МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. Косыгина (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»)

ЗД-МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ В RHINOCEROS

Учебное пособие допущено к изданию редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия для подготовки бакалавров по направлениям 09.03.02 Информационные системы и технологии, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 54.03.01 Дизайн

> Москва РГУ им. А.Н.Косыгин, 2019

УДК 004.92 ББК 3.2.2.30 И 50 И 50 Иванов В.В., Фирсов А.В., Новиков А.Н., Городенцева Л.М. 3D- моделирование изделий в RHINOCEROS: учебное пособие. – М.: РГУ им. А.Н.Косыгина, 2019, -125с.

ISBN 978-5-87055-744-1

Рецензенты:

Кубрушко П.Ф. – д-р педагогических наук, профессор, членкорреспондент Российской академии образования, зав. кафедрой педагогики и психологии профессионального образования

Каршакова Л.Б. – к-т техн. наук, доцент кафедры информационных технологий и компьютерного дизайна РГУ им.А.Н.Косыгина

Rhinoceros— программное обеспечение для трехмерного моделирования. Преимущественно используется в промышленном дизайне, архитектуре, ювелирном автомобильном дизайне, в CAD/CAM-И проектировании, быстром прототипировании, а также в мультимедиа и графическом дизайне. Растущая популярность Rhino основана на его разнородности, разнообразии функциональной применимости, быстрой обучаемости, небольшой относительно стоимости И возможности импорта/экспорта почти 30 различных форматов.

Данное учебное пособие предназначено для приобретения знаний, умений и практических навыков работы с этим пакетомна конкретных примерах и поможет обучающимся редактировать и разрабатывать собственные 3D-модели.

Пособие рекомендуется для обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.02 Информационные системы и технологии, 54.03.01 Дизайн всех форм обучения и будет использовано при изучении дисциплин «Технические средства дизайна», «Инструментальные средства визуальной коммуникации и прикладной дизайн», «Модели и методы информационных технологий в дизайне.

Работа подготовлена на кафедре информационных технологий и компьютерного дизайна

Печатается в авторской редакции

ISBN 978-5-87055-744-1

© РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019

© Иванов В.В., Фирсов А.В., Новиков А.Н., Городенцева Л.М., 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Работа 01. Rhinoceros. Моделируем кристалл	4
Работа 02. Rhinoceros. Массив по кривой	22
Работа 03.Rhinoceros. Логическое моделирование 1	25
Работа 04.Rhinoceros. Логическое моделирование 2	
Работа 05.Rhinoceros. Процедурное моделирование. Выдавливание	53
Работа 06.Rhinoceros. Процедурное моделирование. Вращение	64
Работа 07.Rhinoceros. Процедурное моделирование. Лофт	69
Работа 08.Rhinoceros. Создание тел из поверхностей	79
Работа 09.Rhinoceros. Текст на поверхности	89

введение

В данном методическом указании рассматривается объемное моделирование с помощью графической программы Rhinoceros. Бесплатной версией программы Rhinoceros можно пользоваться 90 дней. За данный период можно освоить основные методы моделирования и решить вопрос о необходимости ее приобретения.



Рабочее окно программы Rhinoceros показано на рис. 1.

Рис. 1

Работа 01. Rhinoceros. Моделируем кристалл

Программа Rhinoceros является одним из самых удачных инструментов 3D-моделирования кристаллов. Типовые формы кристаллов приведены на рис. 2.



Очевидно, что наиболее изящные формы имеют бриллианты (рис.





Рис. 2

2)

Задание

Построить в Rhinoceros модель бриллианта, геометрическая форма которой основана на восьмиугольнике (октагоне).

Начнем моделирование с привязок. Установим в нижней панели **Привязка к сетке** (рис. 3). Фраза должна быть выделена жирным шрифтом.

Касательная 🦳 Квадрант	🗌 Узел 🗌 Верши	на 🗌 Прое	кция 🗌 Откл
Привязка к сетке Орто	Плоский режим	Привязка	Трассировка

Рис. 3

Выберем в панели инструментов точку и введем

0,0 (рис. 4).



Точка расположится в центе системы координат (рис. 5).





В панели привязок установим флажок в окошке Точка (рис. 6).



Выберем на панели инструментов значок Многоугольник: центр, радиус (рис. 7)



В командной строке щелкнем на литерале Число сторон (рис. 8).

Введем в командную строку число 8 (рис. 9). Нажмем Enter.



Рис. 9

Щелкнем мышью в центре системы координат и начертим на виде**Сверху** небольшой восьмиугольник шириной 20 мм (рис. 10).





Перейдем на закладку Редактирование кривых (рис. 11).

Преобразования	Редакт. кривых /	Редакт. поверхностей 🖉
! 🎦	\smile	
Рис. 11		

В результате изменяться виды Панели инструментов и Инструментов закладок (рис. 12). Выберем команду Подобие кривой.

Стандартная	РПлоскости	Настройка вида	Режим отображения	Выбор объектов	Видовые окна	Видимость	Преобразования	Редакт. кривых
ئے ۔ا۔ کی لی	≌∽∩	ጉ 🍣 🇳 🧳	R \$ \$ \$ # R		₩ \> •• -> r	° * * * * * *	৫⊜≋₿₫	१ 🦯 ⊈) ☷
ि न¶ Сверху			одоби <mark>е</mark> к	ривой		Пер	спектива 🔻	
Рис. 12								

Щелкнем на литерале Расстояние (D)= (рис. 13).

Выберите кривую для построения подобия (<u>Расстояние(D)=1</u> Произвольно(L)=Hem У РПлоскости / Стандартная Настройка вида Режим отображения Выбор об Рис. 13

Введем значение 4 (рис. 14).

Выберите кривун	о для построени	я подобия (Расстоя)
Расстояние отст	упа <1.00>:4	
Стандартная	РПлоскости	Настройка вида 🖉
Рис. 14		

Выделим щелчком восьмиугольник (рис. 15).





Щёлкнем мышью внутри восьми угольника и получим подобную фигуру (рис. 16).



Рис. 16

Выберем в нижней панели инструмент Gumball для отображения локальной системы координат (рис. 17).



Рис. 17

На видеСверху выделим внутренний восьмиугольник (рис. 18).



Рис. 18

Щелкнем на синей дуге в цифровое окошко и введем число 22.5 (рис. 19) для поворота объекта на 1/16 круга (рис. 20).







Рис. 20

Перейдем на видСпереди и щелкнем на синюю стрелку – ось Z(рис. 21).



Рис. 21

Введем в цифровое окошко 10 - перемещение вверх 10 мм (рис. 22) и нажмем Enter.



Рис. 22

Внутренний восьмиугольник поднимется на 10 мм (рис. 23).



Рис. 23

Используя ту же последовательность операций, поднимем на 7 мм внешний многоугольник. На видеСпереди это выглядит так (рис. 24).



Рис. 24

Перейдем на вид Перспектива (рис. 25).





Проверим включен ли режим Привязка и отметим Конечная (рис. 26).

	Перспектива	Сверху	Спереди	Справа	þ	
🗹 Коне	чная 🗌 Ближай	ішая 🗹 То	очка 🗌 Сер	едина 🗌 Це	нтр 🗌 Перес	ечение 🗌
Рис. 2	6					

Вернемся в закладу Стандартная (рис. 26). Выберем команду Одиночная линия.



Соединим две вершины восьмиугольников на виде Перспектива (рис. 27).



