

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»

3511

**ЦИФРОВОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ.
СОЗДАНИЕ В САД/САМ СИМАТРОН 3D-МОДЕЛЕЙ ПУТЕМ
ВЫДАВЛИВАНИЯ И ВРАЩЕНИЯ**

Ярославль 2016

УДК 621.9.014.001.24:631.3

МУ 77-16. Цифровое прототипирование. Создание в CAD/CAM Cimatron 3D-моделей путем выдавливания и вращения / Сост.: О.Н.Калачев. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016. - 29 с.

Содержит описание последовательности выполнения базовых операций 3D-моделирования в CAD/CAM CimatronE.

Предназначены для студентов 4-го курса очного 5-го курса заочного отделения "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", профиль подготовки "Компьютерно-интегрированное машиностроение".

Могут быть использованы при обучении студентов машиностроительных направлений моделированию обработки на станках с ЧПУ в CAD/CAM CimatronE.

Ил. 49. Библиогр. 5.

Рецензенты: кафедра КИ ТМС Ярославского государственного технического университета; К.П.Помпеев, к.т.н., доцент каф. ТПС Университета ИТМО (С.-Петербург)

© Ярославский государственный технический университет, 2016

1 Цель моделирования

Приобретение навыков работы в системе CAD/CAM Cimatron на примере построения выдавливанием 3D-модели криволинейного контура и 3D-модели тела вращения.

2 Исходные данные

Эскизы вариантов заданий из [1] показаны на рисунке 1.

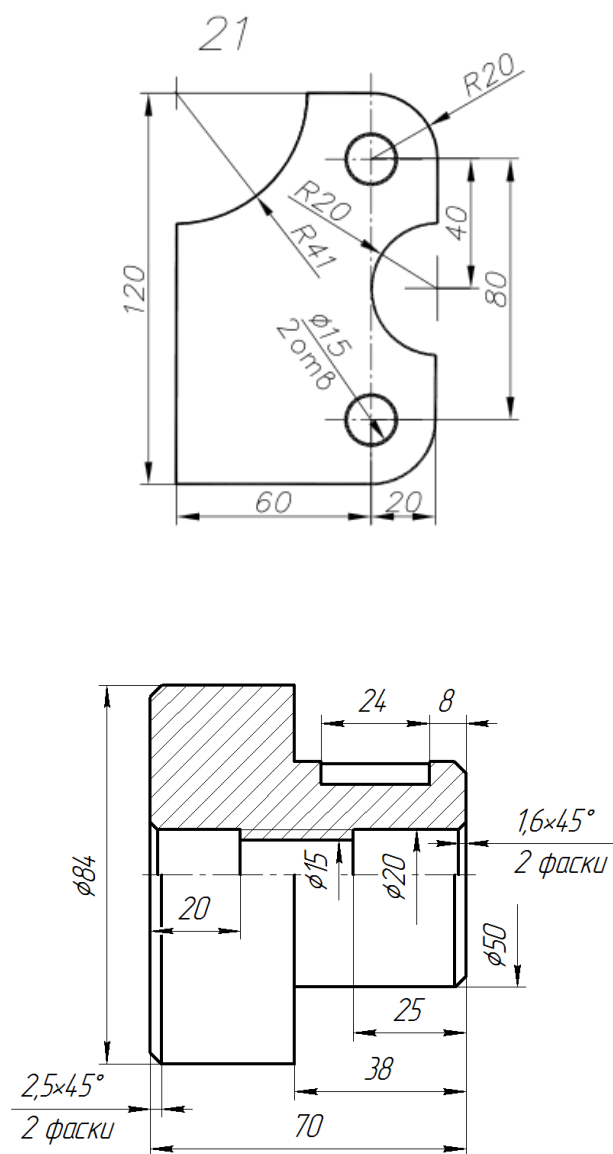


Рисунок 1 – Исходные данные

3 Методика моделирования выдавливанием

3.1 Начало работы в программе Cimatron. В главном меню выбираем *File > New*. В появившемся окне (рисунок 2) выделяем *Part* и нажимаем кнопку *OK*.

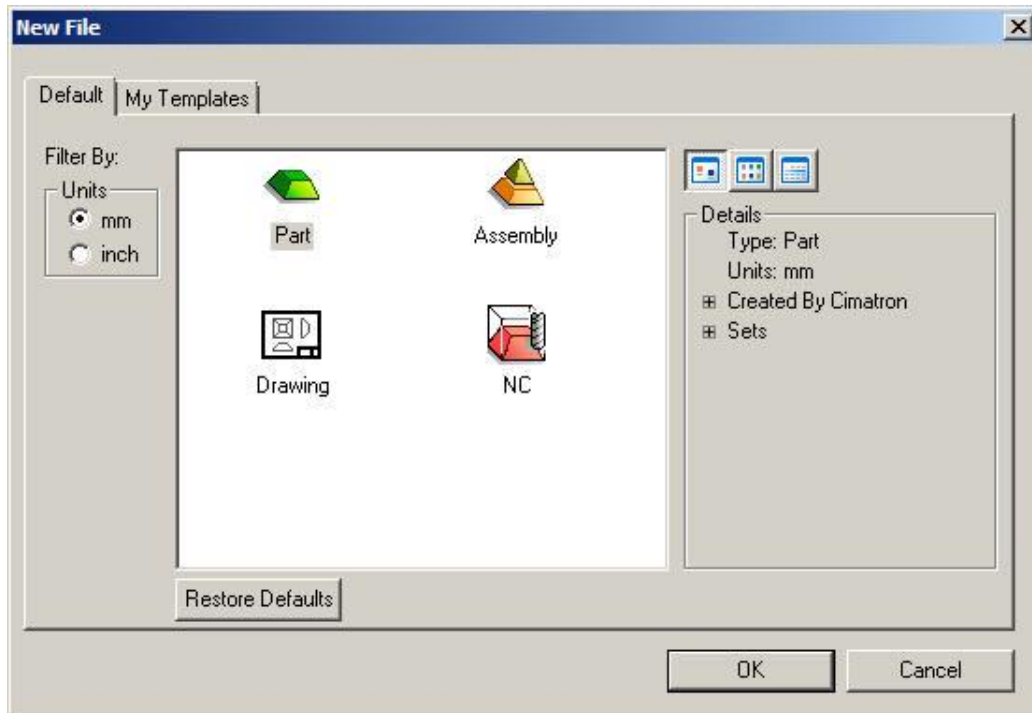


Рисунок 2 – Выбор модуля 3D-моделирования деталей

Устанавливаем белый фон среды моделирования в меню *Tools>Preferences* (рисунок 3).

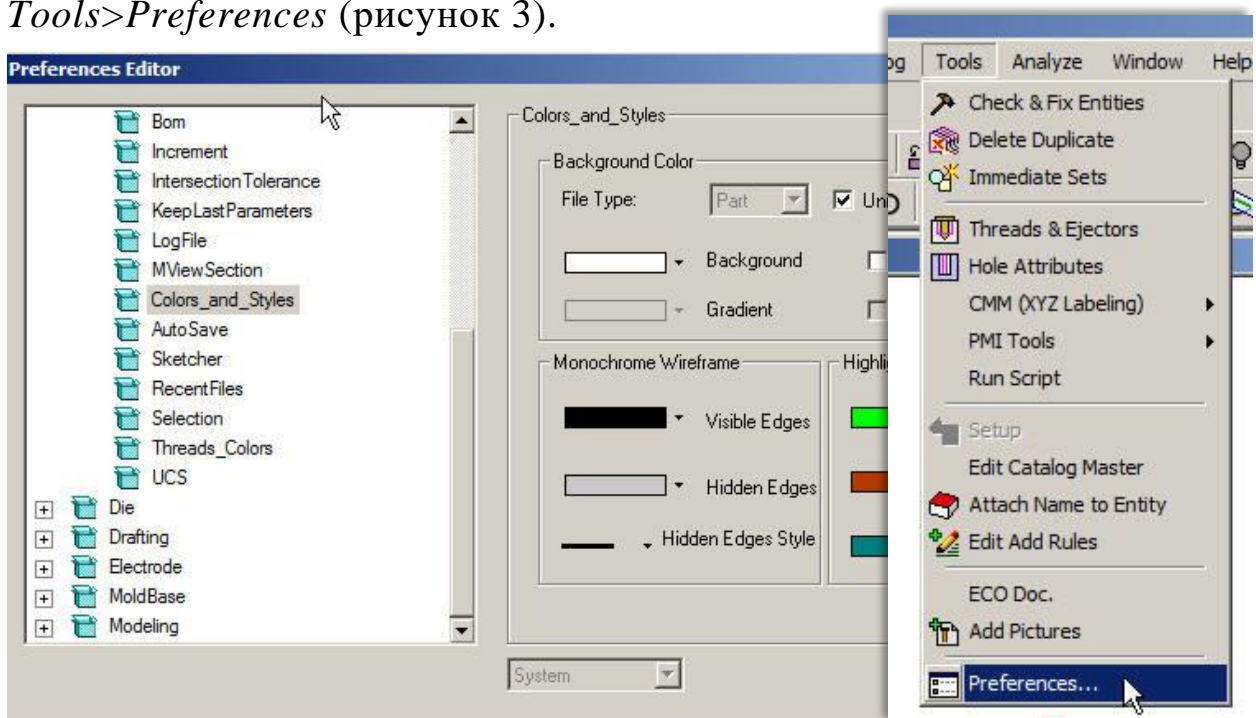


Рисунок 3 – Настройка белого фона

3.2 Выбор плоскости построения эскизов. В меню *Plane* > *Main Planes* (рисунок 4).

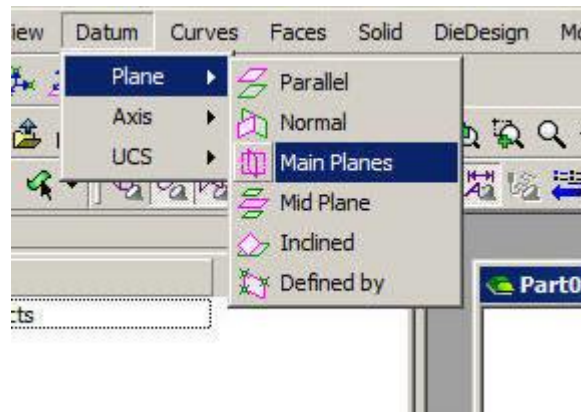
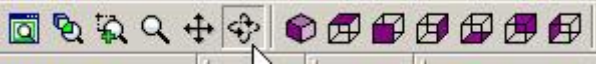


Рисунок 4 – Выбор главных плоскостей

Курсором указываем Главную систему координат (СК) по умолчанию (рисунок 5), нажимаем ЛКМ, а также кнопку с зеленой галочкой, заменяющую *OK* (рисунок 6).

Главные плоскости включены (рисунок 7). Чтобы развернуть их, используем кнопки  на панели инструментов.

Для свободного вращения плоскостей применяем также комбинацию *Ctrl*+ЛКМ, для приближения и удаления – комбинацию *Ctrl*+ПКМ.

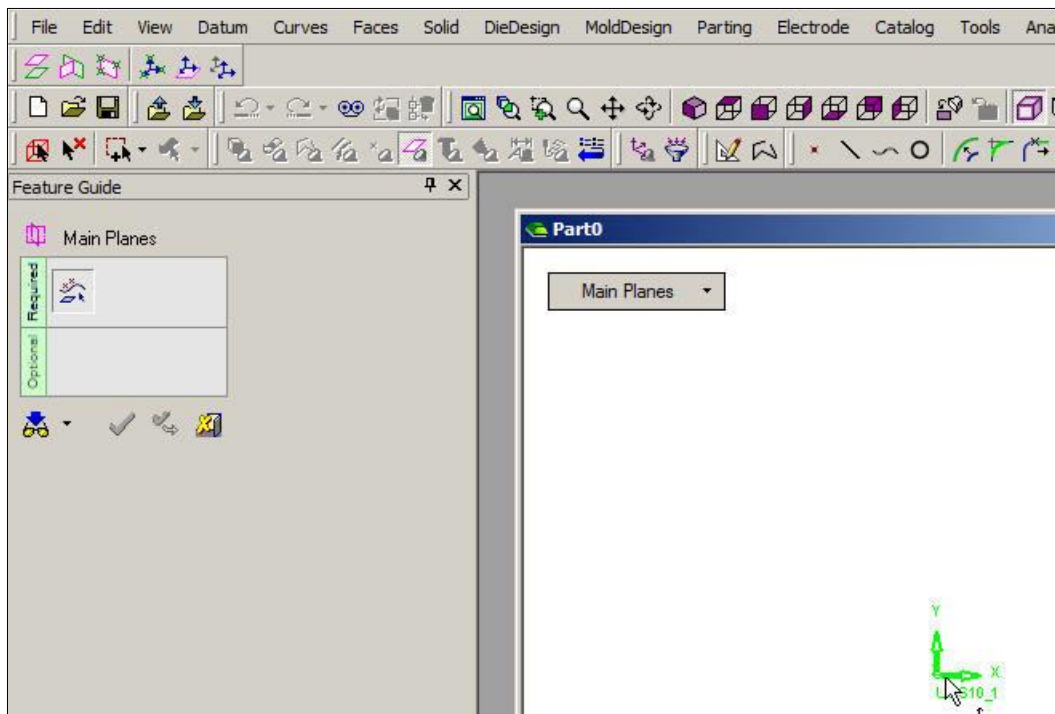


Рисунок 5 – Выбор системы координат (СК)

