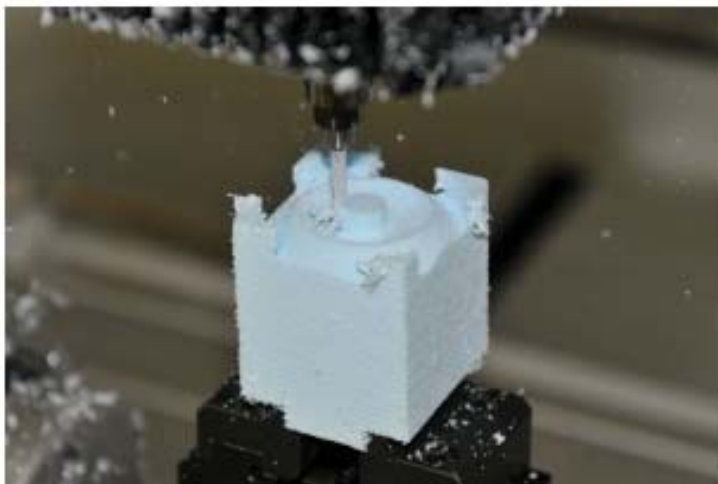
На фотографии выше показана первая часть ("Top" т.е. верх), только деталь с осью  $B$  на 0 градусов. Синий куб представляет собой пенопластовый блок, зажатый в черных тисках станка.

Некоторые эксперименты были необходимы, чтобы выяснить, какие вращения в *DeskProto* соотносятся с вращением на станке. Для этого станка необходимо было изменить направление вращения, как для  $A$ , так и для  $B$ , как вы можете видеть в таблице ниже. Когда две оси на станке были переключены, вращения детали относительно  $X$  в *DeskProto* соотносятся с  $B$ -поворотами для станка. Результатом было то, что использовались следующие пять комбинаций значений поворота:

	в DeskProto	на станке
Деталь сверху	X 0.0 , Y 0.0	A 0.0, B 0.0
Деталь спереди	X -90.0 , Y 0.0	A 0.0, B 90.0
Деталь слева	X -90.0 , Y 90.0	A -90.0, B 90.0
Деталь сзади	X -90.0 , Y 180.0	A -180.0, B 90.0
Деталь справа	X -90.0 , Y 270.0	A -270.0, B 90.0

Значения поворота для *DeskProto* были установлены, как Вращения в *Part parameters* (параметрах детали) для пяти деталей, значения для станка как "Move-to" т.е. «Переместить в» *Start commands* (стартовых командах) в параметрах операции. И здесь также команды перемещения для  $Z$  и для  $Y$  использовались для перемещения фрезы в *Safety retraction point* (безопасную точку ретракции т.е. отката) перед вращением.

Как сказано, *Translation* (перенос) был установлен на *None* (Нет) для всех осей во всех деталях. И, наконец, *Chaining* (цепочка) был использован для подключения всех операций к одному объединенному файлу программы ЧПУ.



На приведенных выше рисунках показано: фрезерование первой из сторон (*Top*), третьей стороны (*Left*), и результат, когда все пять сторон были завершены. Посмотрите на три зеленых куба «Ориентатора» для трех направлений осей на этих снимках.

**Замечание 1:** Реверс направления вращения также может быть достигнут в постпроцессоре (вкладка *Movement*, сделать область “*Factor*” отрицательным для этой оси).

**Замечание 2:** Создание пяти осевого проекта довольно сложно, а также подвержено ошибкам (легко забыть одну из настроек или сделать ошибку ввода). Это может быть удобно для создания *Template project* т.е. шаблонного проекта (проекта без геометрии) для пяти осевой механической обработки на вашем станке. Этот проект должен содержать все настройки вращения, *start-commands* (команд старта), *end-commands* (команд завершения) и *Chaining* (цепочки), но нет геометрии и нет сегментных настроек. Затем для пяти осевой обработки вы можете открыть шаблонный проект, загрузить геометрию и сохранить проект под новым именем.