Рис. 31

Если нажать на клавишу Enter, программа вызывает последнюю введенную команду. В нашем случае это команда Одиночная линия. Будем ее вызывать последовательно, пока не начертим каркас модели, соединяя все вершины и точку так, как показано на рис. 32.

В процессе черчения каркаса объект время от времени необходимо поворачивать. Для этого нужно нажать правую кнопку мыши, и, не опуская кнопку, переместить курсор вращения.

На видеСверху объект выглядит так (рис. 33)



Рис. 32

Рис. 33

В дальнейшем нам потребуется операция выделения. Проверьтевышла ли программа из последней команды. Командная строка должна быть пустой (рис. 34).

Команда: _Cance		
Команда:		
Стандартная	РПлоскости /	Настройка вида
Рис. 34		

Если командная строка что-либо содержит, нажмите 2-3 раза клавишу **Esc**.

Для выделения в программе имеется закладка **Выбор объектов**. Однако, самый простой способ выделения объекта – это щелкнуть на нем стрелкой. В **Rhinoceros** выделенный объект показывается желтым цветом.

Если надо выделить несколько объектов, то они выделяются с удерживанием клавиши Shift или рамкой. Рамка образуется нажатием стрелки в двух разных местах Рабочей плоскости. Точки задают диагональ прямоугольника выделения. Рамка бывает обычная и секущая. Обычная рамка задается двумя щелчками слева направо. В этом случае выделяются все объекты целиком, попавшие в рамку. Секущая рамка задается справа налево, В этом случае выделяются все объекты, попавшие в рамку даже частично.

Восьмиугольники в каркасе кристалла являются замкнутыми полилиниями. Для дальнейших преобразований разобьем их на отдельные отрезки. Воспользуемся командой **Разделить** из панели инструментов закладки **Стандартная** (рис. 35).Выделим восьмиугольник на виде сверху (рис. 36).



Нажмем кнопку - Разделить. На виде спереди секущей рамкой выделим все ребра, касающиеся восьмиугольника (рис. 37).



Рис. 37

Нажмем клавишу Enter. Восьмиугольник разобьётся на отдельные отрезки. Разбиение можно проверить, если выделить отдельную сторону восьмиугольника. Если выделяется именно отдельная сторона, то разбиение осуществлено правильно. Иначе – повторить операции.

Аналогично разбивается на отдельные отрезки и большой восьмиугольник.

Теперь можно приступить к созданию оболочки модели. Оболочка получится, если каркас заполнить гранями. Грани будем заполнять командой **Поверхность по 2, 3 или 4 граням** (рис. 38).



Погасим Gumball (рис. 39) для того, чтобы локальная система координат не мешала при построении.

Узел 🗌 Вершина 📃 Проекция 📃 Откл Плоский режим Привязка Трассировка Gumball Запись истории Фильтр Абсолютный допуск: 0.01 Рис. 39

Щелкнем по кнопке и, удерживая клавишу Shift, выберем на виде Перспектива три ребра, образующих замкнутый контур (рис. 40).





Нажмем на клавишу Enter. Внутри ребер появится грань (рис. 41).



Рис. 41

Для того, чтобы грань было лучше видно, раскроем меню Перспектива и выберем режим Визуализация (рис. 42).

Пе	рспектива 🔽
	Максимизировать
•	Каркас
	Тонирование
	Визуализация
	Полупрозрачный
Drra	10

Рис. 42

Грань на изображении показана непрозрачной (рис. 43).



Рис. 43

Таким образом должны быть заполнены все боковые грани модели. Если Вам неудобно строить в режиме Визуализация, можно вернуться в режим Каркас или Тонирование.

Поворот модели, как и раньше, выполняем, удерживая правую клавишу мыши. Если выбирается уже задействованное ребро, то может выпасть окно (рис. 44). Выбираем **Кривая**.



Рис. 44

Верхнюю грань таким способом закрыть не получится, так как контур представляет собой восьмигранник.

На видеСпереди выделим рамкой верхний многоугольник и нажмем кнопку Поверхность по плоским кривым (рис. 45).



Результат применения команды (рис. 46).



Рис. 46

Построение кристалла можно осуществить с помощью операции Loft- по сечениям, установив режим моделирования плоских поверхностей.

Программа Rhinoceros считает замкнутую поверхность твердым телом. Наложим на поверхность твердого тела материалы. Кнопка Включения/Выключения панели материалов находится в закладке Визуализация (рис. 47).



Рис. 47

Панель материалов появится с правой стороны экрана. Если нажать на кнопку , то выпадет меню с разделами библиотеки материалов (рис.48).

Выберем раздел Драгоценный камень. Тип камня Алмаз (рис. 49).

Для присваивания модели материала её надо сначала выделить (рис. 50).

Затем щелкнуть правой клавишей мыши на название материала (рис. 51). В появившимся списке следует выбрать**Назначить объектам** и материал будет присвоен выделенным объектам (рис.52).

В конце процесса моделирования выполняется визуализация – процесс получения высококачественного изображения модели.

Перед визуализацией обычно выполняется ряд действий таких, как внесение изменений в окружающую модель среду, настройка освещения и расстановка камер.





Рис. 50



Рис. 51



Очевидно, что бриллиант на белом фоне выглядит не выигрышно, поэтому внесем изменения в окружающую обстановку. Построим плоскость, над которой будет расположена модель. Она будет имитировать скатерть.

Выберем инструмент создания плоскости по двум точкам (рис. 53).



Уменьшим изображение с помощью колесика мыши и начертим плоскость, дважды щелкнув по диагонали (рис. 54).



Рис. 54

В панели инструментов нажмем на кнопку и добавим новый материал Пользовательский (рис. 55).

В панели пользовательского материала щелкнем мышью в окошке Цвет (рис. 56).



В панели Выбор цвета выберем темно-зеленый цвет и нажмем ОК (рис. 58).



Рис. 58

В окне перспектива выделим плоскость и назначим ей материал (рис. 59).



Теперь необходимо перейти к процессу визуализации. В закладке **Визуализация** запустим команду кнопкой**Визуализировать** (рис. 60)



Рис. 60

Результат визуализации показан на рис. 61.



Рис. 61

В окне визуализатора модель выглядит, скорее, как горный хрусталь, а не как бриллиант. Это связано с тем, что мы использовали встроенный в программу визуализатор не очень высокого качества. Для

улучшения изображения надо установить в **Rhinoceros** дополнительный визуализатор типа **V-ray** или использовать сторонние визуализаторы, например, **KeyShot**.

Работа 02. Rhinoceros.Массив по кривой.

Задание Создать модель бус.

Выберем инструмент Эллипс (рис. 1) и начертим на видеСверху три эллипса (рис.2).



Рис. 1



Выберем инструмент Сфера (рис. 3)



Создадим сферу на одном из эллипсов (рис. 4). Сфера будет моделью бусины.



Рис. 4

Размножим бусины с помощью инструмента Массив вдоль кривой (рис. 5)





ЛКМ на сфере и нажмем Enter. ЛКМ на эллипсе. Выпадет меню Параметров массива (рис. 6)

🚭 Параметры массива вдоль кривой	×
Метод	60
 Расстояние между элементами 	6.912106
Ориентация	
🔾 Без поворота	
 Произвольно 	
○ Поворот вокруг Z	
ОК Отмена	Справка

Рис. 6

Теперь надо правильно отгадать количество элементов. Бусины должны соприкасаться, а не пересекаться, или отстоять друг от друга на некотором расстоянии. Возможно, потребуется вызвать команду Массив вдоль кривой несколько раз. Если вариант количества элементов не подходит, то для отката нажмите Ctrl + z.