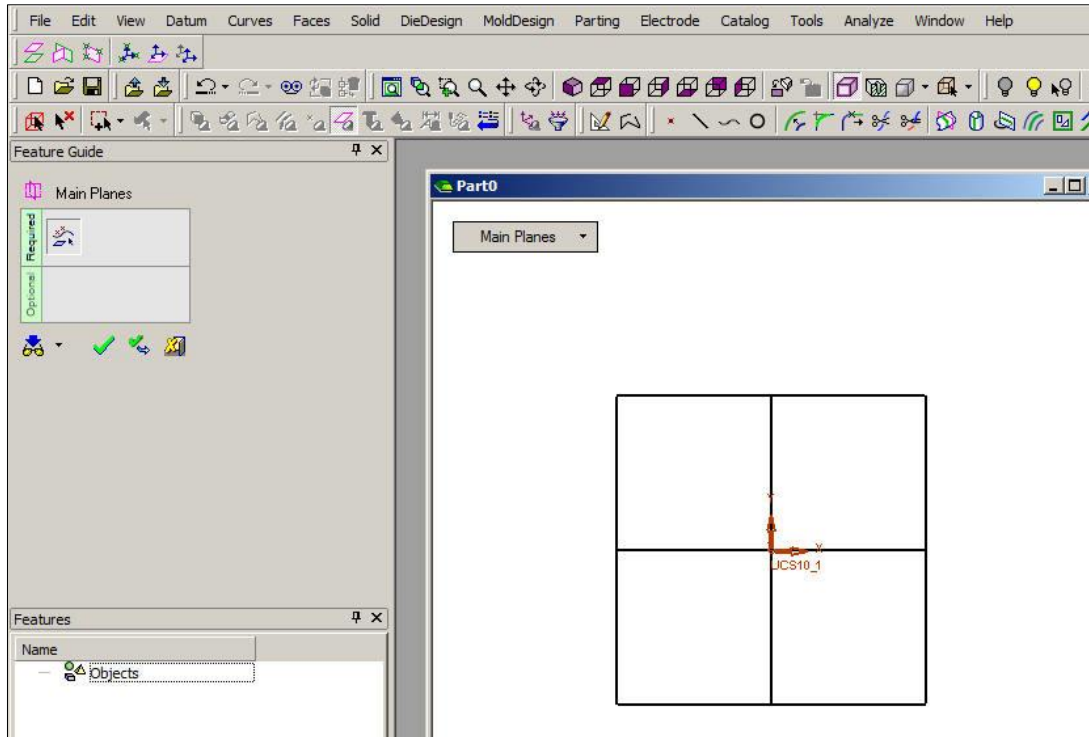


Рисунок 6 – Включение Главных плоскостей

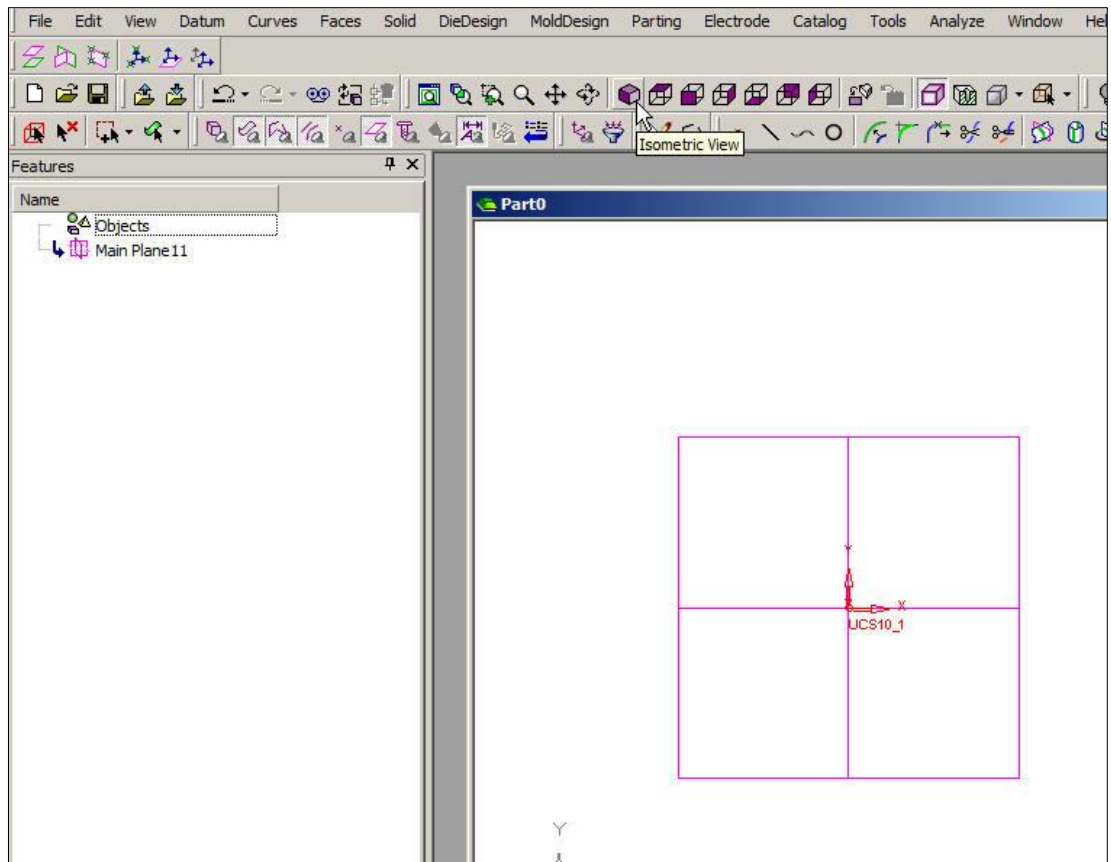



Рисунок 7 – Главные плоскости доступны для построений

3.3 Построение эскиза контура. Выбираем изометрическое положение Главных плоскостей. В свободном от изображений месте экрана вызываем ПКМ контекстное меню и выбираем *Sketcher* (Эскизник)  (рисунок 8), или из верхнего меню (рисунок 9). Сначала подводим курсор к контуру плоскости, на которой собираемся построить эскиз, – он выделяется цветом (рисунок 10), и выбираем его нажатием ЛКМ (рисунок 11). С правой стороны экрана появляется вкладка с кнопками различных примитивов и средствами редактирования.

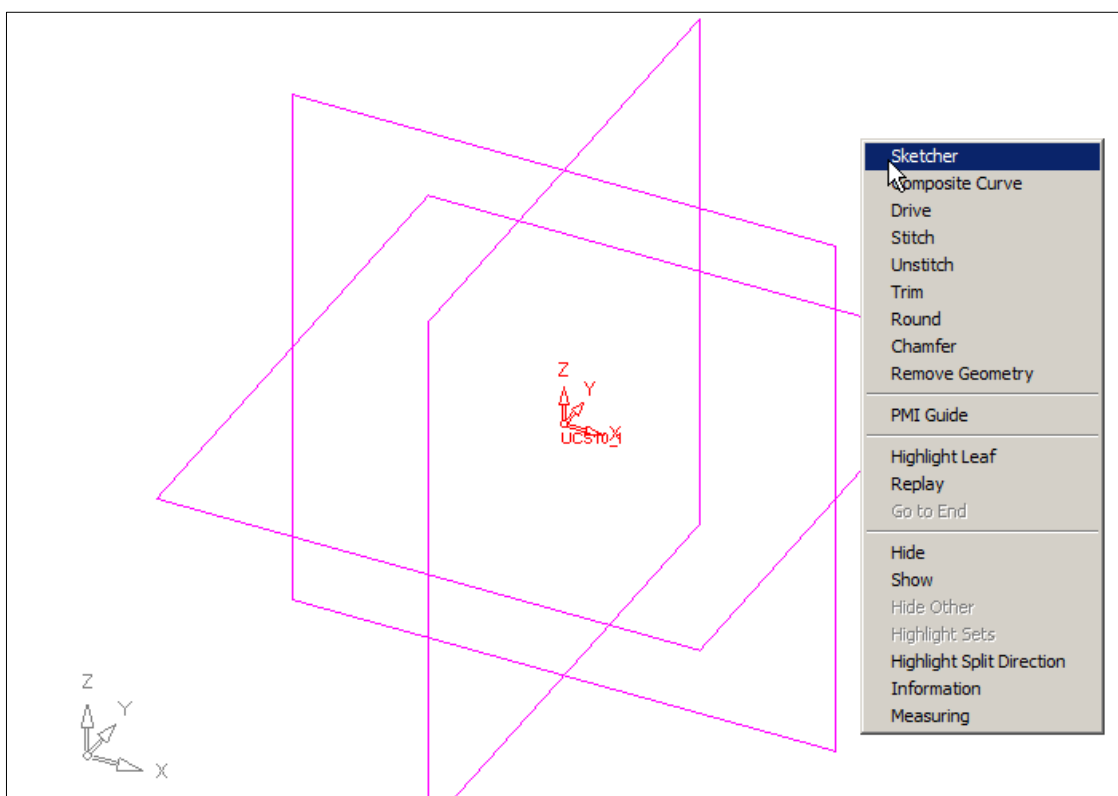


Рисунок 8 – Доступ к Эскизнику из контекстного меню

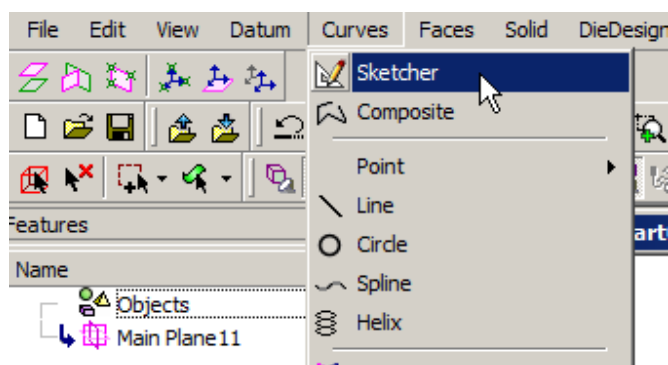


Рисунок 9 – Доступ к Эскизнику из верхнего меню

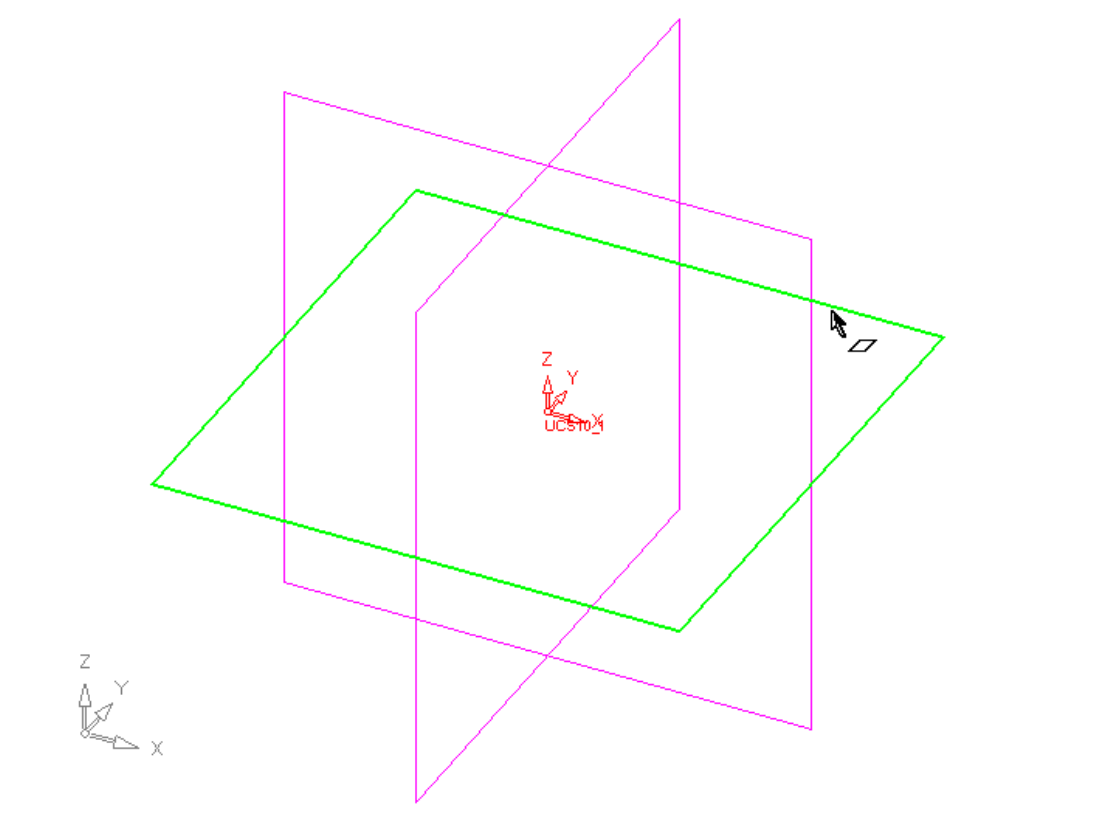


Рисунок 10 – Выделение плоскости построений цветом

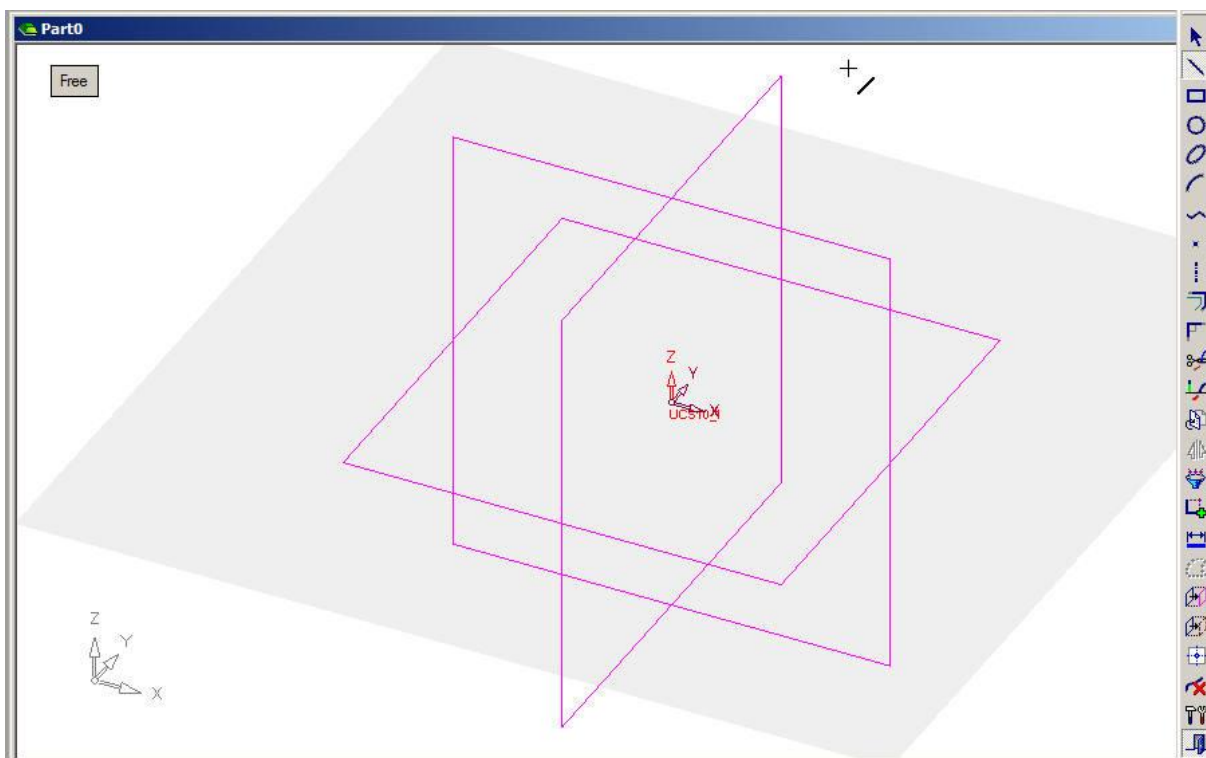


Рисунок 11 – Кнопки Эскизника для построения на плоскости

Используя возможности *Эскизника* и учитывая особенности детали, сначала строим прямоугольник, а затем с помощью

привязок – все окружности. При этом не ставится задача выдержать заданные размеры – достаточно обеспечить близкую к требуемой конфигурацию контура.