### Пяти осевой образец модели автомобиля

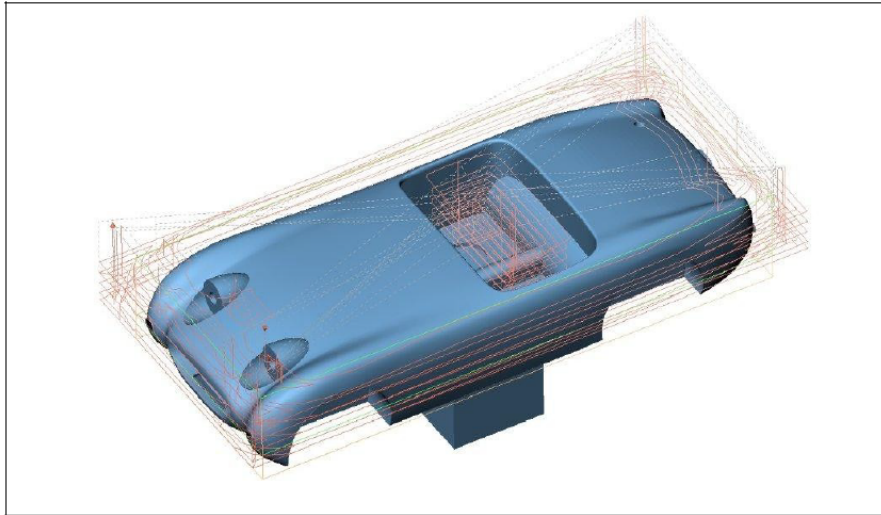
Проект куба, описанный в предыдущем абзаце, имел значение только как помощь в обучении. После того как вы освоили этот проект и настроили *DeskProto* для работы с вашим пяти осевым станком, вы можете, конечно, начать с реального проекта.

Так сделал Роберт Зейнекер, и он обработал отличную модель автомобиля: *Austin Healey*. Ниже вы можете увидеть несколько фотографий: больше можно найти в галерее *DeskProto* на сайте [www.deskproto.com](http://www.deskproto.com) (секция масштабируемых моделей). Включая видео, показывающие фактический процесс обработки.



Геометрия кузова автомобиля в САПР.





Черновая обработка траекторий для верхней стороны, в DeskProto.

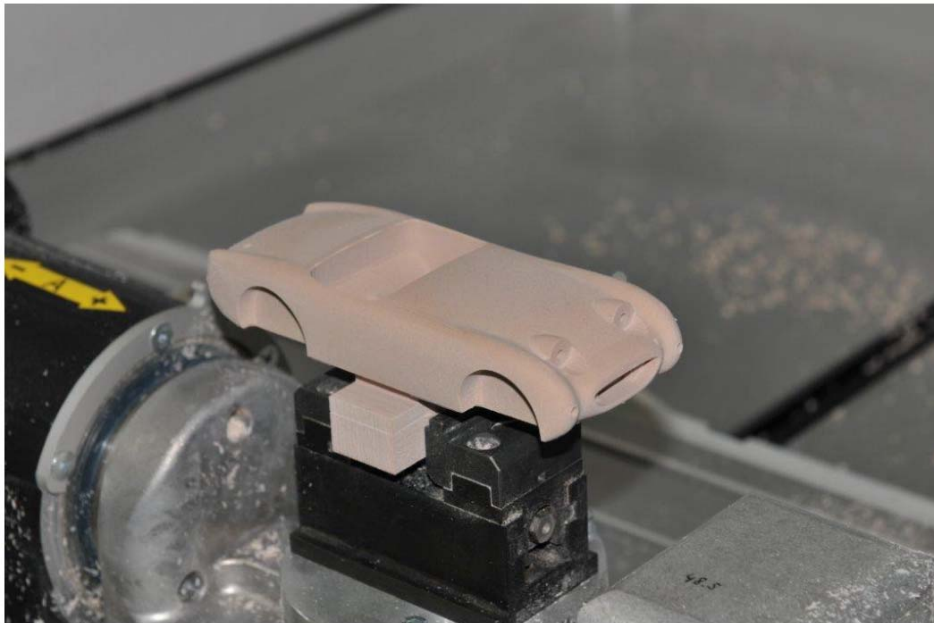


И те же траектории на станке.





Также возможно использовать углы, отличные от 90 градусов, как показано выше для детализации приборной панели модели автомобиля.