Повторите операции и для остальных двух эллипсов. При правильном построении в результате получим геометрическую модель бус (рис. 7).



Подберите материал для бусин (например, янтарь, бирюза, золото – рис. 8)



Рис. 8

Попробуйте другие материалы. Визуализируйте модель и сохраните файл.

Работа 03.Rhinoceros. Логическое моделирование 1

В описании работы будем использовать следующие сокращения:

ЛКМ / ПКМ – щелчок левой / правой клавишей мыши, когда курсор установлен на объекте.

Выбрать инструмент – ЛКМ на значке инструмента.

3D-модели могут быть построены с использованием логических операций, таких как Сложение, Вычитание, Пересечение и Разделение. Операции вызываются из панели инструментов (рис. 1).



Операндами логических операций являются графические примитивы, такие как коробки, цилиндры, сферы, конусы и т.д. (рис. 2).



Логическоесложение объединяет тела, которые редактируются, как одно целое. Если предполагается в дальнейшем вернуться к редактированию отдельных частей, то целесообразнее объекты сгруппировать, а потом разгруппировать (рис. 3).



Сгруппированные объекты перемещаются, вращаются, масштабируются, деформируются, как один объект. Разгруппированные объекты редактируются по отдельности.

Логическое вычитание чаще всего используется для создания отверстий.

Операция **Пересечение** применяется для создания объектов сложной формы.

Используя логические операции, можно построить модели различных объектов, преобладающими формами частей которых являются графические примитивы.

Задание

Используя логические операции, создать модель пуговицы, пришитой к материалу.

В качестве основы для создания модели пуговицы используем геометрическую фигуру цилиндр. На панели инструментов найдем инструмент Цилиндр (рис. 1).



Включим **Привязки к сетке** и создадим цилиндр в точке x=0,y=0 с радиусом 10 мм и высотой 3 мм (рис. 2).



Рис. 2

Из того же центра построим цилиндр радиусом7 мм и высотой 10мм (рис. 3).





На видеСпереди поднимем внутренний цилиндр на 2 мм (рис. 4).





Выберем логическую операцию Вычитание (рис. 5).



Выберем большой цилиндр мышью. Нажмем Enter. Выберем другой цилиндр. Опять нажмем Enter. В результате логического вычитания получим модель, показанную на рис. 6



Рис.6

Выберем в закладке **Операции с телами** команду**Скруглить** (рис. 7).



Щелкнем на фразе Следующий Радиус и введем 1 (рис. 8).



Выделим три ребра (рис. 9) и дважды нажмем Enter.Ребра модели округлятся (рис. 10).



Рис. 9





В точке -2, -2 построим цилиндр радиусом 1 мм и высотой 10 (рис.11).

На виде Спереди опустим построенный цилиндр на пару мм (рис.12).



Рис. 11



Рис. 12

Для того, чтобы создать копии цилиндров воспользуемся инструментом **Массивы** (рис. 13).



Выделим цилиндр и введем число элементов по X - 2, по Y - 2, по Z - 1, интервал: по X - 4, по Y - 4. Получим массив цилиндров (рис. 14).





Выберем логическую операцию Вычитание (рис. 15).



Выделим модель пуговицы и нажмем Enter. Далее выделим 4 цилиндра и также нажмем Enter. В результате получим модель с отверстиями под нитки (рис. 16).





Выберем инструмент Параллелепипед (рис. 17) и на видеСверху начертим произвольное основание (рис. 18) высотой 2 мм. Это будет тканевая основа, к которой прикрепим пуговицу





Рис. 18

На виде**Спереди** начертим четырехугольник так, как показано на рис. 19.

Спереди			
7			
()			(
<u> </u>			
JZ			
x	0	•	

Рис. 19

Углы четырехугольника надо скруглить. Для этого в закладке **Редактирование кривых** выберем инструмент**Скругление** (рис. 20).

Команда: Рис. 20

В командной строке щелкнем на фразе **Радиус** (рис. 21), введём число 0.5 (рис. 22).

I	Выберите первую кривую для построения скругления (Радиус(R)=1 соединить(J)=Hem Обрезать(<u>T</u>)=Да ПродлитьДуги(Е)=Дуга):									
	Стандартная	РПлоскости	Настройка вида	Режим отображения	Выбор объектов	Видовые окна	Видимость	Преобра		
	Рис.	21								

Выберите первую кривую для построения скругления (Радиус(R)=1 Соединить(J)=Нет Обрезать(T)=Да ПродлитьДуги(E)=Дуга): Радиус Радиус скругления <1.000>: 0.5

Рис. 22

Попарно выделим две смежные стороны одного из углов четырехугольника и нажмем **Enter**. Угол скруглится с радиусом дуги 1 мм. Проведем подобные операции и с другими углами четырех угольника. Результат показан на рис. 23.



Рис. 23

Выделим четырехугольник (рис. 24) и выберем инструмент Труба (рис. 25).







В командной строке установим радиус, равный 0.5 мм (рис. 26).

Радиус замкнутой трубы <1.000> (Диаметр(D) ПереходФорм(S)=ПоСередине ПодогнатьНаправляющую(F)=Нет): _Thick=_No Радиус замкнутой трубы <1.000> (Диаметр(<u>D</u>) ПереходФорм(<u>S</u>)=*ПоСередине* ПодогнатьНаправляющую(<u>F</u>)=*Нет*): 0.5

Рис. 26

Конечный радиус тоже должен быть величиной 0.5 мм. В результате получим замкнутую трубу диаметром 1 мм (рис. 27).



Рис. 27

На видеСверху перенесем трубу к нижним отверстиям (рис. 28).



Рис. 28

Вызовем инструментКопировать, расположенный в месте, указанном на рис. 29.



Щелкнем мышью на трубе и перенесем копию, как показано на рис. 30.



Рис. 30

На текущий момент считаем, что модель построена, поэтому можно перейти к ее визуализации. Начнем с выбора материалов. В закладке Визуализация активируем инструментПоказать панель материалов (рис. 31)

юсть	Преобразования	Редакт. кривых	Редакт. поверхностей	Операции с телами	Редакт. сетей	Визуализация
0	• 20	₽ 🖆 🗎 😽				\smile
	Рис. 31					

В панели материалов нажимаем на значок Для того, чтобы создать новый материал (рис. 32).Создадим материал как накладываемое изображение (рис. 33).


В качестве накладываемого изображения можно использовать любой графический файл, Изображение наложим на основание, которое будет имитировать ткань.

Для пуговицы выберем материал **Пластик** темно коричневого цвета, а для ниток – **Окраска** светло-коричневого.

Выделим объект и нажмем правой клавишей на ячейку материала. Выпавшем окне выберемНазначить объектам (рис. 34)



Рис. 34

Примерно модель будет выглядеть следующим образом (рис. 35).



Рис. 35

Теперь остается визуализировать модель.

Пуговицу с нитками можно размножить, используя инструмент массив.

Работа 04.Rhinoceros. Логическое моделирование 2

В описании работы будем использовать следующие сокращения: ЛКМ / ПКМ – щелчок левой / правой клавишей мыши, когда курсор установлен на объекте.

Выбрать инструмент – ЛКМ на значке инструмента.

Задание 1 Выполнить операции, описанные ниже.

В качестве примера рассмотрим последовательность действий для построения модели настольной лампы, показанной на рис. 1.