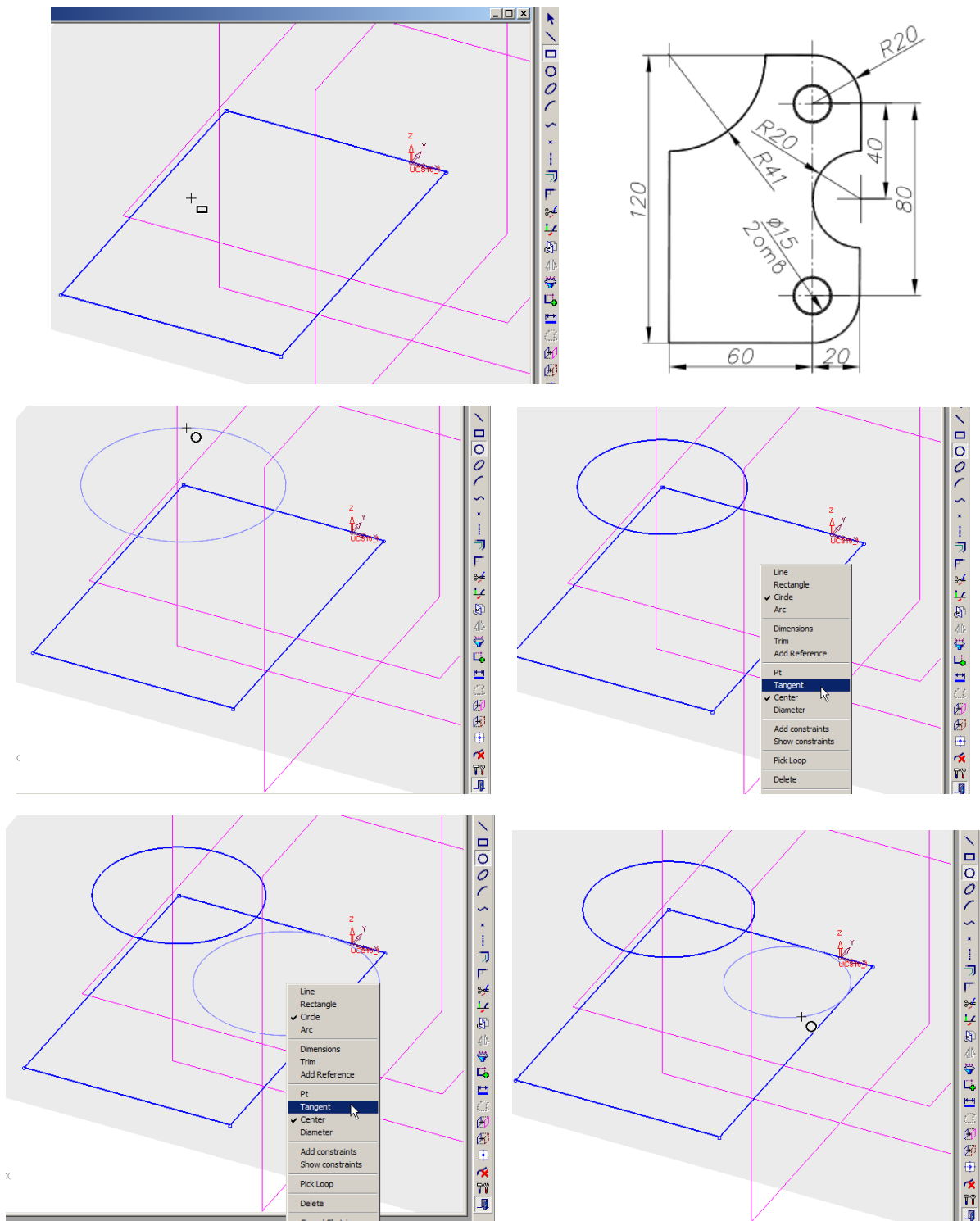


Рисунок 12 – Последовательность отрисовки окружности

Привязка *Tangent* (*Касание*) выбирается из контекстного меню дважды (см. рисунок 12): для скругления двух вершин прямоугольника. Затем кнопкой *Ножницы* удаляются лишние дуги и прямые, и кнопкой *Размеры* создается размерная структура эскиза контура (рисунок 14).

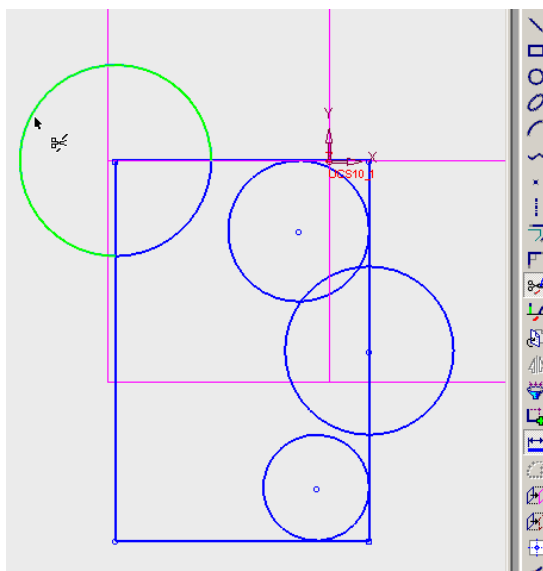


Рисунок 13 – Выделение дуги для удаления

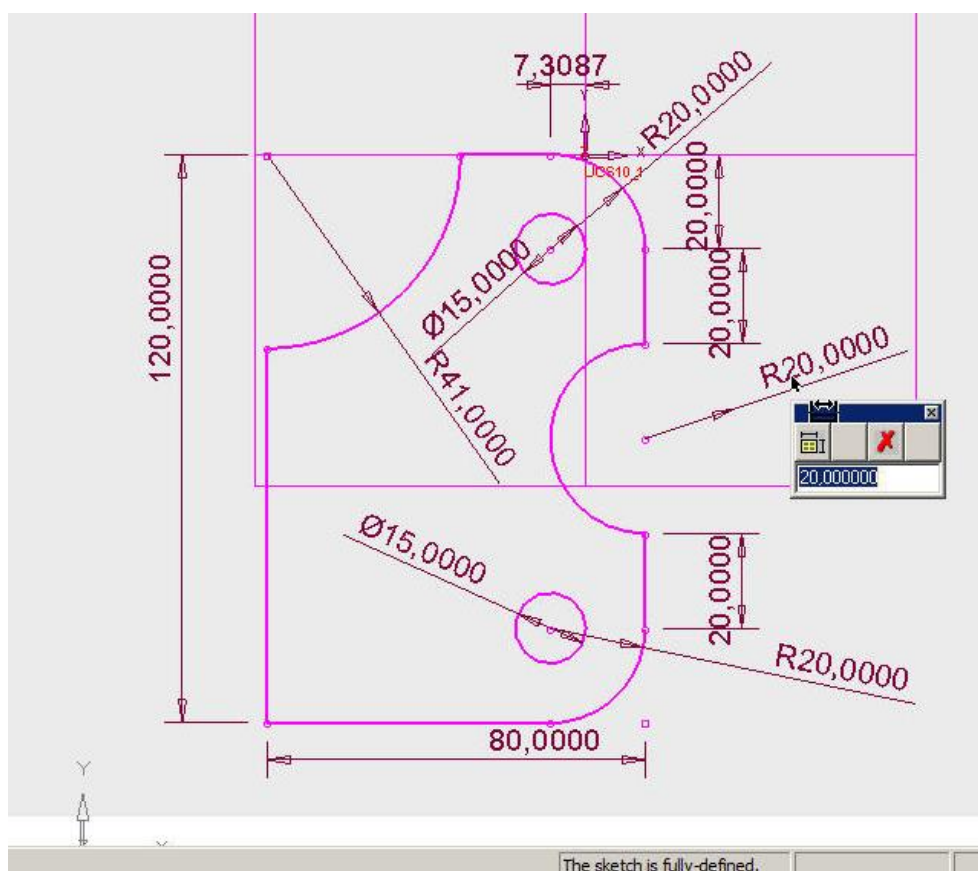



Рисунок 14 – Полностью «образмеренный» эскиз

Для задания линейного размера выбираем сначала на один конец отрезка, потом на другой, показываем положение размера нажатием ЛКМ, а затем вводим значение размера.

Набор размеров обязательно должен содержать пару размеров, показывающих положение точки контура относительно начала системы координат. При правильной и непротиворечивой постановки размеров в нижней строке появляется **сообщение о полном определении** эскиза. В этом случае покидаем *Эскизник*, нажатием кнопки .

3.4 Выдавливание контура. Нажимаем в контекстном меню пункт *Тв.тело > Новый > Выдавить* или выбираем аналогичную возможность в меню *Solid* твердотельного моделирования (рисунок 15). Появляются поля, в которых вводится высота и указывается направление выдавливания. Выбрав направление выдавливания, получим предварительный вид создаваемого компонента на рисунке 16.

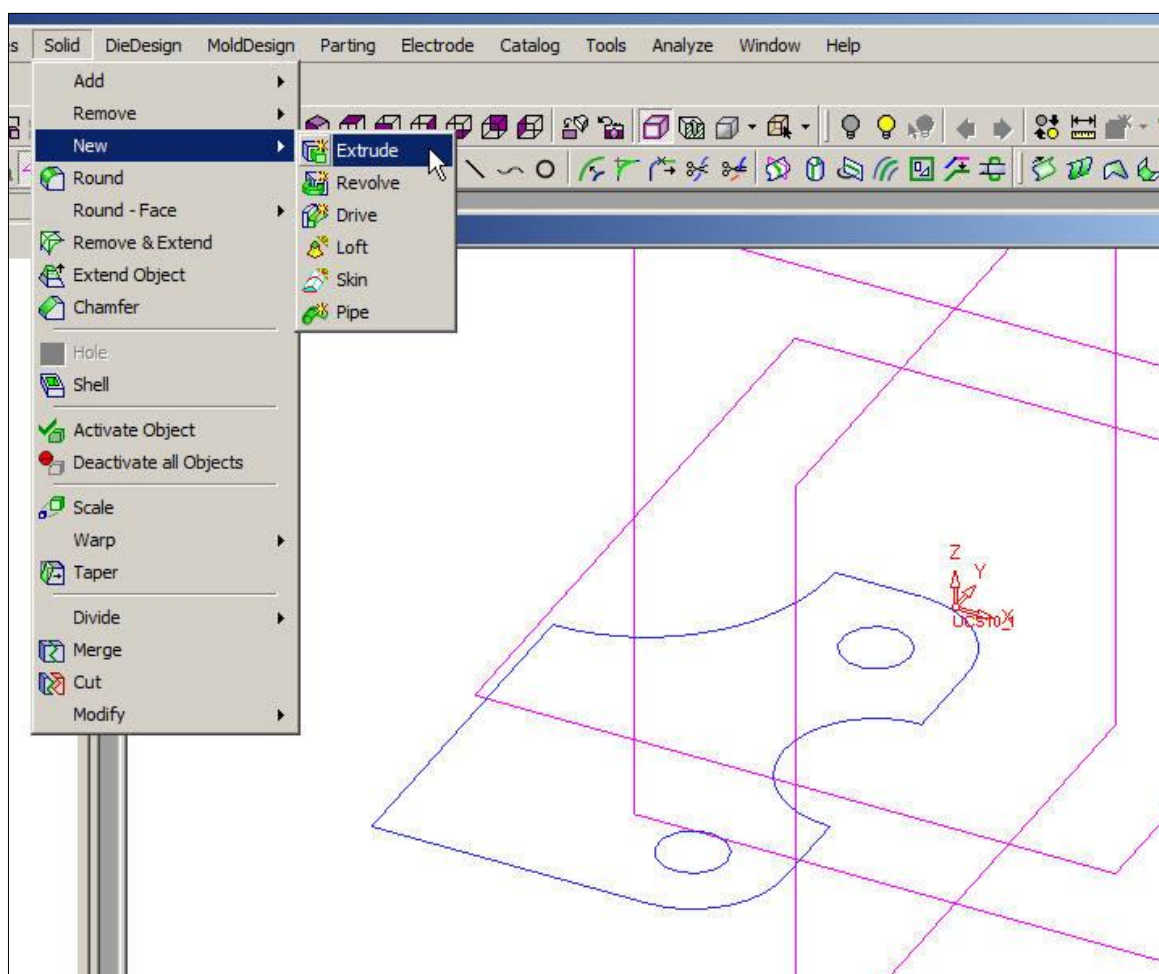


Рисунок 15 – Выбор команды *Выдавить*

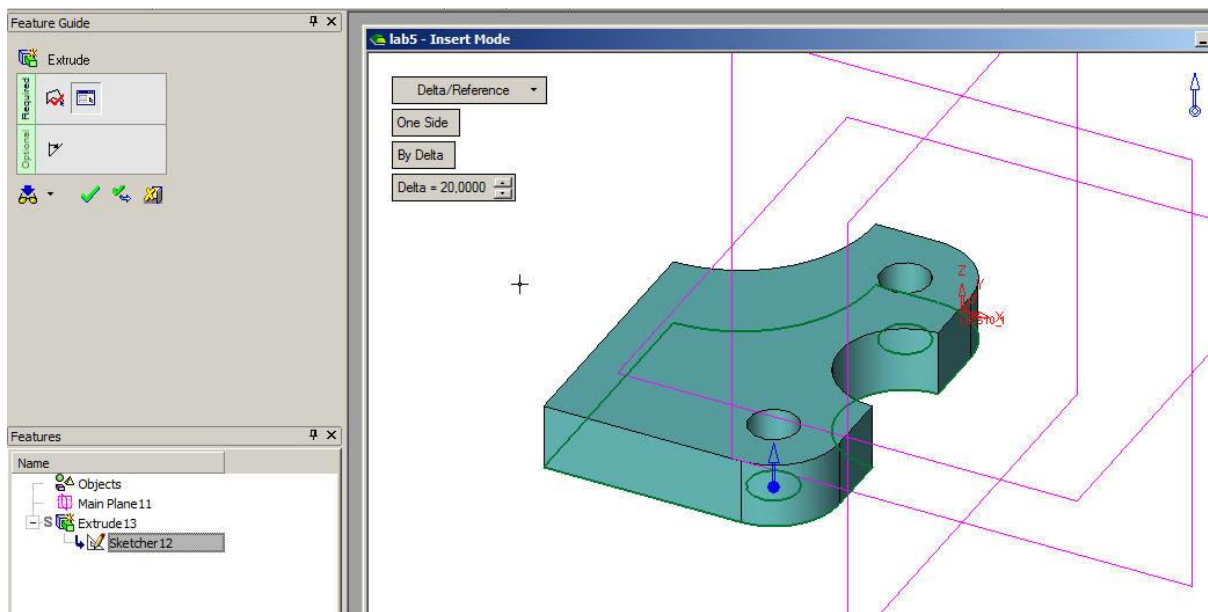


Рисунок 16 – Параметры команды *Выдавить*

После подтверждения операции – нажатия зеленой галочки – выбранные параметры вступят в силу, и модель изменит окраску (рисунок 17).