Полученная модель, после финишной обработки всех сторон. Здесь для создания этой великолепной модели автомобиля действительно была необходима пяти осевая обработка.

# Указатель

<b>2</b>	
2D-файл.....	77
2D-операция.....	76
<b>3</b>	
3D-рельеф.....	87
<b>В</b>	
Basic 3D Мастер.....	19
Bitmap File (файл растрового изображения).....	86
Bitmap Operation (операция с растровым изображением).....	86
<b>С</b>	
Center geometry (центр геометрии) .....	56
Center of rotation (центр вращения) .....	97
Chain (цепочка) .....	100
Clamps (зажимы) .....	36
Control software (контрольное программное обеспечение).....	37
Cutter (фреза) .....	31, 45, 68
<b>Д</b>	
Dialog-based interface (диалоговый интерфейс).....	17, 25
Dimensions (размеры) .....	40
Distance between toolpaths (расстояние между траекториями инструмента).....	45
Drivers (драйвера) .....	13
<b>Е</b>	
Editions (редакции).....	17
<b>Ф</b>	
Feedrate for high chiploads (скорость подачи при снятии большой стружки).....	49
File-locations (местонахождение файлов) .....	12
Finishing (чистовая обработка) .....	34
Five-axis machining (пяти осевая обработка) .....	96
FiveAxisSample.dpj.....	101
Fixturing (закрепление, фиксация) .....	37,58
<b>Г</b>	
Geometry Information (геометрическая информация) .....	29, 40
Gray-value to Z-height conversion (преобразование высот по Z в градации серого).....	87
<b>И</b>	
Indexed machining (индексированная обработка) .....	54, 95
<b>Л</b>	
Language (язык) .....	12
Layer height (высота слоя) .....	35, 48
Lithophanes (литофания) .....	88

<b>M</b>	
Machine (станок).....	10
Machining Time (время обработки) .....	46
Menu bar (полоска, строка меню) .....	15
Mouse Rotation (вращение мышью) .....	27
<b>N</b>	
NC program file (файл программы ЧПУ) .....	33
<b>O</b>	
OpenGL.....	9
Operation Parameters (параметры операции) .....	45
Orientation (ориентация) .....	30
Orientator (ориентатор) .....	26
<b>P</b>	
Part Parameters (параметры детали) .....	42
Postprocessor (постпроцессор) .....	10
Precision (точность) .....	31, 45
Project (проект) .....	17
Project bitmap on 3D geometry (проектирование растра на 3D геометрию) .....	91
Project Tree (дерево проекта) .....	17, 41
Projecting 2D contours on 3D geometry (проектирование 2D контура на 3D геометрию) .....	82
<b>R</b>	
Ramping (движение под уклон) .....	48
Register (регистр) .....	10
Rotation (вращение, поворот) .....	42
Rotation axis (оси вращения) .....	54
Rotation direction (направление вращения) .....	63, 98
Roughing (черновая обработка) .....	34, 47
<b>S</b>	
Samples (примеры) .....	13
Segment (сегмент) .....	43
Setup (настройка) .....	9, 11
Skin (оболочка) .....	35, 48
Sort (сортировать) .....	46
Start Screen (стартовый экран) .....	20
Start/End settings (начало/завершение настроек) .....	99
Status bar (строка статуса) .....	15
Stepsize along toolpath (размерный шаг вдоль траектории инструмента) .....	45
Subjects in View (объекты в виде) .....	28
Support blocks (блоки поддержки) .....	57
<b>T</b>	
Template project (шаблон проекта) .....	104
Thumb-wheels (дисковые переключатели) .....	26
Title bar (строка заголовка) .....	15
Toolbar (панель инструментов) .....	15
Toolpaths (траектории инструмента) .....	31
Trial Screen (пробный, трехнедельный экран) .....	20

Trunnion-style (стиль Trunnion) .....	96
Two-sided machining (двух сторонняя обработка) .....	66
<b>U</b>	
Units (единицы измерения) .....	10
<b>V</b>	
Views Layout (настройка, макет вида) .....	40
<b>W</b>	
Wizard (мастер) .....	16, 21, 67
Wizard interface (мастер интерфейса) .....	21
WorkPiece Zero point (нулевая точка заготовки) .....	36, 56