Рис. 1

Начнем построение модели с абажура. Из центра с координатами (0,0) построим цилиндр радиусом R = 150 мм и высотой h = 170 мм.

Из того же центра (0,0) построим второй цилиндр размером R=148, h> 170 (рис. 2).



Рис. 2

Выполним ЛКМ на наружном цилиндре, Выберем инструмент



Логическое вычитание *Letter*. Далее **ЛКМ** на внутреннем цилиндре и нажмем **Enter**. **Rhinoceros** вычтет один цилиндр из другого. В результате получится полый цилиндр – основа абажура (рис.3).



Рис. 3

Для построения модели крепления абажура к лампе построим обод



Рис. 4 Укажем радиус 2 мм (рис. 5).

Radius for closed pipe <2.000> (Diameter ShapeBlending=Local FitRail=No): 2

Рис. 5

В результате выполненных операций снизу абажура возникнет торовый ободок диаметром 4 мм.

На видеСверху вычертим окружность радиусом 8 мм с центром в начале координат (0, 0).

Начертим четыре отрезка с помощью команды Одиночнаялиния (рис. 6).

Рис. 6

Координаты отрезков (8, 0 – 149, 0), (0, 8 – 0, 149), (-8, 0 - -149, 0), (0, -8 - 0, -149).

Инструмент труба с диаметром 2 мм применим к окружности и четырем отрезкам (рис. 7)





Линии приобретут объем (рис. 8).



Рис. 8

Выделим все нарисованные объекты и объединим их с помощью

инструмента . Теперь инструмент с креплением будет представлять один объединённый объект.

На видеСпереди поднимем абажур на высоту 312 мм (рис.9).



Рис. 9

Основание настольной лампы состоит из трех цилиндров Построим три цилиндра с параметрами, указанными в таблице

Центр (x, y, z)	Диаметр, мм	Высота, мм
0,0	90	156
0, 0, 156	90	104
0, 0, 260	14	85

На видеСпереди основание с абажуром выглядит так (рис. 10).





Для модели патрона используем также цилиндр радиусом 20 мм и высотой 60 мм. Основание цилиндра будет находиться на высоте 345 мм.

У цилиндра, моделирующего патрон, необходимо скруглить нижнее основание (рис. 11).



Рис. 11

В разделе Операции с телами панели инструментов выберем операцию Скругление (рис. 12). Выполним ЛКМ на фразе NextRadius и установим значение 8 мм (рис. 13).

Select edges to fillet (ShowRadius=Yes NextRadius=8 ChainEdges FaceEdges Preview=No PreviousEdgeSelection Edit): Режим отображения У Выбор объектов У Стандартная / РПлоскости / Настройка вида / Видовые окна 🖉 Вид 🖉 🔗 🔗 👘 🕼 🕼 🕼 🖏 🗳 🍏 🆓 🌍 🌍 🍃 (p+ (b+) 6) (b+) 🛱 (p+ 😪 🍰 Рис. 12 Select edges to fillet (ShowRadius=Yes NextRadius=8 Next radius <8>: 8

Рис. 13

Выделим нижнее ребро цилиндра и нажмем Enter. Модель патрона будет выглядеть так (рис. 14).



Рис. 14

На видеСпереди над патроном начертим сферу радиусом 25 мм имитирующую лампу (рис. 15).





Установим точечный источник света над патроном. Для этого перейдем на закладку Визуализация и выберем инструмент Точечныйисточниксвета (рис. 16).





На видеСпереди установим точечный источник над патроном (рис. 17).



Рис. 17

В конце моделирования необходимо подобрать материалы. Для основания лампы выберем **Металл** и **Пластик**. Подберем понравившиеся цвета.

Для лампы и абажура установим тип материала **Custom**. **Прозрачность** лампы (**Transparency**) установим 90%. Для абажура подберем цвет и прозрачность установим равную 15 – 20 %. Визуализируем модель и сохраним полученный файл.

Задание 2.

Создать модель настольной лампы (рис. 18) и визуализировать модель.





Абажур лампы имеет форму усеченного конуса. Выберем инструмент **Усеченный конус** (рис. 19).



Зададим параметры центр **0,0**, радиус нижней окружности **150**. высота **200**. радиус верхней окружности **40**. На виде**Сверху** результат будет таким (рис. 20).



Рис. 20

Выберем инструмент Копирование (рис. 21).

	Front
🗄 Копиров	зать
🖱 Создать	копию объекта по месту
Рис. 21	

Установим режимOrtho.На видеСпереди выделим усеченный конус (ЛКМ на конусе). ЛКМ в любой точке выделенного конуса. В командной строке введем **r0,-4** и нажмем Enter(рис. 22).

```
Point to copy from (Vertical=No InPlace)
Point to copy to: r0,-4
```

Рис. 22

В результате один из конусов переместиться вниз на 4 мм (рис. 23)



Логически вычтем из наружного конуса внутренний и получим фигуру, отдаленно напоминающую колокол (рис. 24).





Для того, чтобы сделать отверстие в верху абажура, на виде сверху построим цилиндр с базовой точной 0,0 , радиусом 38 и высотой, большей, чем 200 (рис. 25).



Рис. 25

Вычтем из конуса цилиндр. Внешние формы абажура приобретут законченный вид (рис. 26).



Рис. 26

Элементы крепления можно сделать так, как в предыдущей модели лампы.

На видеСпереди поднимем абажур на 150 мм (рис. 27).



На закладке **Видимость** выберем операцию**Скрытьобъекты** (рис.28)

Стандартная / РПлоскости /
💡 🖓 🖓 💱 🕅 '
 Скрыть объекты Показать объекты
Рис 28

В результате операции модель абажура будет временно скрыта и не будет случайно изменена при дальнейших построениях.

Основание лампы можно сделать из сферы, слегка растянув ее вертикально.

Построим сферу с центром 0,0 и радиусом 75. Построим 2 куба и разместим их так, как показано на рис. 29.



Рис. 29

Вычтем из сферы два куба (рис. 30).Растянем сферу по вертикали. Для этого выберем инструмент **Масштаб 1D** (рис. 31)



Рис. 30Рис. 31

Выделим усеченную сферу и нажмем на Enter. ЛКМ на видеСпереди. Перенесем курсор Вертикально вверх и ЛКМ. Не отпуская клавишу мыши, переместим курсор немного вверх и нажмем Enter. Сфера растянется по вертикали (рис. 32) и превратится в усеченный эллипсоид.



Рис. 32

Выберем инструмент **Прямоугольная плоскость угол, угол** и начертим плоскость на виде**Сверху** (рис. 33).



Рис. 33

На виде спереди перенесем плоскость почти к самому верху эллипсоид (рис. 34)





Вызовем инструмент Пересечение объектов (рис. 34).



Выделим сфероид и плоскость и нажмем Enter. В результате получим линию пересечения – окружность (рис. 35).



Рис. 35

Выделим плоскость и нажмем **Delete**(рис. 36).Плоскость будет удалена.





Воспользуемся инструментом Труба (рис. 37).



ЛКМ на окружности и дважды введем радиус трубы 1 мм (рис. 38).



Логически вычтем из сфероида трубу и получим кольцевую канавку (рис. 39).



Вырежем с постоянным шагом остальные канавки на Сфероиде (рис. 40).





Построим модели патрона и лампочки. В закладке Видимость

ЛКМ на команде**Показать** объекты **Г**. Установим в лампочку точечный источник света. Установим абажур так, как он показан на фотографии (рис. 18).