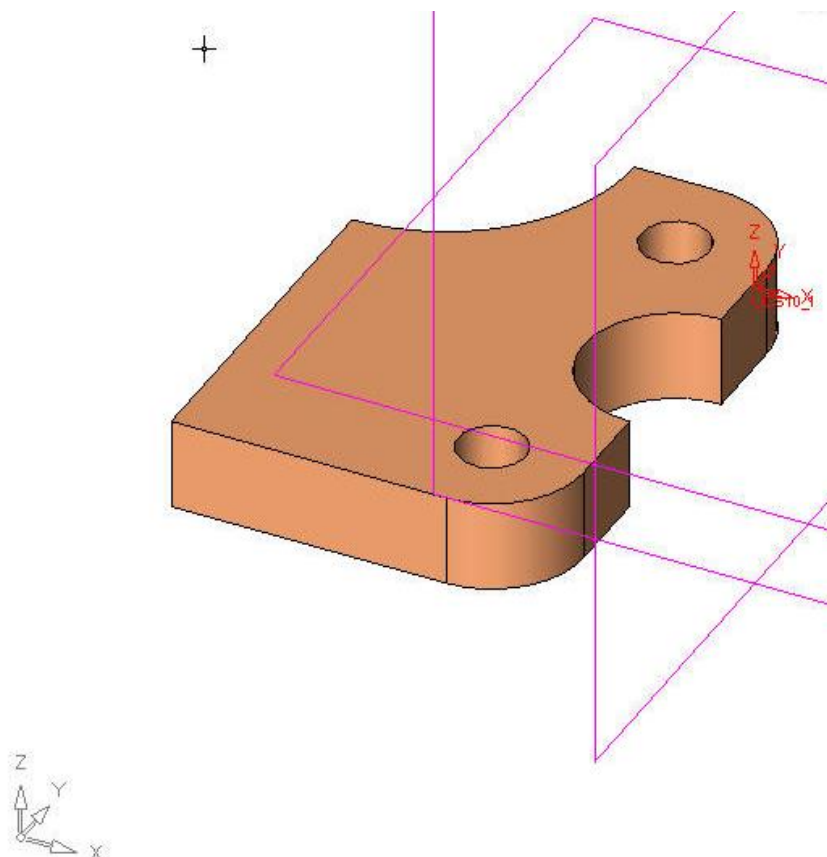


Рисунок 17 – Результат выдавливания

3.5 Редактирование модели. Размеры контура эскиза можно изменить, выделив ЛКМ слева в дереве построений (рисунок 18) ветку *Extrude* твердотельной операции создания компонента или его эскиза *Sketcher*. Нажмем ПКМ и выберем из меню операцию редактирования *Edit* (см. рисунок 18).

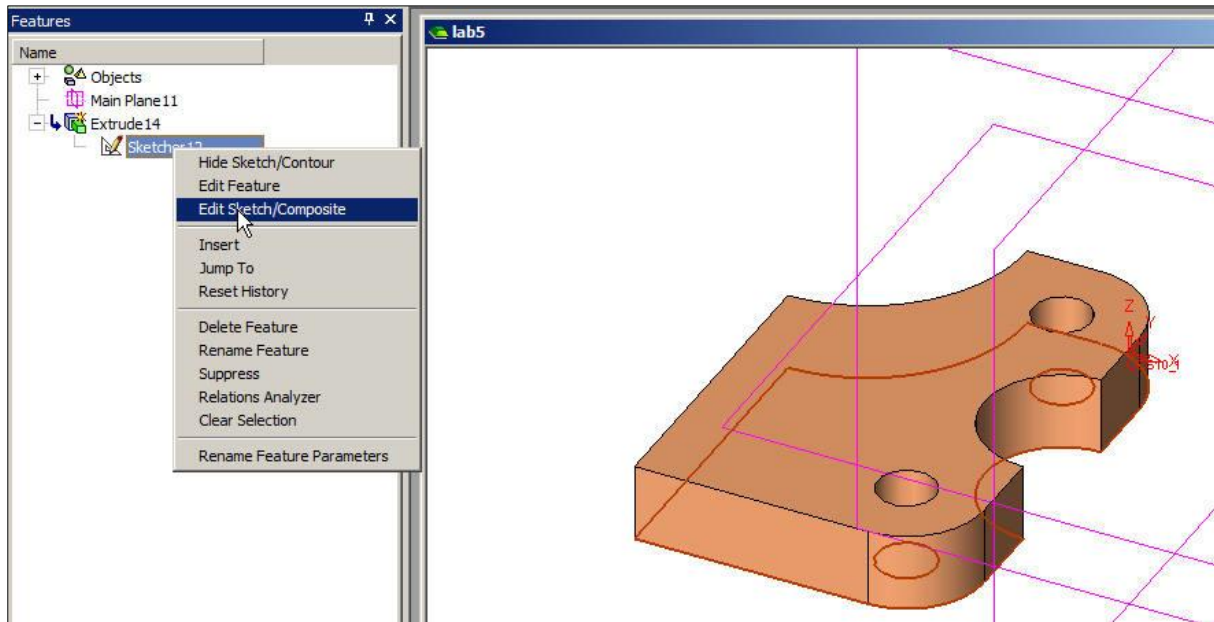


Рисунок 18 – Выбор операции редактирования эскиза

В открывшемся *Эскизнике* выделим размер *80* и изменим его на *120*, как показано на рисунке 19.

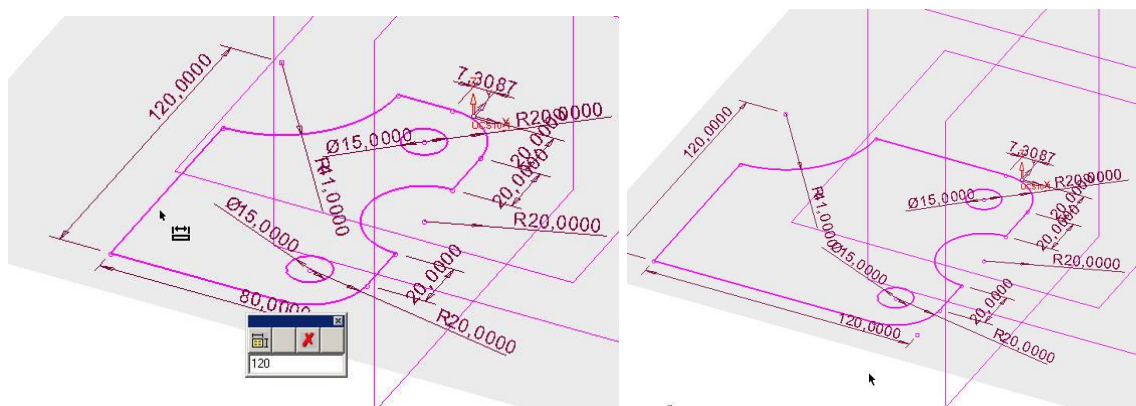


Рисунок 19 – Редактирование размера модели

Модель изменит свою форму после выхода из *Эскизника* (рисунок 20).

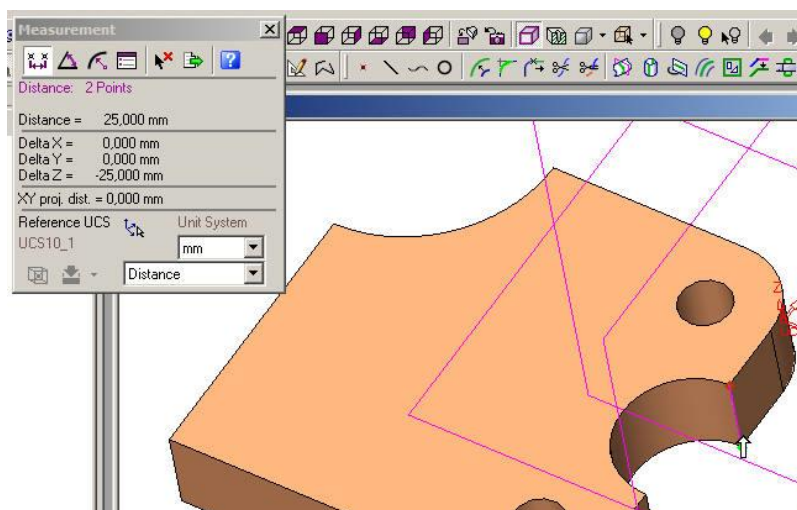


Рисунок 20 – Измерение высоты выдавливания модели

При подготовке отчета по лабораторной работе с выводом на черно-белый принтер, более информативным является каркасное представление модели. Изменением её положения можно управлять из меню, вызываемого одновременным нажатием двух правых кнопок мыши (рисунок 21).

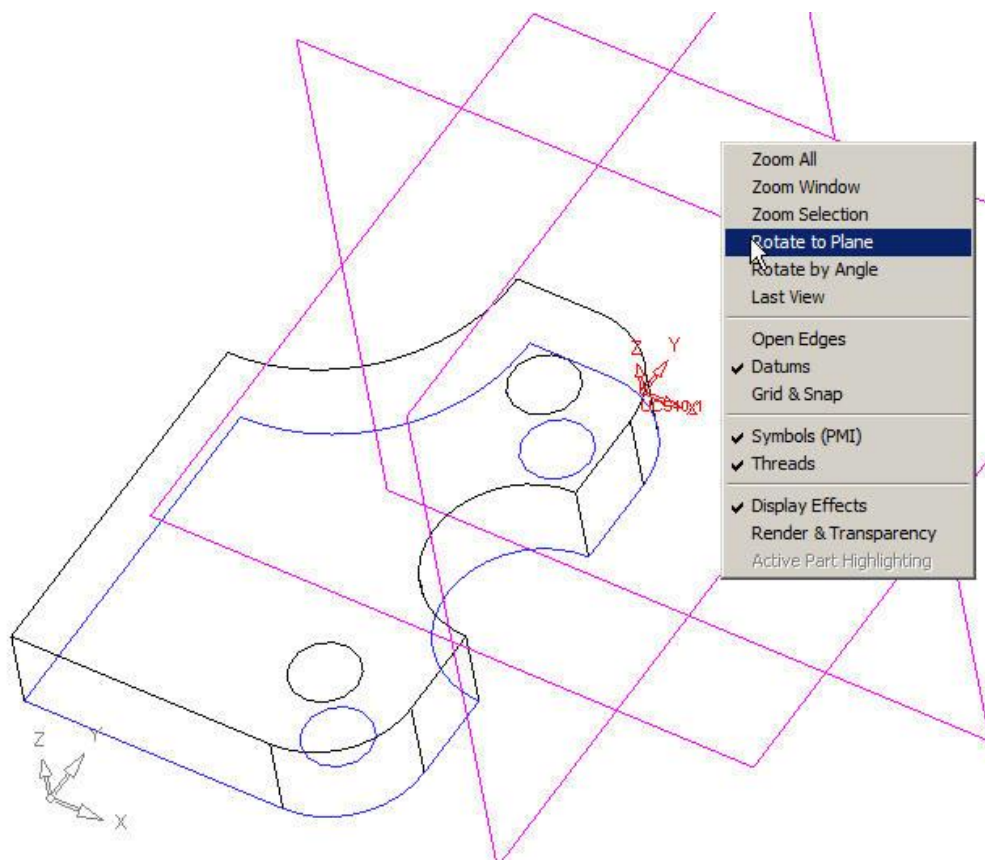


Рисунок 21 – Меню манипулирования моделью

После завершения моделирования, файл модели сохраняется по умолчанию на жестком диске в папке *C:\Cimatron_Documents* с помощью специализированного Проводника Cimatron (рисунок 22). Особенностью этого проводника является возможность доступа к не отображающимся средствами файловой системы «внутренним» папкам Cimatron для разных видов файлов: отдельно для моделей деталей, для сборок, для чертежей и для траекторий обработки на станках с ЧПУ.