Геометрическая модель настольной лампы показана на рис. 41.





Подберем материалы и цвета для составляющих частей модели и проведем визуализацию. Сохраним файл визуализации.

Работа 05.Rhinoceros. Процедурное моделирование. Выдавливание

Операция **Выдавливание** обычно служит для создания 3Dмоделей, имеющих основания сложного геометрического контура.

Задание 1

Создать 3D модель эмблемы «Инь-Ян».

Плоская модель символа показана на рис. 1.

Рис. 1

Построим 3D-модель, используя Rhinoceros.



Начало, Угол. Включим привязки к точке (рис. 4).

End Near Point Mid Cen Int Perp Tan Quad Knot Vertex Project	🗌 Disable
Рис.4	

Построим дугу, используя верхние три точки (рис. 5).



Последовательность выбора точек

Аналогично построим вторую дугу (рис. 6)





Третью дугу построим, используя центральную точку и две крайние (рис. 7).

Выделим три дуги и объединим их с помощью инструмента Соединить.





Начертим окружность радиусом 2 мм с центром во второй сверху точке (рис. 8).





Выберем операцию Выделить замкнутую плоскую фигуру.



Выделим все кривые, нажав на клавиши Ctrl + A и затемEnter. Укажем величину выдавливания 3 мм (Рис. 10).



Рис. 11

Из центра 0,5 построим цилиндр радиусом основания 2 и высотой 3 мм (рис. 12).



Рис. 12

В закладке **Выбор объектовЛКМ** на команде **Выбор точек** (рис. 12) и нажмем на клавишу **Delete**.



В результате все точки будут уничтожены. Вернемся в закладку Стандартные.

Выделим оба объекта Ctrl + A и ЛКМ на инструменте Группировать объекты (рис. 13).



Рис. 13.

Для создания модели необходимо один раз зеркально клонировать объекты и один раз зеркально повернуть.

Выполним ЛКМ на группе. В результате группа выделится.Вызовем инструмент Зеркало (рис. 14).



В командной строке проверим **3DPoint_Copy = yes** (рис. 15).

Start of mirror plane (3Point Copy=Yes Axis YAxis):
--	----

Зададим ось зеркала, дважды ЛКМ в двух местах по оси Y (рис. 16) и получим зеркальную копиюгруппы.



Рис. 16

Вызовем повторно команду **зеркало** и в командной строке **ЛКМ** на **3D Point_Copy**для того, чтобы изменить параметр на **NO** (рис. 17)

```
Start of mirror plane ( 3Point Copy=Yes XAxis YAxis ): Copy=No
Start of mirror plane ( 3Point Copy No XAxis YAxis ):
```

Рис. 17

В качестве оси зеркала выберем горизонтальную ось X (рис.18). Результат – на рис. 19.



Рис. 18Рис. 19



Выделим модель (Ctrl + A) и разгруппируем 🖳

С помощью команды Показать/Скрыть панель материалов создадим белый и черный цвета и присвоим их соответствующим частям модели (рис. 20).





Проведем визуализацию модели и сохраним файл с изображения.

Задание 2 Создать модель листа дерева.

Найдем в интернете изображение листа и сохраним файл с изображением на рабочем столе.

В RhinocerosЛКМ на инструментеДобавить плоскость с изображением закладки Видовые окна (рис. 22)



Найдем сохраненный файл и выберем его (рис. 23).



Рис. 23

Дважды выполним **ЛКМ** на рабочем поле для того, чтобы задать размер вставляемого рисунка (рис. 24)



60

Установим привязки типа End (рис. 25).

 End Near Point Mid Cen Int Perp Tan Quad Knot Vertex Project Disable Рис. 25

Применим инструмент Кривая интерполяция по точкам (рис. 26).



С помощью двух кривых обведём листовую пластину (рис. 27).





Привязка типа End позволит сделать контур из двух линий замкнутым.

Объединим две кривые с помощью инструментаСоединить Вычертим кривую вдоль черешка листа (рис. 28).



Рис. 28

Установим привязку Near (рис. 29) и вычертим жилки листа (рис. 30).





Для создания модели черешка возьмем инструмент **Труба** по кривой (рис. 31).



Если рисунок не большой (35 – 40 мм), зададим начальный радиус 0.2, а конечный 0.1.Больший размер рисунка потребует пропорционального увеличения радиусов. Модель черешка показана на рис. 32.



Рис. 32

Если при построении вам мешает изображение листа, его можно

выключить командойСкрыть объекты Закладки Видимость. Включить обратно скрытые объекты можно командойПоказать

объекты

Нарисуем модели жилок с помощью инструмента Труба с теми же параметрами.

Выделим контур и применим к нему инструмент**Выдавитьзамкнутую плоскую кривую** (рис. 33).



В командной строке установим **BothSides=Yes** (рис. 42 – выдавливание в обе стороны) и введем величину 0.15.

Extrusion distance <0.15> (Direction BothSides=Yes Solid=Yes DeleteInput=No ToBoundary SplitAtTangents=No SetBasePoint): Рис. 42

Для пластины, черешка, жилок подберем цвета и выполним визуализацию. Сохраним изображение в файле.

Работа 06.Rhinoceros. Процедурное моделирование. Вращение

Как ясно из названия, данный метод моделирования предназначен для создания тел вращения. Инструмент **Поверхность вращения**находится в разделе панели инструментов **Поверхности** (рис. 1).



Создание поверхностей вращения требует наличие образующей линии и оси. Ось, как линия, может не существовать, достаточно в процессе построения указать две точки, лежащие на мнимой оси.

Будем чертить линию с помощью инструмента Полилиния(рис. 2).



В процессе черчения возникает необходимость перехода от режима рисовании линии к рисованию дуги и наоборот. Тип режима регулируется режимом **Mode** (рис. 3). Если **ЛКМ** на литерале **Mode**, то режим поменяется с рисования линии на рисования дуги (рис. 4).

Next point of polyline (<u>PersistentClose=No Mode=Line</u> <u>H</u>elpers=No <u>U</u>ndo): Рис. 3

Next point of polyline (<u>PersistentClose=No Mode=Arc H</u>elpers=No <u>D</u>irection <u>C</u>enter <u>U</u>ndo): Рис. 4

Задание 1 Создать модель флакона, имеющего форму объекта вращения.

С помощью полилинии начертим на видеСпереди два контура, подобных показанному на рис. 5.



Рис. 5

Установим привязку End.Выберем инструмент Поверхность вращения (рис. 1). Выберем наружный контур и нажмемEnter. Для обозначения оси вращения ЛКМ на концах кривой контура. Начальный угол по умолчанию - 0 градусов подтвердим клавишейEnter. Аналогично конечный угол 360 градусов. В результате получится первая поверхность вращения.

Точно также создадим форму из внутреннего контура (рис.6,7).

Замкнутая поверхность в **Rhinoceros** считаются твердым телом. Для того, чтобы внутри флакона была пустота вычтем из внешнего тела внутреннее.



Воспользуемся инструментом Логическое вычитание и отнимем из наружной формы внутреннюю форму. Модель будет иметь внутреннюю полость для заполнения.

Операцию **Поверхность вращения**используем для создания модели распылителя.

Создадим сложный контур распылителя, состоявшего из двух ломаных кривых (рис. 8). Выполним вращение каждого контура (рис. 9).



Рис. 6



Рис. 8



Рис. 7



Рис. 9

Используем два маленьких цилиндра для построения сопла распылителя (рис. 10).