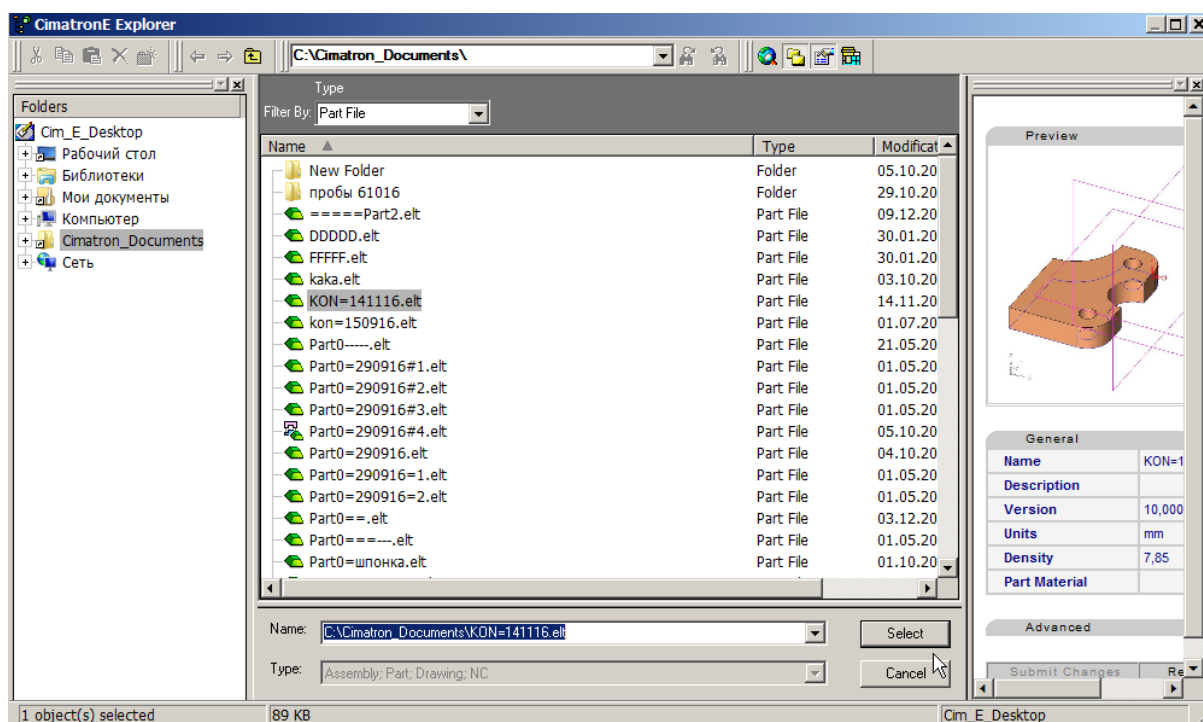


Рисунок 22 – Сохранение файла elt модели в проводнике Cimatron

Созданный файл elt в дальнейшем может быть экспортирован с помощью меню *Tools* в иной формат для передачи в другую CAD/CAM-систему (рисунок 23).

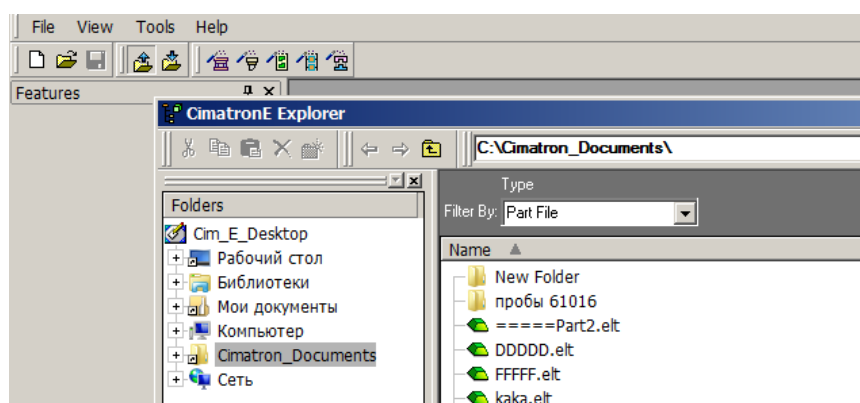


Рисунок 23 – Средство конвертирования файла elt в иной формат

4 Методика моделирования вращением

4.1 Так же, как и при выдавливании криволинейного контура, входим в программу Сimatron и включаем Главные плоскости.

Формируем ось вала пересечением двух Главных плоскостей (рисунок 24).

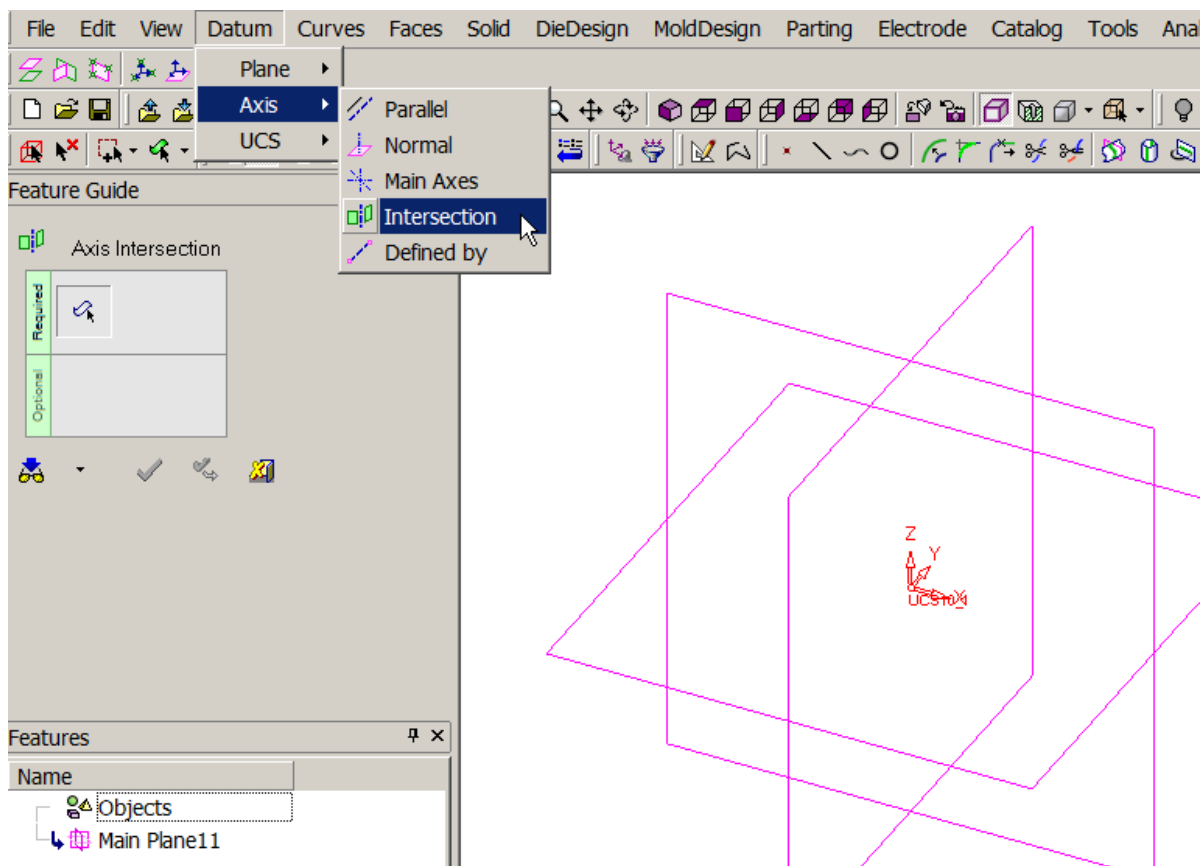


Рисунок 24 – Выбор метода построения оси

Левой кнопкой мыши последовательно выбираем две плоскости, пересечение которых образует ось (рисунок 25), и подтверждаем нажатием зелёной галочки ОК.

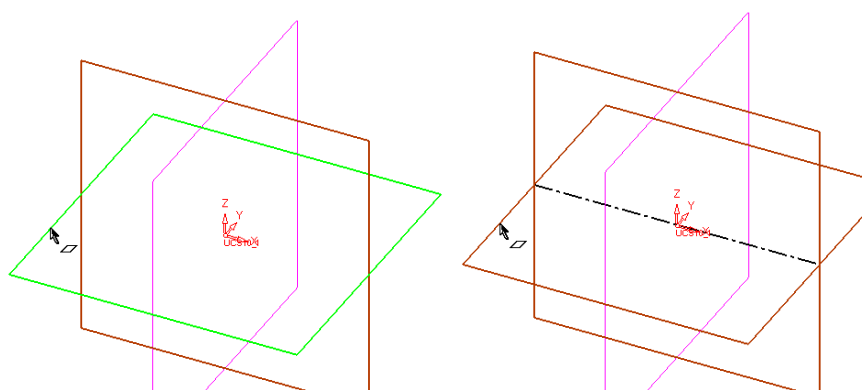


Рисунок 25 – Построение оси

4.2 Вызываем *Эскизник*, выделяем горизонтальную плоскость, на которой строим контур эскиза (рисунок 26); в контекстном меню включаем просмотр автоматически сформированных геометрических ограничений: совпадение «точка-точка» соседних сегментов, перпендикулярность и пр.

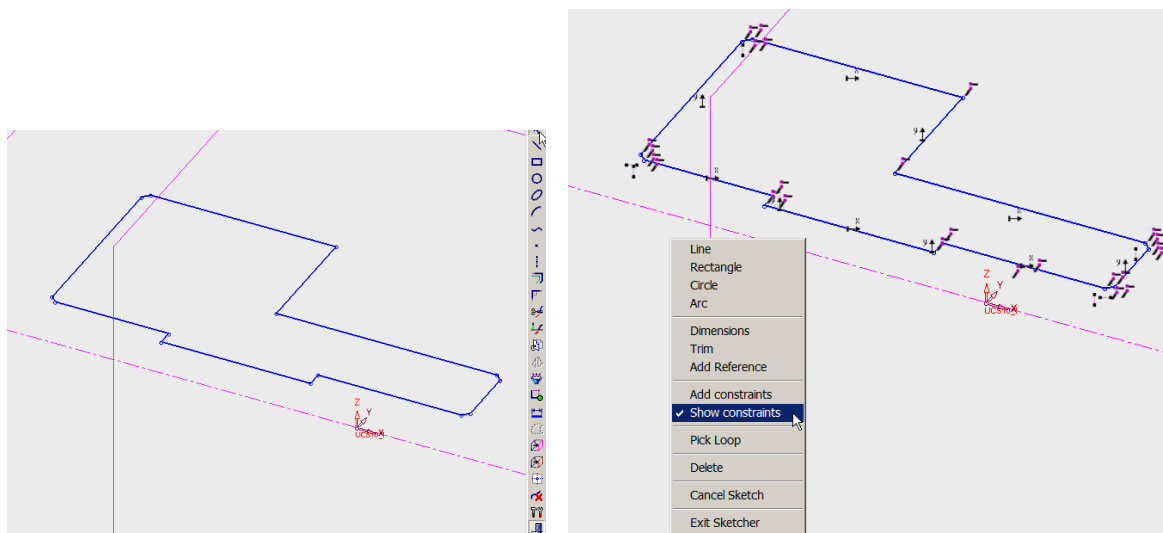


Рисунок 26 – Построение замкнутого контура

Затем «образмериваем» контур (рисунок 27), многократно динамически перемещая размеры, убирая возможные перекрытия.

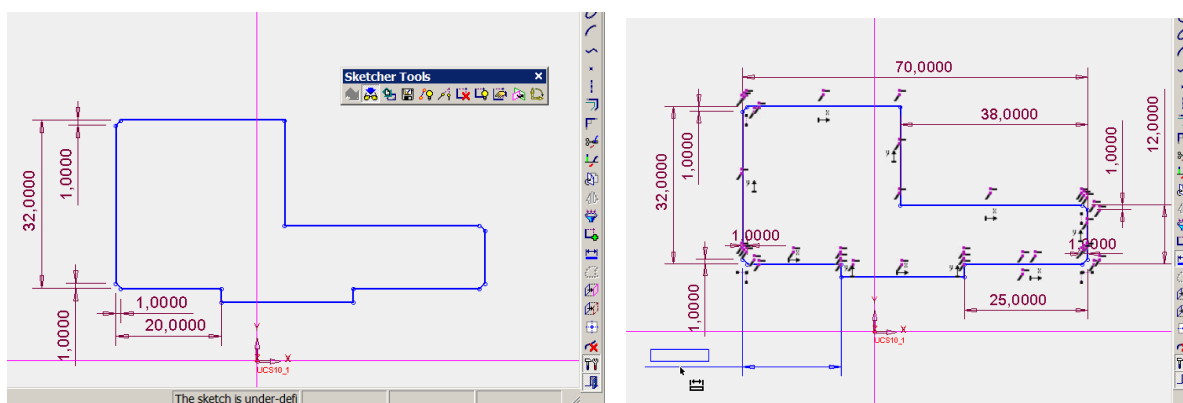


Рисунок 27 – Нанесение и перемещение размеров

Обязательными являются два размера, связывающие одну из точек контура с началом СК (рисунок 28).

В ходе нанесения размеров важно обеспечить сообщение в нижней строке о полном определении положения эскиза в плоскости СК.

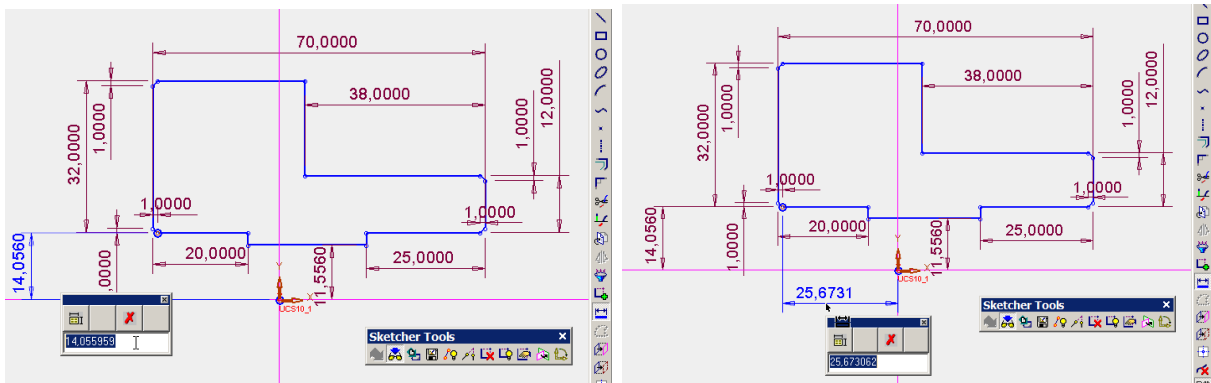


Рисунок 28 – Привязка нижней левой точки контура к СК

Закрываем *Эскизник* – на экране остается контур без нанесенных размеров.

4.3 Операция вращения. Ее можно выполнить двумя путями: из контекстного меню и кнопкой *Твердотельное моделирование* из верхней строки (рисунок 29).

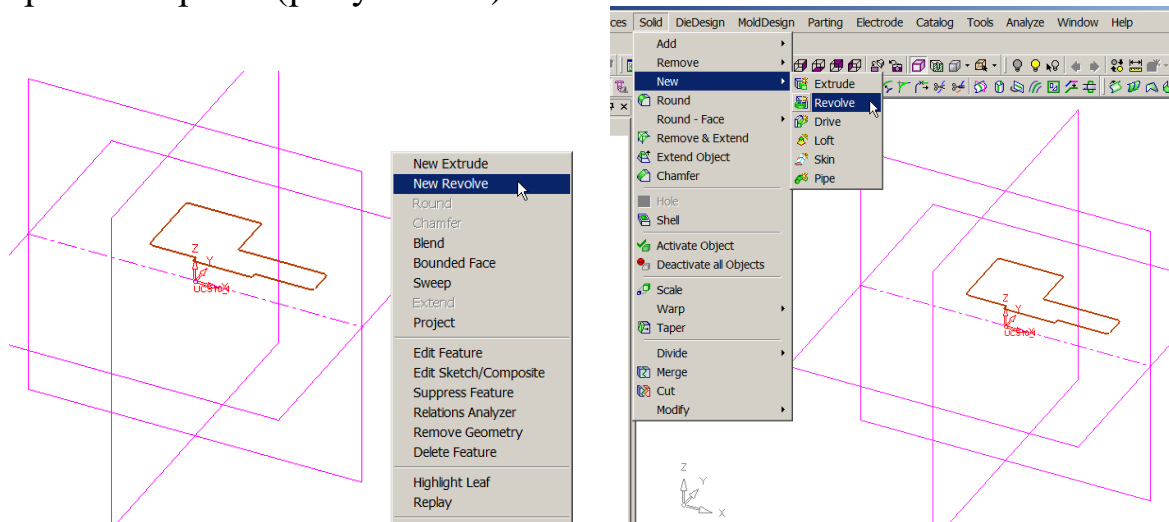


Рисунок 29 – Начало твердотельной операции вращения контура

Далее система в левом нижнем углу (рисунок 30) предложит указать ось вращения. Ось была построена ранее как пересечение двух Главных плоскостей. Если ось не была определена, то это не поздно сделать сейчас, так же как и в начале моделирования.

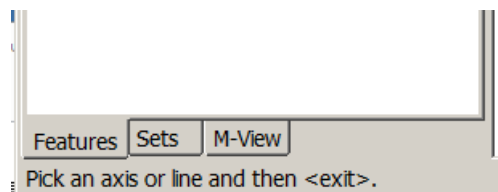


Рисунок 30 – Укажите ось вращения контура эскиза

Вслед за указанием оси появится твердотельная модель (рисунок 31), подтверждаем эту операцию нажатием ОК – цвет модели меняется (рисунок 32).

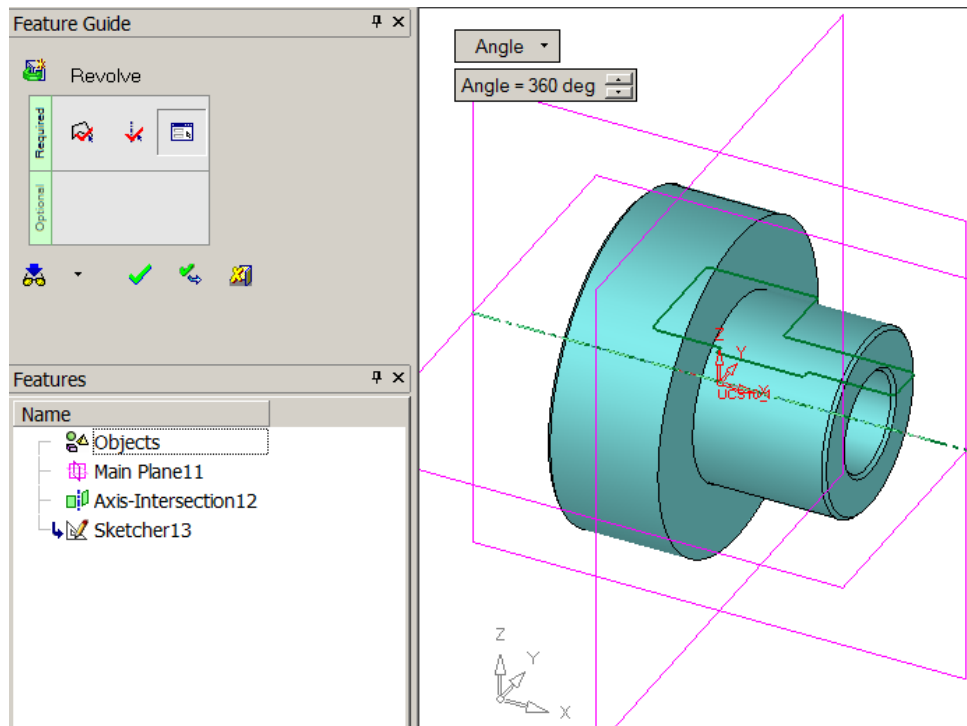


Рисунок 31 – Операция вращения контура вокруг оси

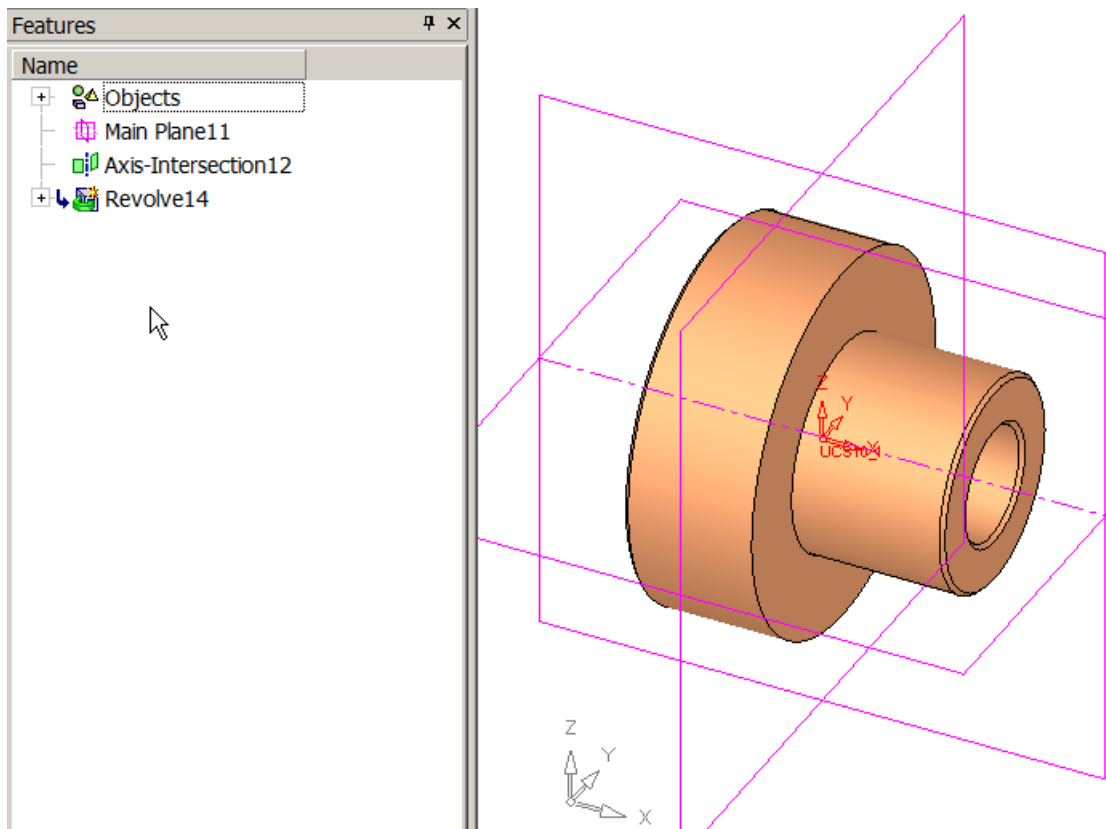


Рисунок 32 – Первый компонент построен

4.4 Вспомогательная плоскость для эскиза шпоночного паза. Построим эскиз для создания второго компонента модели – шпоночного паза. Для этого понадобится вспомогательная плоскость, касательная цилиндрической поверхности первого компонента.

Пусть вспомогательная плоскость будет параллельной горизонтальной плоскости СК и проходит через точку, лежащую на цилиндрической поверхности вала. Это актуально при задании глубины паза размером от верхней точки окружности. Чтобы найти такую точку и построить дополнительную плоскость для контура паза, нам придется выполнить несколько вспомогательных построений.

Сначала воспользуемся каркасным отображением (рисунок 33), выделим вертикальную плоскость (см. рисунок 33), на которую надо спроецировать окружность правого торца.

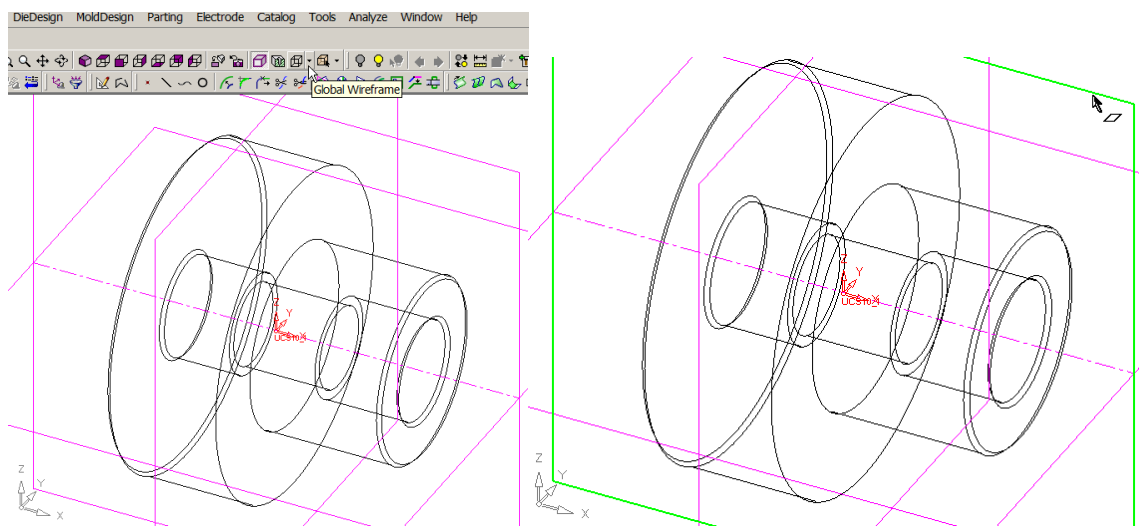


Рисунок 33 – Каркасный вид и выбор плоскости проецирования

Для этого перейдем в *Эскизник* и нажмем кнопку *Add Reference*. Теперь отметим ЛКМ ребро правого торца – на вертикальной плоскости появится проекция в виде штриховой линии (рисунок 34).

Подтвердим (закончим) операцию проецирования нажатием средней кнопки мыши!

Не выходя из *Эскизника*, нажмем кнопку *Точка* и поставим на верхнем конце штрихового отрезка точку, используя привязку к концу отрезка (обычно она включена по умолчанию). Эта точка в дальнейшем позволит создать вспомогательную плоскость для построения контура шпоночного паза.

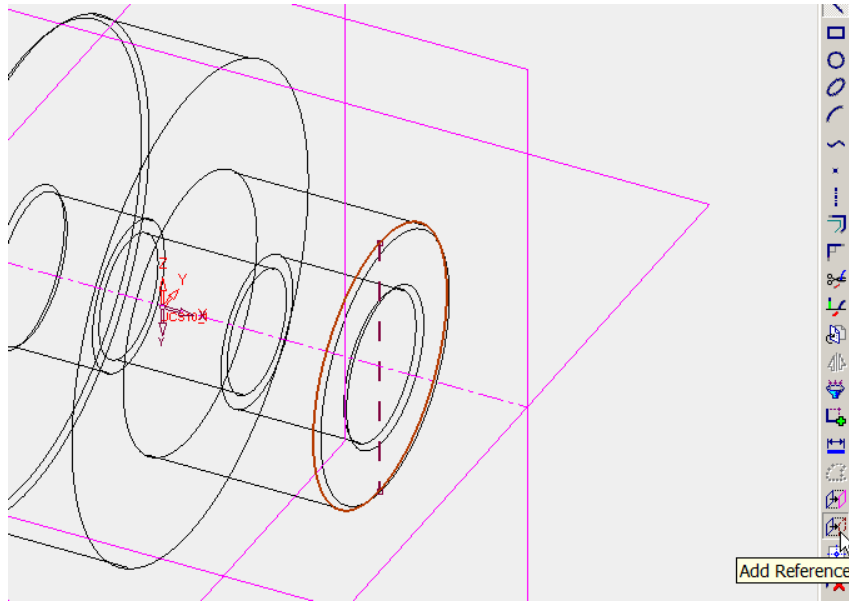


Рисунок 34 – Проекция дуги на вертикальную плоскость

Откроем меню *Datum > Plane > Parallel* (рисунок 35), отметим ЛКМ горизонтальную плоскость СК, а затем – созданную ранее точку (рисунок 36).

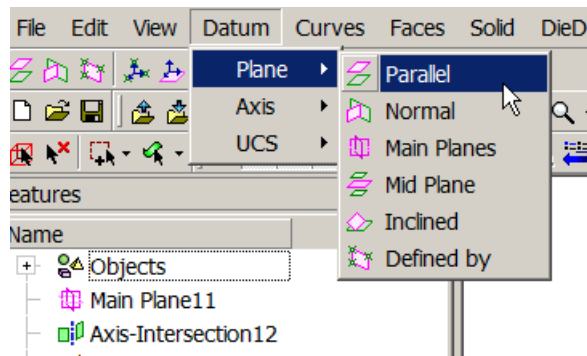


Рисунок 35 – Выбор способа построения плоскости для паза

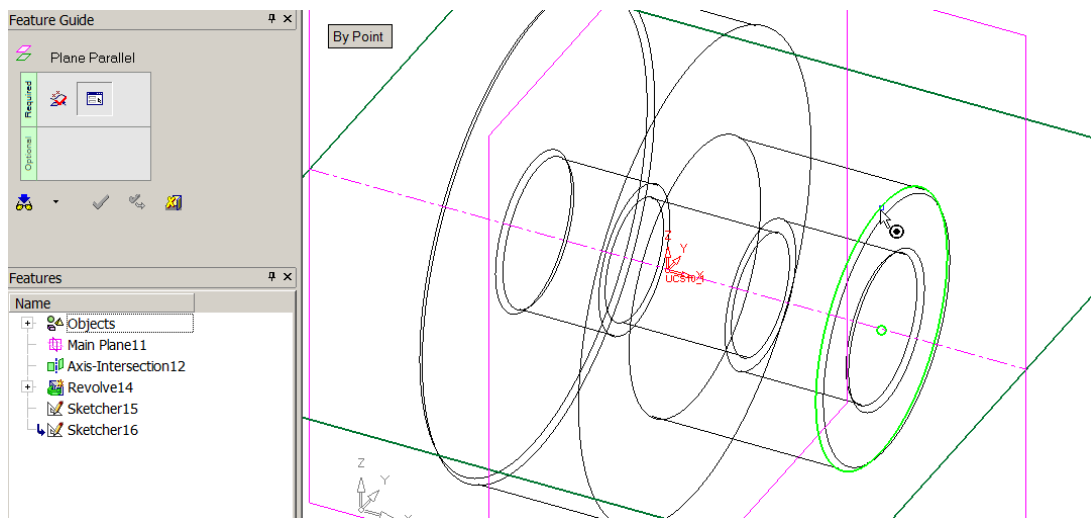


Рисунок 36 – Выбор точки

Завершим операцию создания вспомогательной плоскости нажатием зеленой кнопки ОК (рисунок 37).

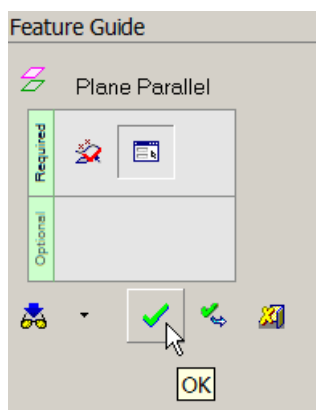


Рисунок 37 – Операцию надо подтвердить

Выделим новую плоскость для наглядности более толстой линией (рисунок 38) и построим в *Эскизнике* штриховую ось будущего контура шпоночного паза, исходящую из нашей точки (рисунок 38).

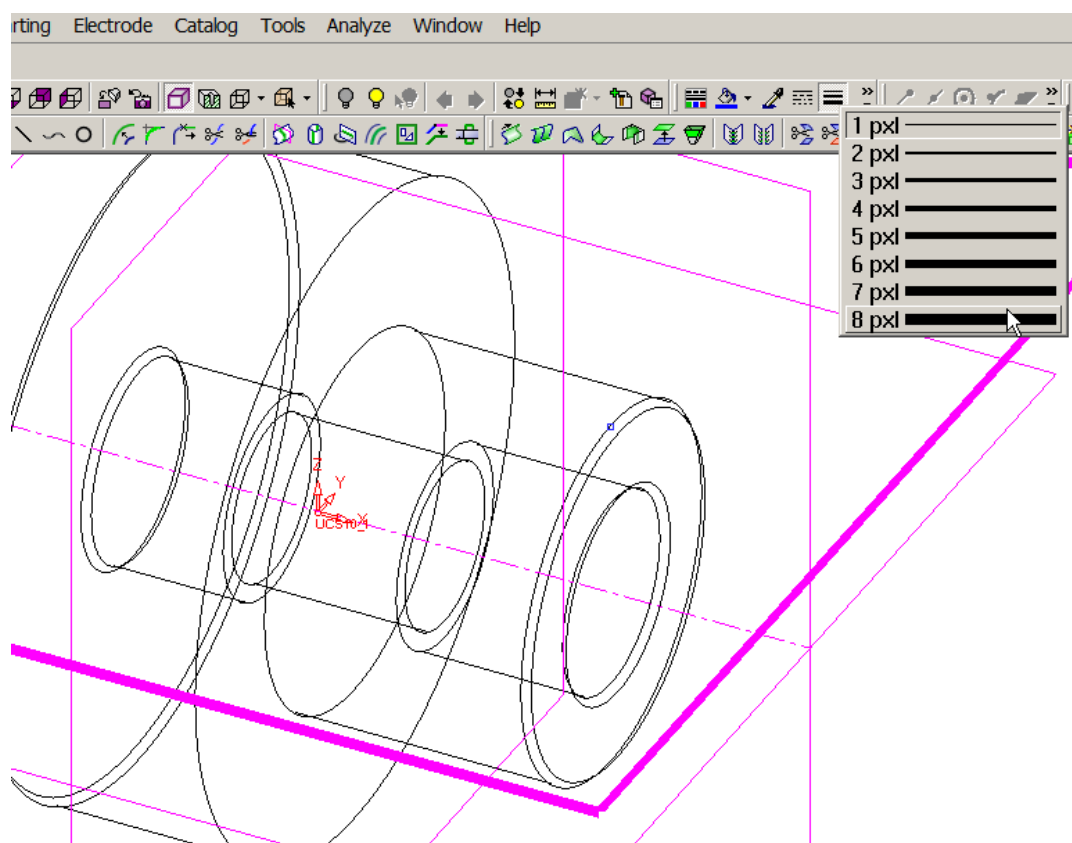


Рисунок 38 – Увеличиваем толщину границы новой поверхности

Нажмем одновременно среднюю и ПКМ и с помощью пункта контекстного меню *Rotate to plane* повернем созданную плоскость в плоскость экрана (рисунок 39).

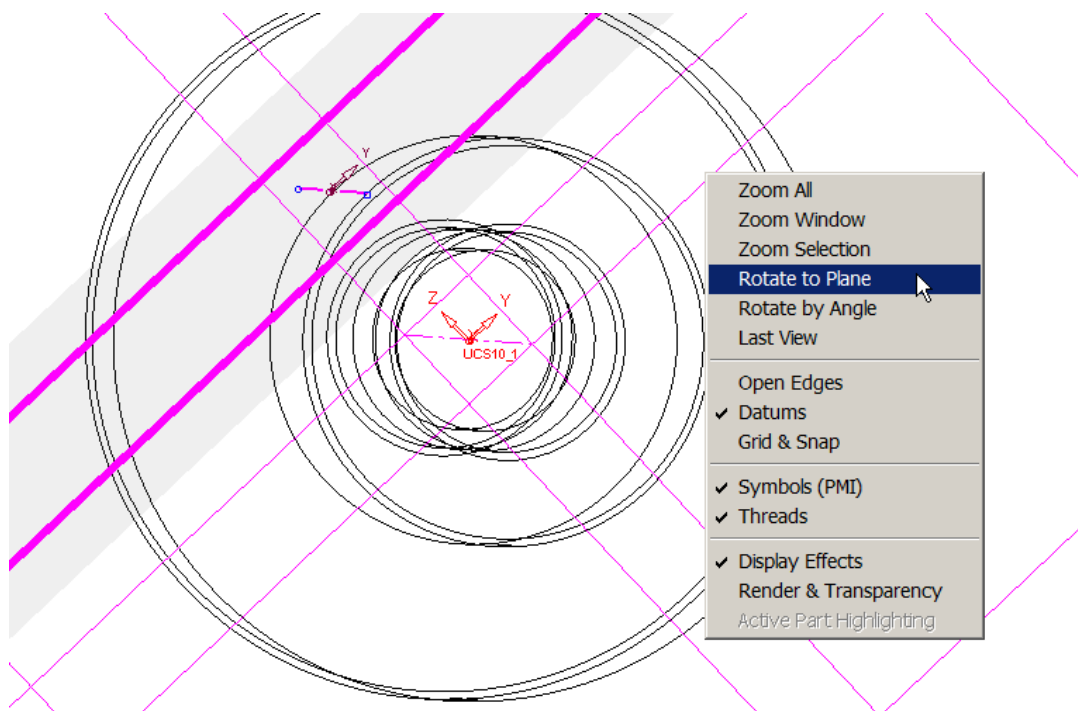


Рисунок 39 – Перед совмещением с плоскостью экрана

4.5 Эскиз шпоночного паза. Открываем *Эскизник*, нажимаем кнопку *Круг* и, привязываясь к ранее созданной оси, наносим первую окружность. Далее из контекстного меню выбираем пункт *Диаметр* и курсором показываем на только что созданную окружность (рисунок 40). Таким образом диаметр второй окружности сделаем равным диаметру первой. Наносим вторую окружность со смещением по оси влево. Теперь проводим две касательные линии, используя привязку *Tangent* (*Касательно*).

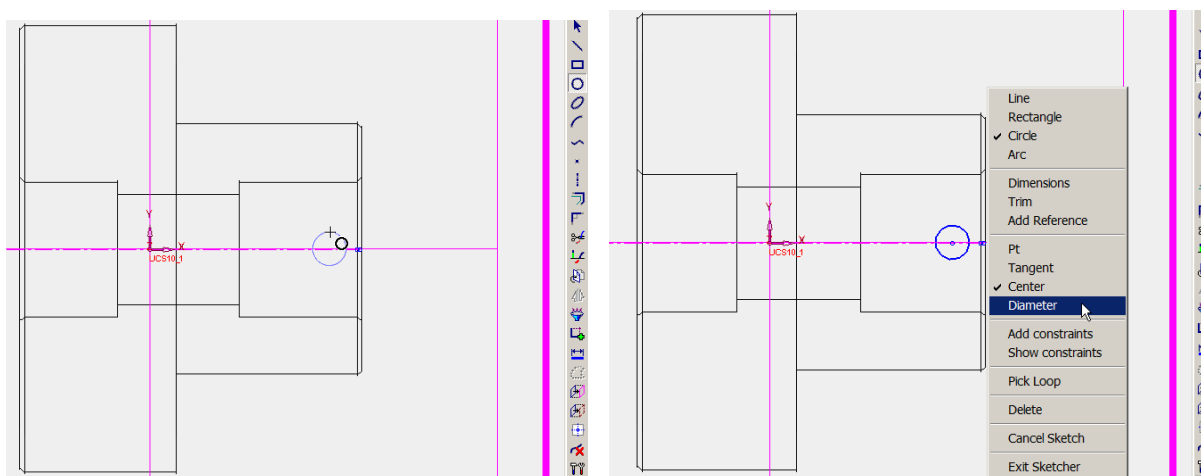


Рисунок 40 – Построение первой окружности шпоночного паза

Используем *Ножницы* для отрезки лишних дуг (рисунок 41).

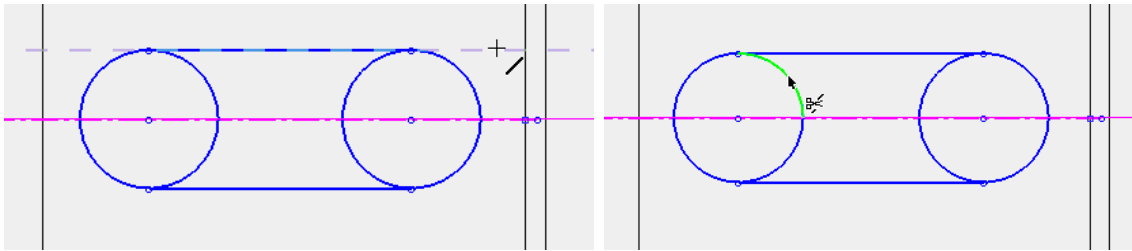


Рисунок 41 – Построение двух окружностей одинакового диаметра

Нанесем необходимые размеры (рисунок 42) до появления в нижней строке подтверждения их полноты. Выйдем из *Эскизника*.

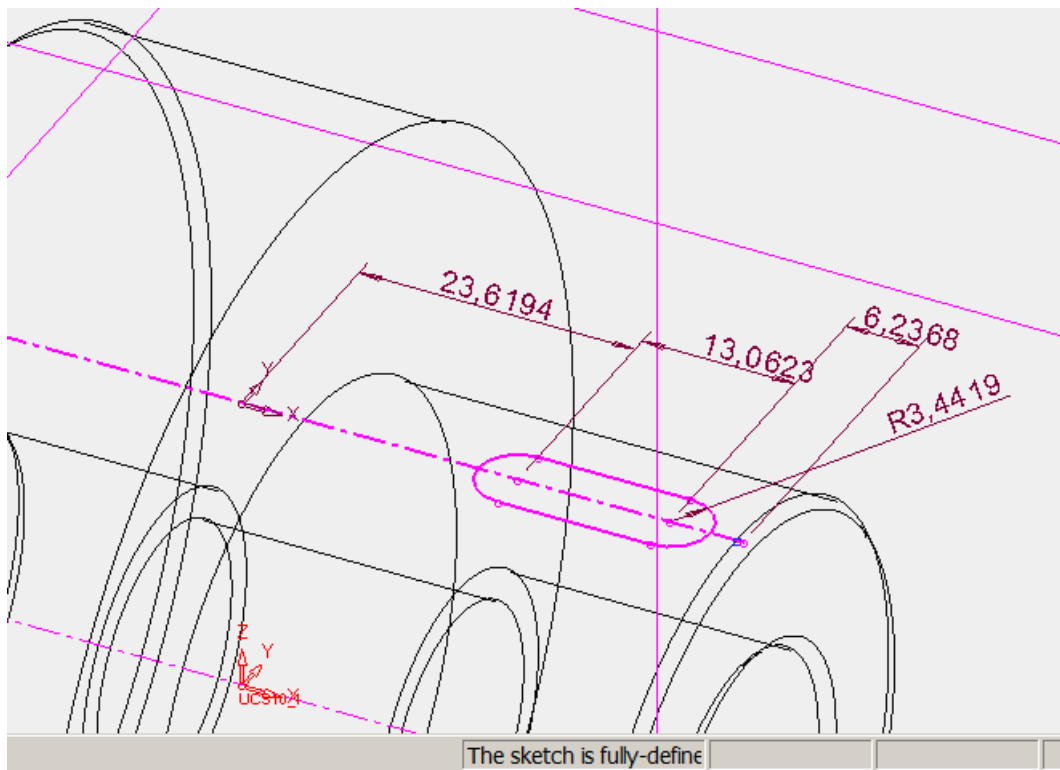


Рисунок 42 – Размеры полностью определяют положение контура

4.6 Выдавливание шпоночного паза. Создадим второй компонент модели путем выдавливания контура паза с удалением материала. Выбор твердотельной операции можно сделать из верхнего меню или из контекстного (рисунок 43).



Рисунок 43 – Выдавливание с удалением материала

Настраиваем параметры операции: направление и расстояние (рисунок 44), вводим значение глубины **8**, а затем подтверждаем кнопкой ОК.

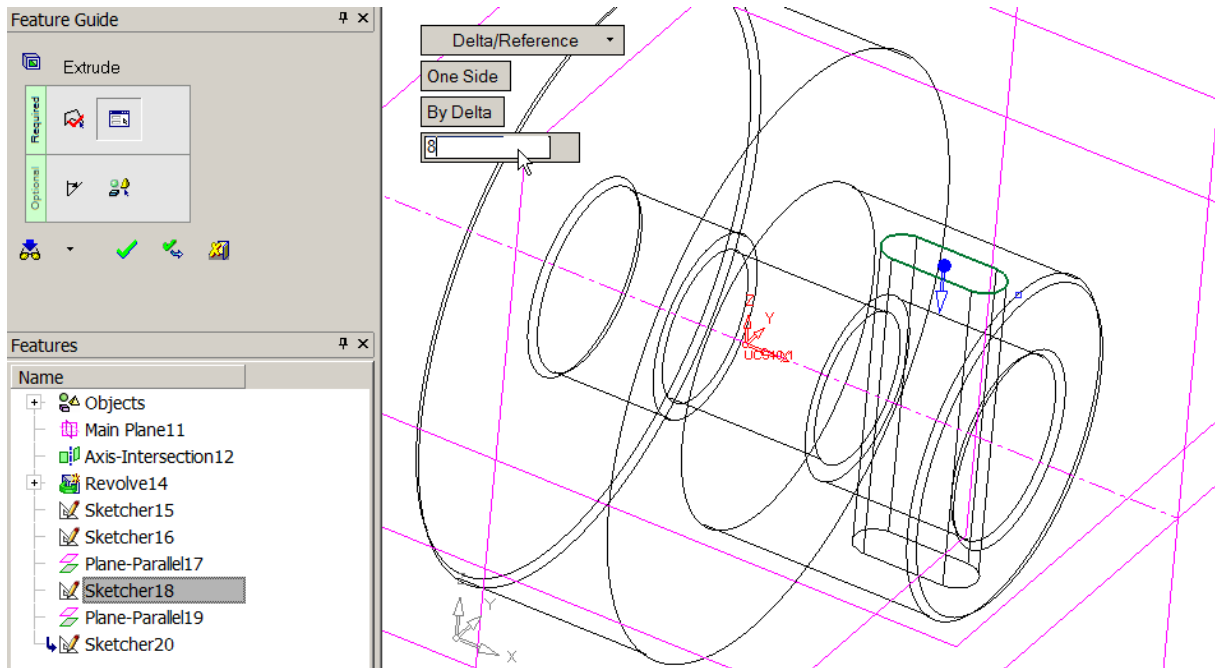


Рисунок 44 – Параметры выдавливания

В результате получаем окончательную модель (рисунок 45).

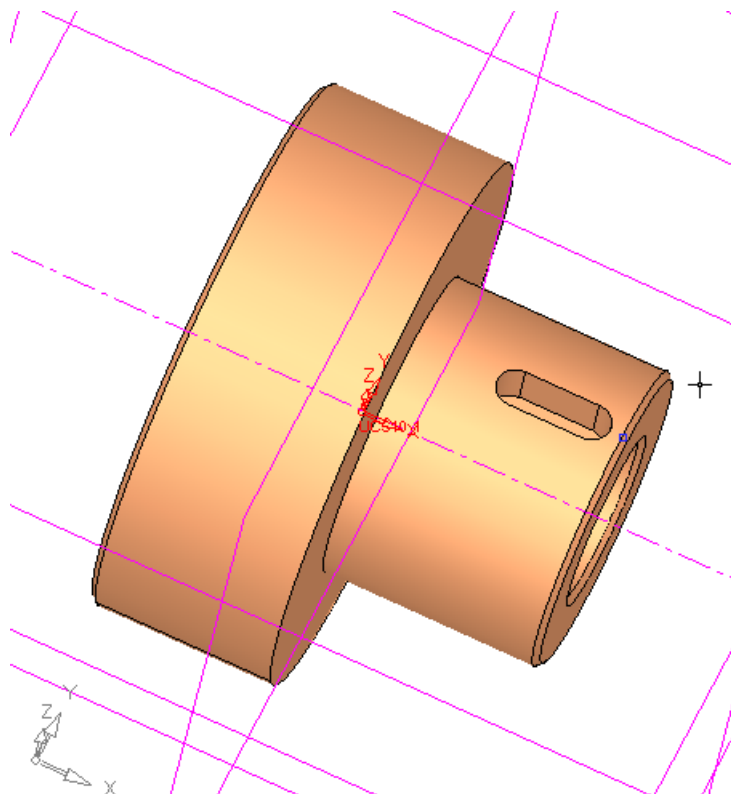


Рисунок 45 – Окончательный вид 3D-модели

4.7 Редактирование модели. Выделим в дереве истории построения *Sketcher13* (эскиз вала) и нажатием ПКМ вызовем контекстное меню. Выберем пункт *Редактирование эскиза* – на экране появится «образмеренный» эскиз. Выделим размер **70** и введем новое значение **170** (рисунок 46). В результате эскиз изменится (рисунок 47). Прделаем операцию корректировки и с размером длины шпоночного паза.

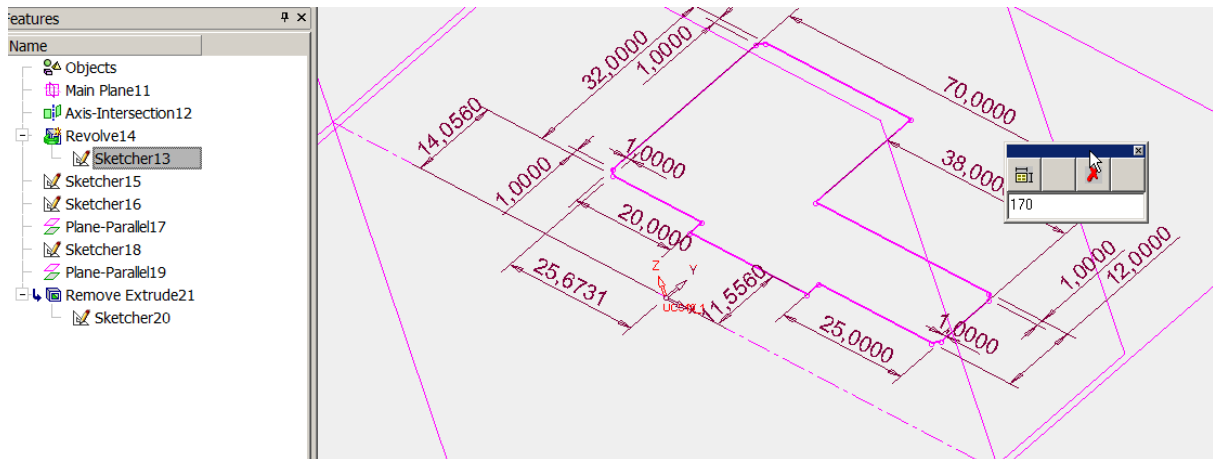


Рисунок 46 – Корректируем размер 70

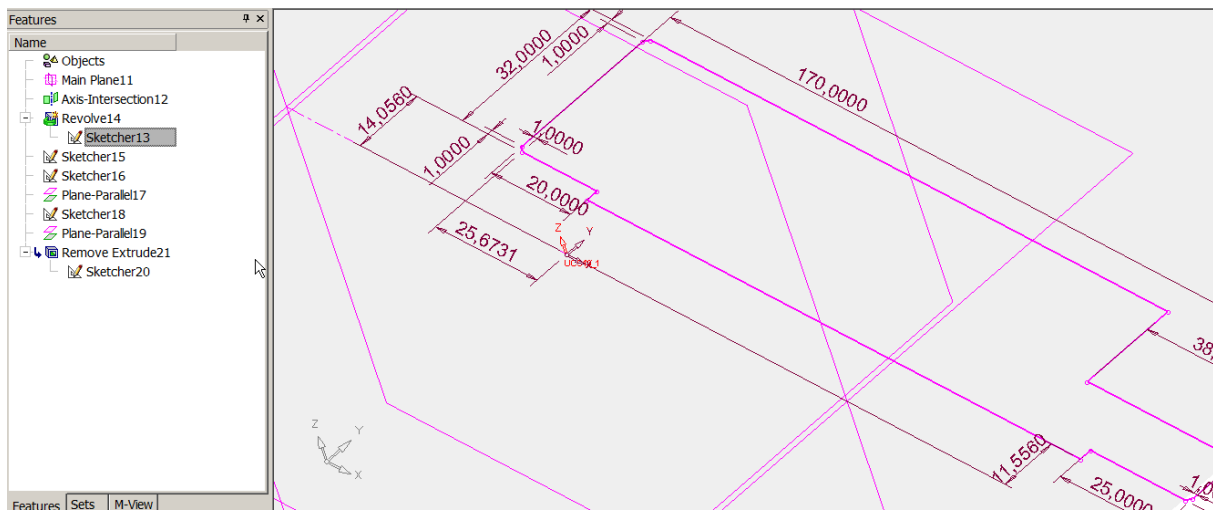


Рисунок 47 – Эскиз с габаритным размером 170

Модель после корректировки с погашенными Главными координатными и вспомогательными плоскостями показана на рисунке 48.

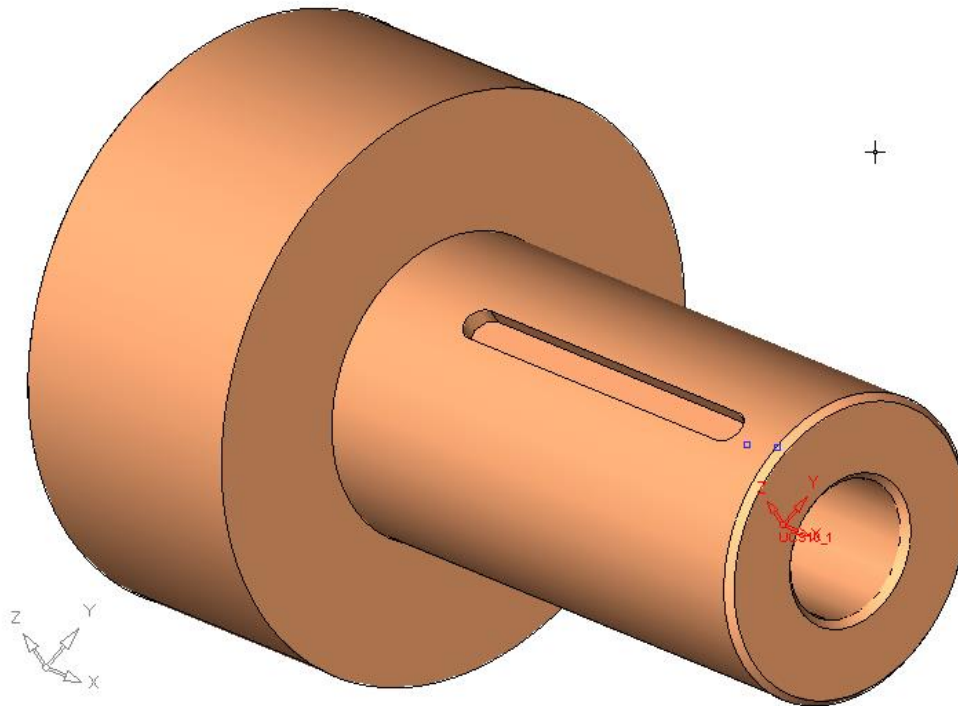


Рисунок 48 – Модель после корректировки двух параметров

5 Студенческая версия CimatronE

Мы рассмотрели простейшие операции моделирования, доступные в CAD/CAM CimatronE. Для дальнейшего изучения и использования при выполнении КП и ВКР можно порекомендовать студенческий пакет. Это – ограниченная конфигурация CimatronE для домашнего использования студентами. Она предоставляет большинство возможностей CimatronE и позволяет выполнять небольшие некоммерческие проекты по проектированию оснастки и решению других задач.

Система включает:

- Каркасное, Поверхностное и Твёрдотельное моделирование деталей
- Проектирование сборок
- Черчение
- Эскизник
- Средства работы с каталогами
- QuickSplit (разделение моделей на формообразующие поверхности оснастки)
- QuickCompare (сравнение моделей)
- QuickElectrode (проектирование электродов для прошивной электроэрозии)

- MoldDesign (проектирование сборок литьевых форм)
- DieDesign (проектирование сборок штампов)
- Возможности 2,5- и 3-координатного фрезерования
- 3-координатный визуализатор обработки
- Чтение данных через интерфейсы STL, SAT, IGES, VDA, STEP, DXF, DWG и PARASOLID.

Получить студенческую версию можно на сайте Российской компании-дистрибьюторе программного обеспечения **Би Питрон** из С.-Петербурга (рисунок 49) http://beepitron.com/software/products/cimatron/student_version/. Би Питрон – одна из первых компаний в России и СНГ, которая начала деятельность по техническому переоснащению отечественных промышленных предприятий. С 1992 года она осуществляет поставку и внедрение под ключ систем PDM/CAD/CAE/CAM от лучших мировых производителей программного обеспечения.

CAD/CAM Cimatron линейки *it* стала первой CAD/CAM-системой, реально использованной на машиностроительном предприятии Ярославской области. Это случилось примерно в 1993 г. на Ярославском заводе ИФО. С 1996 г. Cimatron стал базовой системой в специализации «Компьютерно-интегрированное машиностроение» на кафедре КИ ТМС ЯГТУ.

The screenshot shows the Beepitron website interface. At the top, there is a navigation menu with links for 'Электрика', 'Программное обеспечение', 'Инжиниринг', 'Консалтинг', and 'О Би Питроне'. The main content area features a large image of a mechanical assembly and the heading 'Cimatron v13 - что нового в этой версии?'. Below this, there are filters for 'CAD', 'CAM', and 'все отрасли'. A prominent button reads 'Получить студенческую версию'. To the left, a sidebar menu lists various software capabilities such as 'Проектирование литьевых форм', 'Проектирование штампов листовой штамповки', and 'Программирование обработки на станках с ЧПУ'. The main text area below the button describes the 'Студенческая версия CimatronE' as a limited configuration for home use by students, allowing for non-commercial projects.

Рисунок 49 – Фрагмент сайта компании Би Питрон

Список использованных источников

1. Материалы WEB страницы кафедры «Компьютерно-интегрированная технология машиностроения» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://tms.ystu.ru>
2. Раздел сайта компании Би Питрон [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://beepitron.com/software/products/cimatron/student_version/
3. Калачёв, О.Н. Применение CAD/CAM Cimatron *it* для проектирования моделей деталей: Учебное пособие (гриф УМО). - Ярослав. гос. техн. ун-т. Ярославль, 2000. - 48 с.
4. Калачёв, О.Н. Компьютерно-интегрированное машиностроение и CAD/CAM Cimatron // Информационные технологии. 1998. № 10. С. 43-47, 49.
5. Калачёв, О.Н., Яблочников Е.И. Методика использования CAD/-CAM Cimatron для интерактивного проектирования сборок технологической оснастки // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2001. №12. С. 7-11.