Рис. 10

С помощью инструмента **Кривая** и **Труба** создадим модель подающий трубочки (рис. 11).

Используя операцию вращения, создадим крышку флакона (рис. 12).



Рис. 11

Рис. 12

Последним построением сделаем модель жидкости, заполняющий флакон.

Ломаная линия, создающая объем жидкости, должна слегка заходить в тело флакона для того, чтобы избежать лишнего двойного преломления лучей при визуализации (рис. 13). Выполним вращение (рис. 14).





Рис. 13

Рис. 14

Визуализированная модель показана на рис. 15.





Задание 2 Постройте модель фужера.

Работа 07.Rhinoceros. Процедурное моделирование. Лофт

С помощью функции **Лофт** (по сечениям) можно создать модели достаточно сложной формы. Алгоритм построения с помощью Лофта следующий:

1.На рабочей плоскости строятся замкнутые контуры, соответствующие сечениям будущей модели. Каждый шаг построения заканчивается нажатием на клавишу Enter.

2.Сечения поднимаются на необходимую высоту и поворачивают в пространстве, так чтобы образовать каркас будущей модели.

3.Выбирается инструмент **Лофт** и последовательно выделяются сечения.

4.В случае необходимости меняется направления векторов контура сечений. Если векторы будут направлены в разные стороны, поверхность модели будет закручена. Enter- для завершения построения.

Задание 1. Построить модель, используя Лофт

Использовав инструменты **Прямоугольник** (рис. 1), **Скругление** и **Подобие** закладки **Редак. кривых**(рис. 2) начертим два контура (рис. 3)







69

Установим режим **Орто**. На виде**Спереди** выделим наружную кривую, сделаем ее копию и поднимем вверх на 10 мм. Сделаем еще две копии и поднимем одну на высоту 100 мм, а другую 110 мм.

Внутренний контур поднимем на 12мм. Сделаем копию и поднимем на высоту 98 мм. Результат на рис. 4.



Рис. 4







Поднимем окружность на высоту 125 мм. Выберем инструмент (рис. 6) **По сечениям** (Лофт)



Выделим два нижних контура и выпавшем окне нажмем ОК. Результат на рис. 7.



Рис. 7

Повторим действия, попарно выбирая контуры. Лофтовая модель показана на рис. 8.



Рис. 8

Построим цилиндр радиусом 10мм высотой 23 мм. Перенесем цилиндр наверх модели (рис. 9).



Выделим все поверхности (Рис. 10) и объединим с помощью инструментаСоединить (рис. 11).





Выделим объединённую поверхность и в закладке Операции с телами выберем инструментЗакрыть плоские поверхности (рис. 12).


В результате операции лофтовая поверхность превратится в твердое тело.

На виде сверху инструментом Плоскость (рис. 14) нарисуем плоский прямоугольник (рис. 15).



Рис. 14



Рис. 15

Поднимем прямоугольник строго вертикально на высоту 20 мм (рис. 16).



Рис16

Выберем инструмент Прямоугольный массив (рис. !7)



Зададим массив спараметрами:

По оси $\mathbf{X} - 1$ По оси $\mathbf{Y} - 1$ По оси $\mathbf{Z} - 8$ Расстояние по оси $\mathbf{Z} - 10$ мм.

В результате получим массив плоскостейпо вертикальной оси (рис. 18).





Используем инструмент Пересечения объектов (рис. 19), выделим лофтовую фигуру и все плоскости и нажмем Enter. Получим линии пересечения плоскостей с поверхностью (рис. 20)











Выделим все линии пересечения (рис.22).



Рис. 22

Воспользуемся инструментом Труба по кривой (рис. 23). Зададим диаметры в начале и вконце трубы равными 5 мм.



На боковой поверхности появятся округлые ребра (рис. 24). Их можно объединить с лофтовым телом, а можно не объединять, в зависимости, как вы будите накладывать цвета - одинаковые или разные.

attp	
an.	ath
A16	an.
Safe.	1000
diff.	(fill)
an	.00.
an	

Рис. 24

Подберите материалы и наложите на отдельные части флакона. Проведите визуализацию модели. На рис. 25 пример визуализации модели.



Рис. 25

Задание 2

Попробуйте создать окружение, установить локальные источники света в различных местах и добейтесь наиболее эффективного вида для визуализированной картинки.

Работа 08.Rhinoceros. Создание тел из поверхностей

В Rhinoceros тела – это замкнутые поверхности. Воспользуемся кривыми поверхностями для получения тела сложной геометрической конфигурации.

Задание 1. Построить модель сумочки (рис. 1).





Добавим изображение в **Rhinoceros** в произвольном масштабе на вид**Спереди – Front** (рис. 2 и 3).



Рис. 2





На виде спереди начертим прямоугольник (рис. 4).



Рис. 4

Снизу круглим углы (рис. 5 и 6).



Рис. 5



Рис. 6

Выделим построенный контур и с помощью инструмента**Выдавить по прямой** (рис. 7) выдавим кривую на некоторое расстояние. В процессе выдавливания в командной строке укажем выдавливание в обе стороны (рис. 8).



Extrusion distance <34.039> (<u>Direction BothSides=Yes</u> Solid=Yes DeleteInput=No <u>T</u>oBoundary SplitAtTangents=No SetB<u>a</u>sePoint): Рис. 8

Результат выдавливания на рис. 9.











Выдавим контур на некоторое расстояние в одну сторону (рис. 8)





Создадим из двух поверхностей тело. Вызовем командуСоздать тело в закладке Операция с телами (рис. 9).



Выделим все Ctrl + A и нажмем Enter. Программа сгенерирует твердое тело (рис. 10).



Рис. 10

Удалим боковой контур. Установим привязку End(рис.11).

✓ End Near Point Mid Cen Int Perp Tan Quad Рис. 11

Нарисуем отрезок на боковой поверхности тела (рис. 12).





В верхней части тела надо нарисовать дугу. Для этого перенесем Рабочую плоскость и прикрепим ее к верхней плоскости тела.

Возьмем инструментОпределить уровень РПлоскостизакладки РПлоскости(рис. 13).



Прикрепим Рабочую плоскость к верхней плоскости тела (рис. 14 и 15).





Рис. 14

Рис. 15

На видеСверху нарисуем дугу (рис. 16 и 17).



Рис. 16



Выберем инструмент Лофт (рис. 18). Выделим отрезок и дугу и нажмем Enter. Программа построит лофтовую поверхность (рис. 18).





Отзеркалим лофтовую поверхность (рис. 19).





На виде Справа нарисуем контур клапана (рис. 20).



Рис. 20

Выберем команду**Выдавить замкнутую плоскую кривую** (рис. 21).



Выдавим на расстояние, большее чем длина модели (рис.22).





На видеСпереди построим параллелепипед с шириной, равной клапану сумки (рис. 23 и 24).



С помощью инструмента Фаска обрежем нижние грани параллелепипеда (рис. 25).





Воспользуемся инструментом Логическое пересечение (рис. 26).



Выберем последние два элемента (рис. 26) и нажмем на Enter.





Рис. 28

Создайте остальные элементы сумки, такие, например, как показанные на рис. 29.





Соберите модель. Выполните визуализацию.

Работа 09. Rhinoceros. Текст на поверхности.



Текст в Rhinoceros создается с помощью инструмента

Задание 1. Нанести 3D текст на поверхность (рис. 1).

На виде сверху создадим две окружности радиусами 20 и 35 мм (рис. 1).





Поднимем большую окружность на высоту 100 мм (рис. 2).



Рис. 2

С помощью инструмента операции По сечениям (рис. 3) соединим окружности (рис. 4)





Рис. 4

Инструментом **Поверхность по плоским кривым** (рис. 5) сделаем у стаканчика дно.



Вызовем инструмент **Текст**, отметим на **Рабочей плоскости** точку вставки, установим параметры текста согласно рис.6 и введем текст, например, **Coffee** на рабочую плоскость.

Текстовый объект					
Высота	10.000 🗲 мм				
Шрифт	Arial ~ A a Abc A-a				
F Ŧ	₹ <mark>≡</mark> ≡≘				
в /	12 ° ч Поворот: 45.00 🗲				
Coffe	e				
Создать геометрию Кривые Поверхности Пела Толщина 1.000000 Группировать Разрешить гравировальные шрифты Нижний регистр как уменьшенный верхнь 80 Ф Хобавить интервал 0.000000 Использовать центр текста для позициони					
	ОК Отмена Справка				

Рис. 6

Нарисуем вокруг текста небольшую плоскость (рис. 7)



Рис. 7

Вычертим контуры кофейного зерна и сделаем 11 копии с помощью инструмента *Копировать* (рис. 8).



Рис. 8

Выдавим контуры зерен на 1 мм вверх (рис. 9)



Рис. 9

Основным инструментом переноса текста на поверхность является **Трансформировать по поверхности** (рис. 10).



Рис. 10

После выбора инструмента аккуратно выделим текст, зерна (плоскость не выделять!) и нажмем Enter (рис. 11).



Отметим с помощью мыши ребро плоскости приблизительно в точке 1 (рис. 12) и ребро стаканчика в точке 2.





В результате надпись и модели зерен перенесутся на поверхность стаканчика (рис. 13).



Правильно выбирайте точки 1 и 2, чтобы не получить перевернутую надпись. Иногда потребуется перебрать несколько вариантов. Откат – Ctrl +Z.

Нанесите на модель материалы (рис. 14) и выполните визуализацию.





Сохраните полученный файл.

Задание 2 Нанести надпись на сферу.

Создадим сферу (рис. 15) радиусом 70 мм





На виде**Спереди** построим плоскость, пересекающую центр и поверхность сферы (рис. 16).



Определим линию пересечения плоскости и сферы с помощью инструмента Пересечение объектов (рис. 17).



Линия пересечения главный меридиан сферы (рис. 18). Удалим дополнительную плоскость (рис. 10).







Рис. 19

Воспользуемся инструментом **Текстовый объект** (рис. 20). Текстовый объект Рис. 20 На виде Сперединаберем текст WorldSkills высотой букв 10 мм и толщиной 1 мм (рис. 21).





Инструментом **Прямоугольная плоскость** (рис. 22) на виде**Спереди**нарисуем прямоугольный фрагмент плоскости вокруг надписи (рис. 23).





Рис. 23

Для нанесения текста на поверхность применяется инструмент**Трансформировать по поверхности** (рис. 24).



Нажмем на инструмент**Трансформировать по поверхности** и аккуратно мышью выделим буквы не выделяя плоскости (рис. 25).





Вид спереди Рис. 25

Изометрия

Не нажимая ни на какие клавиши, находясь в процессе выполнения команды **Трансформировать по поверхности**, нажмем левую клавишу мыши в местах, показанных на рис. 26. Главное в первой точке надо попасть на нижнее ребро плоскости, а во втором на окружность (главный меридиан).



Рис. 26

На виде Изометрия повернем сферу так, чтобы надпись была видна полностью (рис. 27).



Рис. 27

Осталось подобрать материалы и выполнить визуализацию (рис.28)





Сохранить файлы визуализации и модели.

Работа 10. Rhinoceros. Поверхности и оболочки

Для создания поверхностей в **Rhinoceros** имеются несколько инструментов. Рассмотрим некоторые из них. Инструмент **Сдвиг по 1** направляющей находится в разделе **Поверхности** (рис. 1).



Пусть у нас имеется некоторый контур и кривая, означающая путь (рис. 2).



Рис. 2

Нажмем Левой клавишей мыши на значок инструмента Сдвиг по 1 направляющей, а потом последовательно на кривую и контур. Дважды нажмем на клавишу Enter. В выпавшем окне (рис. 3) можно внести некоторые параметры формирования поверхности.

Sweep 1 Rail Options		×
Frame Style		
 Freeform Roadlike 		
Set axis		
O Align with surface		
Sweep options Closed sweep Global shape blending Untrimmed miters		
Curve options		
Align cross sections		
Do not change cross sections Rebuild cross sections with Refit cross sections within	5 cont 0.01 milli	rol points meters
ОК	Cancel	Help

Рис. 3

Контур, перемещаясь по кривой, создает сложную поверхность (рис. 4).



Рис. 4

Похожим на предыдущий является инструмент Сдвиг по 2 направляющим (рис. 5)



Для построения поверхности необходимы три кривые: две направляющие и одна образующая (рис. 6).





Последовательность выбора: направляющие (rail), a затем образующая (рис. 7).



Рис. 7

В выпадающем окне можно скорректировать образующую:

Sweep 2 Rail Options		×
Curve options		
Do not change cross sections		
 Rebuild cross sections with 	5	control points
Refit cross sections within	0.01	
	5101	
Preserve first cross section		
Maintain height		
Refit rails		
Edge continuity		
A B		
Position 💿 💿		
Tangency O		
Curvature 🔿 🔿		
Closed sweep		
Add Slash OK	Cancel	Help
Рис. 7		

Результатнарис. 8.



Рис. 8

Рассмотрим еще один вариант построения поверхности по двум направляющим. На рис. 9 показаны две окружности и две кривые.





После выбора инструмента, направляющих и образующих, в выпавшем окне необходимо отметить флажком **Closedsweep** (рис. 10).

Sweep 2 Rail Options		×
Curve options		
Do not change cross sections		
O Rebuild cross sections with	5	control points
○ Refit cross sections within	0.01	
 Preserve first cross section Preserve last cross section Maintain height 		
Refit rails		
Edge continuity		
A B Position Tangency Curvature		
	Cancel	Halp
	Cancel	neip

Рис. 10

Полученная поверхность показана на рис. 11





Инструмент Построение поверхности по 2, 3 и 4 кривым(рис. 12) часто используется при построении криволинейных поверхностей.



На рис. 13 показан замкнутый пространственный контур, состоящий из четырех линий.



Рис. 13

Выбрав все линии и нажав Enter, создадим криволинейную поверхность (рис. 14).





Для создания поверхности инструментом **Выдавить вдоль кривой** (рис. 15) нужны две кривые (рис. 16), образующей (1) и направляющей (2).





Рис. 16

Линия 1, двигаясь по линии 2, образует поверхность (17).





Вдоль кривой можно выдавить двойной контур для создания оболочки (рис. 18)



Рис. 18

Оболочка показана на рис. 19.



Рис. 19

Редактирование объектов.

Инструмент Скручивание позволяет создать интересные, с точки дизайна, зрения объекты. Инструментнаходится В разделеТрансформировать (рис. 20).



Даже простой параллелепипед (рис. 21) при скручивании приобретает неординарную форму (рис. 22). Для выполнения операции необходима дополнительная линия – ось.







Рис. 22





Изгиб покажем на примере параллелепипеда. Выделим объект и отметим две точки, обозначая область изгиба (рис. 24).





Перенесем точку 3 в сторону изгиба (рис. 25).



Рис. 25

Изгиб параллелепипеда показан на рис. 26.



Рис. 26

Результат применения инструмента Сужение (рис. 27) покажем на примере деформации цилиндра (рис. 28).







Рис. 28
На видеСпереди (рис. 29) двумя щелчками обозначим ось (линия 1-2), отметим в стороне от оси точку 3 и переместим ее в сторону оси.



Рис. 29

Цилиндр приобретет вид (рис. 30).





Если точку 3 переместить от оси, цилиндр преобразуется в фигуру, показанную на рис. 31



Рис. 31

Востребованными инструментами при построении моделей являются инструменты масштаба (рис. 32).



Действие инструмента **Одномерный масштаб** рассмотрим на примере деформации окружности. После выбора инструмента на чертеже необходимо отметить 2 точки, обозначив направление изменения масштаба (рис. 33).Изменениеокружностипроисходитприперемещенииточки 3.



Рис. 33

Объект можно не только растянуть вдоль линии 1-2, но и сжать, если точка 3 будет расположена между первой и второй (рис. 34).



Рис. 34

Масштаб для изменения объекта можно указать и в командной строке (рис 35).

Base point. Press Enter for automatic. (Copy=No Rigid=No) Scale factor or first reference point <1.000> (Copy=No Rigid=No): Рис. 35

Масштабирование 2D возможно как с одинаковым масштабом по осям, так и по разным. При равном масштабе, его величина определяется отношением отрезков 1-3 и 1-2 (рис. 36).



Рис. 36

Использование 3D-масштаба показано на примере пирамиды (рис.37).



Рис. 38

Создание оболочек.

Оболочка, в отличии от поверхности, имеет некоторую толщину. Нарисуем произвольный замкнутый контур (рис. 39).



Рис. 39

Воспользуемся инструментомВыдавить замкнутую плоскую кривую(рис. 40).



Выдавим контур на некоторую высоту (рис. 41)





Создадим внутри модели объект, используя Поверхность подобия(Рис. 42)



Рис. 42

Донный инструмент создает подобие исходной формы. После выбора инструмента и объекта, на объекте появятся стрелки, означающие направление нормалей поверхностей (рис. 43).



Рис. 43

Так как мы будем строить новый объект внутри исходного, то нам надо изменить направление нормалей вовнутрь. Это можно сделать в командной строке, щелкнув мышью на FlipAll (рис. 44).

```
Select object to flip direction. Press Enter when done (<u>D</u>istance=3 <u>C</u>orner=Round <u>S</u>olid=Yes <u>T</u>olerance=0.001(FlipAll):)
Pric. 44
```

В результате нормали поменяют свое направление (рис. 45).



Рис. 45

Для создания оболочки необходимо указать ее толщину, например, 3 мм.

В режиме **Каркас** можно будет увидеть внутренний объект. На рис. 46 показан вид**Спереди**.

Внутренний и внешний объекты являются закрытыми, поэтому считаются твердыми телами.



Воспользуемся инструментом растянуть (рис. 47), увеличим внутренний объект в вертикальном направлении (рис. 48).



Рис. 47



Рис. 48

Внутренний объект будет выше внешнего (рис. 49)



Рис. 49

Инструментом Логическое вычитание (рис. 50), вычтем из наружного объекта внутренний.

Для этого выберем инструмент, затем выберем наружный объект и нажмем Enter. Выберемвнутреннийобъект и такженажмемEnter.



В результате выполненных действий получим оболочку (рис. 51)



Рис. 51

С помощью инструмента изгиб (рис. 52) оболочку, как и любой другой объект, можно изогнуть (рис. 53).



Рис. 52



Рис. 53

Изометрия оболочки показана на рис. 54.



Рис. 54

Оболочку можно закрыть, применив инструмент Поверхность по плоским кривым (рис. 55).



После выбора инструмента выделим внутреннее ребро оболочки (рис. 56) и нажмем Enter.



Рис. 56

Верхняя часть оболочки закроется (рис. 57).



Рис. 57

Отсечение части объекта.

Иногда требуется обрезать объект, сделав криволинейную границу. Воспользуемся инструментом Обрезать по кривой (рис. 58).



Пусть у нас имеется эллиптический цилиндр и кривая, обозначающая бедующую границу тела (рис. 59).



Выберем инструмент щелчком мыши, укажем кривую и объект, который надо обрезать. В командной строке выделим BothSides=Yes (рис. 60) и нажмем Enter.

Рис. 60

Программа выделит нижнюю часть для удаления (рис. 61).



Рис. 61

Если нам необходимо удалить верхнюю часть, то в командной строке выделим Invert=Yes (рис. 62).

Part to cut away. Press Enter to accept <pre>Onvert=Yes</pre> KeepAll=No):	
Рис. 62	

Выделенная часть изменится (рис. 63). Нажмем на Enter и получим криволинейную границу(рис. 64).



Рис. 63



Рис. 64

Задание 1.

Используя любые инструменты, описанные выше, сделайте модель женской шляпки.

Работа 11.Rhinoceros. Развертки

Задание 1

Сделать развёртку твёрдого тела.

На видеСверху начертим два пятиугольника и точку с координатами 0, 0 (рис. 1).



Рис. 1

Поднимем наружный пятиугольник и точку на высоту, как показано на рис. 2.



Рис. 2

Вызовем инструмент Поверхность По Сечениям (рис. 3).



Выделим последовательно меньший пятиугольник, больший пятиугольник, точка. Дважды нажмём на Enter. В выпавшем окне (рис. 4) оставим параметры по умолчанию.

🖉 Поверхность по сече	жиниям Х	
Стиль		
Нормальный	~	
<u>З</u> амкнутая поверхность		
Согласовать касательные в <u>н</u> ачале		
Согласовать касательные в <u>к</u> онце		
<u>Р</u> азделить по линиям перехода		
Параметры кривых поперечных сечений		
<u>В</u> доль кривых		
○ Перестроить по	10 контр. точкам	
Подогнать до	0.001 миллиметрь	
ОК	Отмена <u>С</u> правка	

Рис. 4

Получим криволинейную ребристую поверхность (рис. 5).



Рис. 5

Повернём поверхность так, чтобы было видно отверстие основания (рис. 6).



Рис. 6

Воспользуемся инструментом Поверхность по плоским кривым (рис. 7).



Рис. 7

Выделим ломанную кривую основания (рис. 8) и нажмёмEnter.



Рис. 8

В результате получим замкнутую поверхность (рис. 9).



Рис. 9

Замкнутую поверхность необходимо преобразовать в твёрдое тело. Выберем инструментСоздать тело (рис. 10).



Рис. 10

Выделим поверхность и нажмём Enter. Для получения развёртки твёрдого тела выделим инструментРаскатать (рис. 11).



Рис. 11

Выделим тело и дважды нажмем Enter. Развёртка расположится на рабочей плоскости (рис. 12)





Аналогичным образом можно получить развёртки других твёрдых тел.

Сохраните файл Rhinoceros.

Учебная литература

Иванов Валентин Валентинович Фирсов Андрей Валентинович Новиков Александр Николаевич Городенцева Любовь Михайловна

3D- моделирование изделий в RHINOCEROS

Учебное пособие

Усл.печ.л.___Тираж<u>30 экз.</u> Заказ №_____

Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина 115035, Москва, ул. Садовническая, 33, стр.1 тел./ факс: (495) 955-35-88 e-mail: riomgudt@mail.ru

Отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина