

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Маргарит Шаралович

Должность: Ректор

Дата подписания: 13.10.2023 13:05:05

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f91a4504cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

Кафедра «Информационные технологии»

**Д.А. Вахаева**

**Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Технологии разработки виртуальных лабораторий»**

**Направление подготовки**

09.04.02 Информационные системы и технологии

**Направленность (профиль)**

«Информационные системы и технологии»

**Квалификация**

Магистр

Грозный 20

## Лабораторная работа № 1

### СРЕДА 3DS MAX

Цель работы: научиться настраивать рабочую среду 3ds MAX и изменять основные настройки сцен.

#### Общие сведения

Программа обладает огромным количеством параметров, которые можно настроить на свой вкус и которые дают безграничный простор для реализации любых идей пользователя, занявшегося трехмерной графикой и анимацией. В отличие от программ 2D графики, в 3ds Max оперирует трехмерными объектами, которые обладают такими характеристиками, как ширина, длина и высота. Поэтому для их достоверного отображения необходимо использовать три различных вида. 3ds Max по умолчанию использует вид сверху (Top), слева (Left) и спереди (Front). Также имеется еще одна проекция – перспектива (Perspective), которая используется для контроля за сценами. Отображения в окнах проекции можно свободно переключать, а также увеличивать и уменьшать до исходного размера.

Для виртуального трехмерного пространства ось Z соответствует понятию высоты, ось X ширины, ось Y глубины сцены. Поэтому в разных окнах проекции расположение этих осей выглядит по-разному. Каждый объект в 3ds Max имеет собственную (локальную) систему координат. При перемещении или повороте объекта она перемещается вместе с ним относительно основной координатной системы. Численные параметры перемещения объекта по различным осям можно увидеть в нижней части окна программы.

Настройка интерфейса 3ds Max. В верхней части окна расположены функциональные кнопки сохранения сцен и управления проектами. Строка меню позволяет управлять основными элементами сцены и создавать специальные эффекты. Под строкой меню располагается панель инструментов, управляющая видом окна и положением объектов. Например, можно убрать панель Ribbon в верхней части экрана. Она включается и выключается кнопкой с лампочкой на стандартной панели (рис. 1).

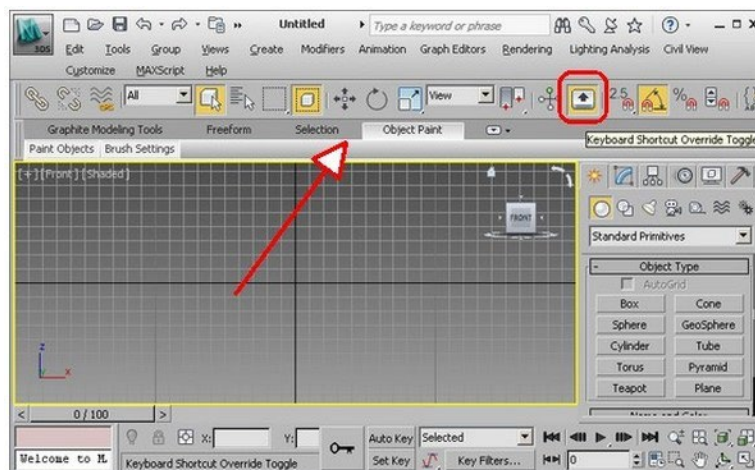


Рисунок 1 – Изменение вида окна.

В правой части окна располагается командное меню, позволяющее создавать основные объекты, управлять их размерами, изменять настройки освещения и т. д. Под основными видами проекций располагаются кнопки контроля анимации, трансформации, шкалы масштаба и координатной сетки, а также команды навигации и настройки вида.

Установка системных единиц. По умолчанию в 3ds Max в качестве системных единиц установлены дюймы. Изменить единицы измерения можно в меню Customize ▾ System Units Setup. Например, в окне настроек можно выбрать единицы измерения миллиметры. Для этого выбирается кнопка «System Units Setup», в выпадающем списке выбирается «millimeters», нажимается ОК, в основном окне оставляется переключатель «Generic Units», ОК (рис. 2).

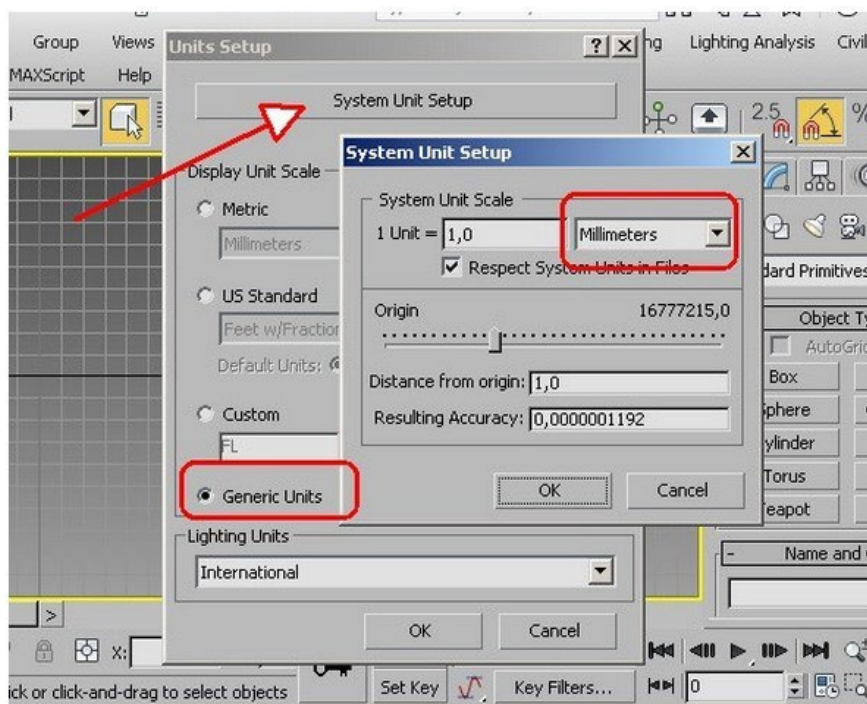


Рисунок 2 – Изменение единиц измерения

Основные настройки программы. Располагаются в меню **Customize** □ **Preferences**. В открывшемся окне выбираем вкладку **General** – здесь можно увеличить число отмен действий до 100 (**Scene undo**). Чтобы не переключать режим выделения вручную, когда надо сменить **Window** (выделяются только те объекты, которые полностью попали в область выделения) на **Crossing** (выделяются все объекты, которые пересекает рамка выделения) или наоборот отмечаем опцию **Auto Window / Crossing by direction**. По умолчанию уже отмечено, что когда выделение рисуется слева направо, действует режим **Window**, а справа налево — **Crossing**. В этих же настройках можно изменить интервалы автосохранения, переназначить горячие клавиши, указать режимы отображения.

### Практическая часть

1. Определите путь для сохранения проекта. Для этого в верхнем левом углу необходимо выбрать кнопку проекта (следующая после повторить) и назначить папку. По умолчанию все проекты будут сохраняться в папку **Мои документы** □ **3ds Max**, однако это неудобно при наличии большого числа проектов. Поэтому предварительно создайте свою папку на **D-диске** и укажите путь к ней.

2. Попробуйте изменить цветовую схему программы, настройки окон отображения проектов. Замените виды, их порядок.

3. Измените единицы измерения программы.

4. Пользуясь командным меню создайте несколько стандартных объектов – сферу, куб, цилиндр. Измените их размеры.

5. Научитесь управлять видом объектов с помощью команд навигации – перемещение (рука), арочное вращение, приближение, фокусировок на объектах.

6. Попробуйте изменить положение простейших объектов. Для этого необходимо воспользоваться кнопками на панели инструментов – масштаб, вращение, перемещение. Или горячими клавишами *w* (перемещение), *e* (вращение) и *r* (масштаб).

7. В основных настройках видов проекций измените режимы отображения. Выберите наиболее удобный для Вас.

### Контрольные вопросы

1. Каковы основные компоненты окна программы 3ds Max?
2. Что собой представляют координаты X, Y, Z? Как изменяется объект в них?
3. Где расположены основные настройки программы 3ds Max?
4. Как создать простейший геометрический объект? Какие у него параметры?

5. Какие единицы измерения установлены по умолчанию? Как их изменить?
6. Какие типы видов проекций Вы знаете? В чем их разница?
7. Где находятся настройки изменения режимов отображения проекций?
8. Как изменить режим отображения объекта на контурный? без теней? непрозрачный?
9. В чем разница между масштабированием объекта и изменением его линейных размеров? Как задать эти параметры?
10. Как переместить объект строго по вертикали?

## Лабораторная работа № 2 СОЗДАНИЕ ПРИМИТИВОВ В 3DS MAX

Цель работы: научиться создавать объекты из простейших фигур, перемещать и трансформировать их.

### Общие сведения

Все примитивы 3ds Max можно найти на вкладке Create (Создание) командной панели. На этой вкладке объекты разделены по категориям, а в рамках категорий – по группам. Всего доступно семь категорий:

- Geometry (Геометрия);
- Shapes (Формы);
- Lights (Источники света);
- Cameras (Камеры);
- Helpers (Вспомогательные объекты);
- Space Warps (Объемные деформации);
- Systems (Дополнительные инструменты).

Категория Geometry. Некоторые объекты приходится моделировать довольно часто. Например, если дизайнер занимается архитектурной визуализацией, ему приходится постоянно создавать такие объекты, как окна, двери, лестницы и т. д. Поскольку 3ds Max довольно часто используется для создания различных архитектурных проектов, разработчики добавили в эту категорию несколько групп объектов:

- Doors (Двери) – содержит три типа объектов, напоминающих входные двери, двери автобуса и двери купе;
- Windows (Окна) – позволяет добавлять в сцену шесть разных типов окон, которые различаются по способу открытия;
- Stairs (Лестницы) – используется для создания четырех разных типов лестниц: прямой, винтовой, L-образной и U-образной;
- AEC Extended (Дополнительные объекты для АИК) – содержит объекты для создания стен, оград и растительности.

Вспомогательные объекты. Вспомогательные объекты категории Helpers (Вспомогательные объекты) не позволяют создавать видимые трехмерные объекты, однако используются для ориентации в трехмерном пространстве. Например, благодаря инструменту Compass (Компас), трехмерное пространство получит ориентир. Независимо от того, в какой точке будет создан этот объект, его направление всегда будет одним и тем же. Когда строитель возводит дом, он часто делает замеры, определяя расстояние и угол между разными элементами. Для выполнения подобных операций используются два вспомогательных объекта – Tape (Рулетка) и Protractor (Угломер). Первый помогает определить расстояние между двумя точками, а второй – угол между линиями, соединяющими исходную точку и два объекта. Некоторые вспомогательные объекты предназначены для моделирования атмосферных эффектов в 3ds Max, таких как огонь, дым, туман и пр. Эти объекты представляют собой так называемый габаритный контейнер, или ограничитель объема виртуального пространства, в котором происходит тот или иной эффект. Подобные объекты относятся к группе Atmospheric Apparatus (Габаритный контейнер атмосферного эффекта). У некоторых объектов категории Helpers нет настроек – Dummy (Пустышка) представляет собой параллелепипед, который удобно использовать при создании анимации для связки нескольких объектов.

Схожую функцию выполняет вспомогательный объект Point (Точка).

Вспомогательные объекты не визуализируются и видны только в окнах проекций.

Моделирование на основе стандартных примитивов. Моделирование является наиболее объемной частью работы. Это обуславливается широчайшим набором инструментов моделирования. Как правило, один и тот же объект можно смоделировать двумя, тремя, а то и более способами. При этом всегда важно правильно подобрать способ, который наилучшим образом подходит для конкретной модели. Самым простым способом моделирования является моделирование на основе стандартных примитивов. К стандартным примитивам относятся: Sphere (Сфера), Box (Параллелепипед), Cylinder (цилиндр), Torus (Тор), Tube (Труба), Pyramid (Пирамида), Plane (Плоскость) и т. д. В совокупности эти объекты могут дать уже более сложные по форме модели.

Параметры объектов. Работа с 3ds Max осуществляется не столько с самими моделями, сколько с их параметрами. Каждый тип объектов, относящихся к стандартным примитивам, имеет определенный набор свойственных ему параметров. Например, у объекта Box такими параметрами будут длина, ширина, высота, у сферы – радиус и т. д. Чтобы изменить значение параметров объекта, надо сначала создать объект и выделить его. Выделив созданный объект, щелкните по кнопке Modify (Преобразовать) на командной панели.

Копирование объектов. Существует несколько способов копирования объектов – с помощью сочетания клавиш [Ctrl] + [C] или перемещение с зажатой клавишей [Shift]. Для этого создайте какой-либо объект, который будете копировать. Выберите манипулятор движения. Нажмите клавишу [Shift] и, не отпуская ее, передвиньте объект. Щелкните по кнопке ОК в появившемся окне, после того как отпустите клавишу. После передвижения копии появляется окно Clone Options (Опции копирования). Это окно позволяет настроить как количество копий в поле Number of Copies, так и тип будущего объекта. Существует три типа будущего объекта: Copy (Копия), Instance (Образец) и Reference (Ссылка). Разница между ними заключается в том, что объекты типа Copy являются полностью автономными копиями, а если копия имеет тип Instance, изменение любого из ее параметров повлечет изменение соответствующих параметров у оригинала, и наоборот. То есть объекты остаются взаимосвязанными. Попробуйте нарисовать сферу, сделать ее копию типа Instance и изменить у копии радиус. Вы увидите, что радиус поменяется и у оригинала сферы. Копии типа Reference немного похожи на тип Instance, но отличаются тем, что сделанная копия – это вообще не объект, а ссылка на оригинал. Это, скорее, уже программная особенность. Данный тип копии практически не применяется.

Моделирование на основе составных объектов. Составные объекты – это объекты, созданные на основе двух или более уже имеющихся объектов в сцене. Одним из наиболее распространенных и часто употребляемых видов составных объектов является объект типа Boolean (Булев объект). Применяя операцию Boolean, мы можем вырезать форму одного исходного объекта из формы другого. Эта операция используется при моделировании достаточно часто, например, при создании дверных или оконных проемов в стенах, при моделировании мебели и т. д. Объект Boolean находится в группе Compound Objects (Составные объекты), открываемой в меню подраздела Geometry раздела Create. Чтобы использовать булеву операцию, надо подготовить сцену. Для этого достаточно создать два пересекающихся друг друга объекта любой геометрической формы, чтобы потом вырезать форму одного из форм другого, например, сферу, которая пересекает параллелепипед (рис. 3 а). Выделяем Box (то есть сначала всегда выделяем уменьшаемый объект), затем переходим в раздел Compound Objects и щелкнуть по кнопке Boolean. После чего щелкнуть по кнопке Pick Operand B (указать оператор B), а затем – по сфере (то есть по вычитаемому объекту). Если все сделано правильно, у Вас получится новый объект, который будет сочетать в себе элементы двух предыдущих (рис. 3 б).

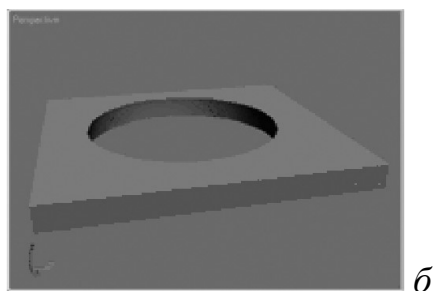
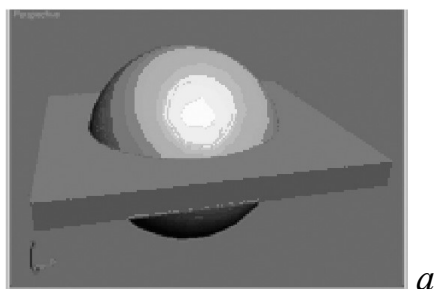


Рисунок 3. Заготовка и результат пересечения объектов.

Чтобы перемещать объекты друг относительно друга можно использовать выравнивание не только по координатам. Предварительно выбрав выравниваемые объекты с зажатой клавише [Ctrl] выполнить команду выравнивания Меню □ Tools □ Align или щелкнуть на кнопке выравнивания главной панели инструментов или комбинацию клавиш [Alt] + [A]. Курсор изменит формы, после чего им выбирается главный объект, относительно которого и будет осуществляться выравнивание (рис. 4).

Например, чтобы выровнять объект меньшего размера относительно объекта большего размера так, чтобы первый находился в центре второго, в окне Align Selection устанавливают следующее:

- флажки X Position (X-позиция), Y Position (Y-позиция) и Z Position (Z-позиция);
- переключатель Current Object (Объект, который выравнивается) в положение Center (По центру);
- переключатель Target Object (Объект, относительно которого выравнивается) в положение Center (По центру).

После этого щелкните а кнопке ОК или Apply (Применить).

В 3ds Max также есть возможность выравнивания объектов, которая называется Quick Align (Быстрое выравнивание). С помощью этой команды можно выровнять объекты, не вызывая окно Align Selection (Выравнивание выделенных объектов). Выравнивание производится по опорным точкам объектов.



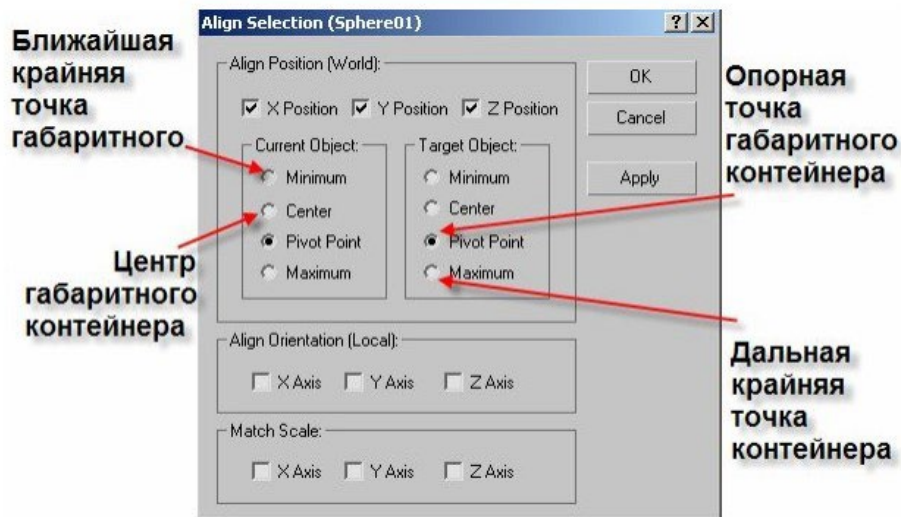


Рисунок 4. Диалоговое окно выравнивания объектов

Создание массива объектов. Если нужно клонировать большое количество объектов, удобно использовать инструмент для создания массива объектов – Array (Массив). Он может пригодиться, когда требуется смоделировать, например, стайку рыб, книги на полках, свечи в именинном торте и т. д. Для этого выполните команду Меню  $\square$  Tools  $\square$  Array, после чего раскроется окно с настройками массива. Массив может быть трех типов:

- 1D (Одномерный) – после клонирования объекты будут расположены в ряд;
- 2D (Двумерный) – после клонирования объекты будут расположены в несколько рядов;
- 3D (Трехмерный) – после клонирования объекты будут расположены в несколько рядов и в несколько этажей.

Тип массива задается установкой в соответствующее положение переключателя в области Array Dimensions (Измерения массива), а количество объектов, составляющих массив, – в поле Count (Количество). Двумерный массив включает в себя одномерный, а трехмерный – и одномерный, и двумерный. Поэтому при использовании массива 2D можно также управлять настройками одномерного массива (при этом будет изменяться количество объектов в рядах двумерного массива). При работе с массивом 3D будут доступны настройки одномерного и двумерного массивов, т. е. можно будет управлять количеством объектов в рядах и количеством этих рядов.

После использования инструмента Array (Массив) все объекты, составляющие массив, будут иметь те же координаты, что и исходный объект, поэтому видны не будут. Для них необходимо установить смещение. Смещение созданных рядов по осям X, Y, Z задается в области Incremental Row Offsets (Смещения инкрементных рядов). В столбцах Incremental (Приращение) области Array Transformation: World Coordinates (Use Pivot Point Center) (Преобразование массива: глобальная система координат

(использовать центр опорной точки)) определяются координаты смещения (Move (Смещение)), вращения (Rotate (Вращение)) и масштабирования (Scale (Масштабирование)) объектов относительно друг друга по осям X, Y, Z. Созданные при помощи инструмента Array (Массив) копии исходного объекта, как и обычные копии, могут быть трех типов. Чтобы наблюдать за изменением положения массива объектов в окне проекции используйте кнопку Preview (Предварительный просмотр). Чтобы вернуться к исходному варианту нажмите кнопку Reset All Parameters (Сбросить все параметры).

### Практическая часть

1. Создайте стол с помощью стандартных примитивов – параллелепипеда (Box) и 4-х цилиндров (Cylinder). Для этого в проекции Top создайте столешницу из параллелепипеда. Центрируйте ее относительно координат X, Y, Z. Параметры установите самостоятельно. Затем добавьте ножки стола из цилиндров используя операции копирования и перемещения. Должно получиться аналогично рис. 5.

{горячие клавиши *w* – перемещение, *e* – вращение, *r* – масштабирование, *q* – выделение, *z* – фокусировка на выделенном объекте или сцене}



Рисунок 5. Изображение стола

2. Создайте аналогичное изображение стола на основе улучшенных примитивов (Extended Primitives). Добавьте стул (рис. 6).

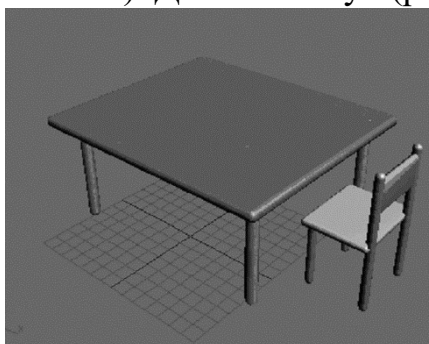


Рисунок 6. Изображение сцены из улучшенных примитивов

3. Добавьте изображение стены с окном на основе инструментов Plane (Плоскость) и Box. Используйте булевы операции.

4. Добавьте чайник по центру поверхности стола и расставьте стулья вокруг стола. Предварительно сгруппируйте стул используя команды группировки: выделите в сцене объекты, которые нужно сгруппировать;

выполните команду Меню □ Group □ Group; в диалоговом окне Group (Группировка) укажите название группы в поле Group name (Название группы). После группировки вокруг созданной группы появится единый габаритный контейнер вместо нескольких.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие категории объектов Вы знаете?
2. Типы примитивов вкладки Geometry. Для чего они применяются?
3. В чем отличие стандартных примитивов от улучшенных? Как изменяются параметры объектов?
4. Какие способы копирования Вы знаете? В чем разница между Copy и Instance?
5. Как нарисовать плоскость строго вертикально, горизонтально? Какое окно проекции применяли для создания ножек стола? спинки стула?
6. Как расположить плоскость на нулевой отметке? центрировать поверхности между собой?
7. Что собой представляют составные объекты?
8. Как изменить результат булевых операций?
9. Как выделить сразу несколько объектов? Какие способы Вы знаете?
10. Как выровнять несколько объектов по одной из плоскостей? Как сгруппировать? Создать массив?

### **Лабораторная работа № 3**

## **РЕДАКТИРОВАНИЕ КАРКАСНО-СЕТОЧНОЙ СТРУКТУРЫ 3D-ОБЪЕКТА**

Цель работы: научиться видоизменять структуру 3D-объекта.

### **Общие сведения**

Редактирование каркасно-сеточной структуры объектов позволяет с высокой точностью изменять форму объектов. Такая работа проводится в тех случаях, когда необходимо создавать точные объекты высокой сложности: лица игровых персонажей, компьютерную анимацию в фильмах, точное моделирование автомобилей и т. д.

Выделение подобъектов сетки. Все объекты (Objects) состоят из подобъектов (Sub-objects) – совокупности простых геометрических форм, сочетания которых позволяют получить любые формы. В 3ds Max имеется пять классических уровней выделения подобъектов сетки:

- 1) Vertex (Вершина) – точка в пространстве, определяемая значениями координатных осей;
- 2) Edge (Ребро) – прямая линия, соединяющая две вершины;

- 3) Face (Грань) – треугольник, состоящий из трех вершин и трех соединяющих ребер;
- 4) Polygon (Многоугольник) – плоская поверхность, состоящая более чем из одной грани;
- 5) Element (Элемент) – совокупность нескольких граней с общими вершинами.

Подобъекты сетки лучше видны в каркасном режиме отображения объекта. Для редактирования подобъектов нужно преобразовать объект в редактируемую сетку (Editable Mesh). Это можно сделать несколькими способами:

1. Выделить объект и в контекстном меню Transform (Преобразовать) выбрать пункт Convert To (Преобразовать в), в его списке – пункт Convert To Editable Mesh (Преобразовать в редактируемую сетку).
2. Выбрать объект. В дисплее стека панели Modify (Изменить) выделить объект и в его меню выбрать пункт Convert To: Editable Mesh (Преобразовать в: Редактируемую сетку).
3. Применить к объекту модификаторы работы с подобъектами Volume Select (Объемное выделение), Mesh Select (Выделение сетки) и Edit Mesh (Редактировать сетку).

При выборе соответствующего модификатора в дисплее стека можно развернуть его список и выбрать необходимый вид элементов.

Для выбранного вида подобъектов станут доступны команды редактирования. Подобъекты сетки можно трансформировать либо применять специальные инструменты, доступные в свитках параметров модификатора.

Чтобы выделить подобъекты сетки посредством модификаторов, следует:

1. Выделить объект.
2. В панели Modify (Изменить) выбрать модификатор Mesh Select (Выделение сетки) или Edit Mesh (Редактировать сетку).
3. Выбрать необходимый уровень выделения подобъектов в свитке параметров.
4. Выделить нужные элементы, щелкая указателем мыши по участкам объекта.

Для включения в область выделения примыкающих граней нужно в свитке параметров установить флажок By Vertex (По вершинам). Чтобы в заданной области не выделялись подобъекты дальней стороны (не видные с текущего положения камеры вида), следует установить флажок Ignore Backfacing (Игнорировать заднюю поверхность).

Для выделения объемной области нужно воспользоваться модификатором Volume Select (Объемное выделение), который применяет в качестве области выделения контейнер заданной формы. Параметры выделения можно задать в свитке параметров модификатора.

Свиток параметров Soft Selection (Плавное выделение) определяет ослабление выделения по параметрам:

- Use Soft Selection (Использовать плавное выделение) – активирует функцию плавного выделения;
- Falloff (Спад) – настраивает степень выделения;
- Pinch (Заострение) – задает крутизну уровня спада выделения; □
- Bubble (Закругление) – задает пологость спада выделения.

Параметры Pinch (Заострение) и Bubble (Закругление) непосредственно определяют характер взаимодействия соседних вершин при их трансформациях. Их влияние отражается на графике в свитке параметров.

Характеристику спада степени выделения можно наглядно наблюдать на уровне Vertex (Вершина). Вершины, окрашенные в синий цвет, лежат за пределами выделения. Вершины в области спада окрашены в зеленый, желтый и оранжевый цвет согласно усилению интенсивности выделения. Красный цвет характерен для областей, в которых нет ослабления выделения. Области с ослабленным выделением меньше подвержены изменениям, чем область непосредственного выделения, поэтому характеристики спада определяют характер дальнейшего изменения выделенной области.

Преобразование подобъектов сетки. В качестве стандартных преобразований вершин объектов используются базовые трансформации.

Трансформации вершин подобны трансформациям самих объектов, но позволяют делать более точные изменения формы объектов.

При трансформациях лучше пользоваться режимом плавного выделения – это позволит придать объекту менее резкие очертания в области деформации. Вращение вершины без применения плавного выделения вообще не приведет к изменению каркаса объекта, поэтому для получения внешнего преобразования объекта применять плавное выделение для вращения обязательно.

Масштабирование вершин приводит к их взаимному удалению и сближению. Большое расстояние между вершинами при масштабировании может привести к деформации.

Помимо базовых трансформаций, к вершинам также можно применять различные модификаторы, такие как Twist (Скручивание), Bend (Сгиб) и т.д. Для применения модификаторов к вершинам нужно вначале выделить редактируемую вершину, а затем применить к ней модификатор.

Редактирование сеток. При работе с большими сценами использование модификаторов для редактирования сеток требует больших затрат оперативной памяти, т.к. модификаторы хранят в памяти все преобразования и команды, что делает их применение практически невозможным. Компромиссным решением для работы с подобъектами сетки является работа с редактируемыми сетками (Editable Mesh). После преобразования объекта в редактируемую сетку он приобретет две панели контекстно-

зависимого меню: Tools 1 (Инструменты 1) и Tools 2 (Инструменты 2), содержащие команды для редактирования сеток (рис. 7).

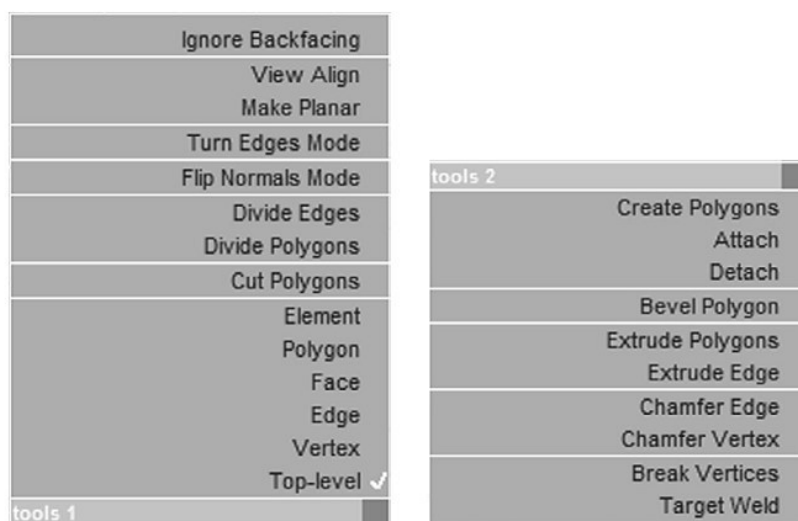


Рисунок 7. Панели контекстно-зависимого меню

Команды редактирования также станут доступны на панели Modify (Изменить) в свитке параметров Edit Geometry (Редактирование геометрии). В свитке Selection (Выделение) можно выбрать необходимый уровень. Для каждого уровня доступны только определенные команды редактирования.

Команда Attach (Прикрепить) позволяет присоединять объекты друг к другу на любом уровне выделения. Для этого следует выделить редактируемую сетку, выбрать команду Attach (Прикрепить) и щелкнуть последовательно по объектам, которые нужно присоединить. Все присоединенные объекты являются элементами единого объекта с общим именем, цветом и свойствами.

Команда Detach (Отсоединить) позволяет на уровне подобъектов разъединять объект на несколько независимых объектов. Для этого нужно выбрать подходящий уровень, выделить отсоединяемую часть и нажать кнопку Detach (Отсоединить). В открывшемся диалоговом окне Detach (Отсоединить) следует ввести имя создаваемого объекта (можно также установить соответствующий флажок, если планируется сделать выделенную часть не отдельным объектом, а клоном или элементом). Полученная часть является отдельным объектом, который можно перемещать и модифицировать.

Для объединения вершин объекта используется команда Weld (Объединить). Чтобы применить команду, необходимо выделить несколько вершин объекта и в группе параметров Weld (Объединить) нажать кнопку Selected (Выбранные) (в поле справа от кнопки нужно указать максимальное расстояние между объединяемыми вершинами). Для объединения выделенных вершин в одну можно воспользоваться командой Collapse (Объединить).

В качестве обратной соединению команды используется команда Break (Разбить), которая позволяет разделять одну вершину на несколько, присваивая каждую из них смежным граням. Чтобы наглядно увидеть разделение вершины, можно сместить получившиеся вершины в пространстве.

Команда Remove Isolated Vertices (Удалить изолированные вершины) удаляет те вершины объекта, которые не связаны с основной ребрами. Такие вершины могут появиться после редактирования объекта (разделения и т.п.).

Команда Chamfer (Скосить) позволяет разделять ребра и вершины, создавая эффект скоса. При применении команды к ребру оно будет разделено на несколько новых ребер, окружающих созданную на его месте плоскость. Скашивать можно не только ребра, но и вершины. Ширина отступа задается в поле справа от кнопки Chamfer (Скосить).

Команда Extrude (Выдавить) позволяет выдавливать ребра, грани, полигоны и элементы. Выдавливание состоит в смещении элемента вдоль своей нормали. Для выдавливания следует выбрать необходимый уровень редактирования, выделить нужные подобъекты и нажать кнопку Extrude (Выдавить). Затем выбранные подобъекты можно переместить (выдавить) в окне проекции либо задать значение смещения в поле справа от команды.

Особенности моделируемых объектов. Помимо преобразования объектов в редактируемые сетки (Editable Mesh) в 3ds Max существует возможность преобразования объекта в редактируемый многогранник (Editable Poly). Преобразовать объект в редактируемый многогранник можно из его меню или в панели Modify (Изменить). Свитки параметров редактируемого многогранника и сетки отличаются, равно как и некоторые методы применения идентичных команд. Среди возможностей редактируемого многогранника можно выделить масштабирование выделенной области, а также сглаживание поверхности соответствующими инструментами.

Редактируемый многогранник является более поздним и совершенным типом моделируемых объектов.

### **Практическая часть**

1. Выберите из стандартных примитивов чайник. Войдите для него в режим Editable Mesh. Попробуйте отделить крышку и перевернуть ее так, как будто она упала.
2. Видоизмените чайник так чтобы он стал более круглым (высоким, с дополнительными гранями, вогнутыми элементами).
3. Добавьте скосы на окне из предыдущей лабораторной работы. Изогните ножки стола.
4. Создание структурного объекта.

На командной панели Create нажмите кнопку Shapes, выберите инструмент Rectangle и нарисуйте его в окне проекции Top. Перейдите на командную панель

Modify и в свитке параметров введите значения 36 в полях Length и Width. В списке модификаторов выберите вариант Extrude. Введите в поле Amount значение 60. В поле Segments введите значение 6, чтобы разбить башню по высоте на шесть сегментов. Снимите флажки Cap Start (Накрыть снизу) и Cap End (Накрыть сверху), чтобы удалить верхнее и нижнее основания объекта.

В списке модификаторов выберите вариант Taper (Заострение). В поле Amount введите значение  $-0,5$ . В результате верхнее основание станет меньше нижнего.

В списке модификаторов выбираем вариант Lattice (Решетка). Он позволяет превратить вершины и ребра в визуализируемые объекты. Отключите модификатор Taper.

Из вкладки выберите геометрия объект GeoSphere. Создайте сферу радиусом 20. Нажмите кнопку Select Object (Выделить Объект) на главной панели инструментов и щелкните по башне. Выделите строчку Lattice в стеке модификаторов и, щелкнув правой кнопкой мыши, выберите команду копировать. В результате параметры модификатора будут скопированы в буфер. Выделите геосферу. Щелкните правой кнопкой мыши на строчке Geosphere в стеке модификаторов. Выберите в появившемся меню команду Paste Instanced (Вставить как образец). В результате, воздействующий на геосферу, будет иметь двустороннюю связь с оригиналом. Имя модификатора, отмеченного при этом курсивом, является образцом. Изменив значения модификатора Lattice на изображении геосферы он изменит параметры модификатора в изображении башни.

В параметрах геосферы поставьте галочку на Struts Only from Edges (Только перемычки из ребер), чтобы убрать узлы из решетки в местах стыка ребер. В поле Radius из раздела Struts (Перемычки) введите значение 0,6, в поле Sides (Сторон) – значение 6. Во вкладке отображаемых модификаторов включите режим Make Unique, чтобы получилась независимая копия. Далее полученное изображение геосферы можно будет объединить с изображением башни. Далее опять работаем с башней.

В окне модификаторов включите видимость модификатора Taper и перейдите к нему. Решетка исчезнет. Далее из списка модификаторов выбираем Edit Mesh (Правка сетки). Чтобы отобразить сетку выберите режим Edged Faces (Контурные грани). Можно щелкнуть правой кнопкой мыши в поле проекций, выбрать Object Properties, вкладку Display Properties, в ней установить флажок на Backface Cull сняв галочку Edges Only, чтобы увидеть все смежные ребра. В режиме Edged Faces выбрать вариант Edge (Ребро). Выделяющей рамкой необходимо выделить все ребра, нажать в параметрах кнопку Visible (Видимый) и кнопку Show End Result on / off toggle (Показать конечный результат вкл/выкл). Снимите выделение с ребер. Под



переключателем **By Vertex** установите флажок на **Ignore Backfacing**, чтобы выделять только видимые грани. В параметрах модификации нажмите кнопку **Turn** (Повернуть) и поменяйте ориентацию ребер. Кнопкой **Divide** (Разделить) можно добавить перегородки и ребра к будущей башне. Далее, выйдя из режима **Edit Mesh**, перейдите к **Lattice** в строке модификаторов. Должен получиться результат, показанный на рис. 8 а.

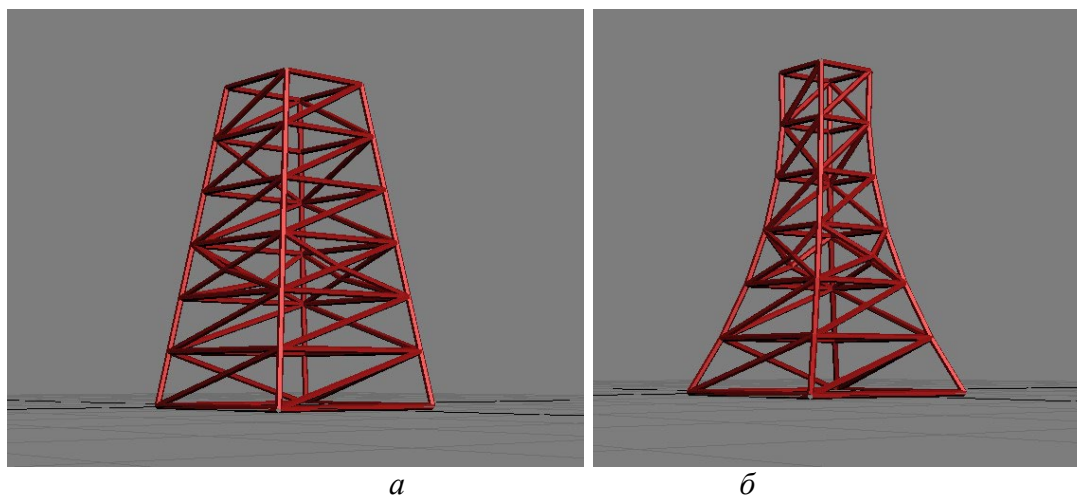


Рисунок 8.

Попробуйте изменить параметры **Заострения** так, чтобы получилось изображение рис. 3.1 б.

5. Измените ножки стола, стульев.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие способы перехода в режим **Editable Mesh** Вы знаете?
2. Как выделить детали объекта?
3. Какие команды редактирования можно применять к вершинам (граням, ребрам, элементам) можно применить? Все ли команды доступны для разных подобъектов?

## **Лабораторная работа № 4 РЕДАКТИРОВАНИЕ ВЕРШИН, ГРАНЕЙ И ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Цель работы: научиться редактировать структуру 3D-объекта и изменять его.

### **Общие сведения**

Полигональное моделирование – один из самых распространенных способов создания моделей в 3D-графике. Этот способ позволяет

осуществить редактирование примитивов на уровне подобъектов Вершин, Ребер, Граней, Границ, Полигонов, Элементов.

Объекты Editable Poly (редактируемый полигон) имеет те же инструменты, что и Editable Mesh (редактируемая сетка), но добавлены дополнительные инструменты, которые расширяют возможности редактирования объектов.

Команды модификатора Edit Poly.

Уровень Vertex (вершины).

Cut – "разрезает" сетку, добавляет новые ребра.

Можно добавить новые ребра на поверхности полигонов либо провести ребро между точками или между ребрами. Внешний вид курсора мыши меняется в зависимости от того к какой части объекта он подведен.

Slice Plane – режущая плоскость. Позволяет построить идеально горизонтальные или вертикальные ребра. На экране появляется желтая плоскость, по которой тело "разрезается" на две части.

Collapse – объединяет выделенные точки в одну. Горячая клавиша Ctrl+Alt+C. Collapse соединяет точки по середине, но иногда требуется сварить точки так, чтобы они объединились в определенном месте. Для этого используется функция Target Weld (нацеленное сваривание).

Target Weld – соединяет вершины попарно: сначала выделяют вершину, которую хотят присоединить, а затем – к которой присоединяют.

Connect – проводит ребро через выделенные точки (но только если точки лежат на одном полигоне). Эту же задачу можно решить инструментом Cut, но пользуясь функцией Connect исключается вероятность случайно поставить лишнюю точку.

Weld – сваривает точки, расстояние между которыми меньше чем порог сваривания. Нужен для быстрого приваривания одного объемного куска к другому.

Используется относительно редко.

Make Planar – делает так чтобы выделенные точки стали лежать в одной плоскости. Если нажать саму кнопку Make Planar, то выделенные точки расположатся в плоскости интерполяции. Чтобы все точки лежали в плоскости параллельной земле нажимают Z.

Уровень Edge (Ребра).

Connect – добавляет сегменты между выделенными ребрами: Segments – изменяет количество сегментов, Pinch – определяет, насколько новые ребра будут удалены друг от друга, Slide – сдвигает новые ребра вдоль первоначальных.

Chamfer – создает фаски или скругления на выделенных ребрах. Позволяет указать размер фаски численно, а также изменить число сегментов.

Bridge – добавляет полигоны между выделенными ребрами (работает также на уровне Polygon (полигонов)).

Create Shape From Selection – превращает выделенные ребра в линии. Используется для того чтобы, оторвать от объемной формы линии, которые в последствии могут использоваться для создания дополнительных объектов. Также часто применяется для создания плинтуса из ребер, лежащих в основании стены.

Remove – удаляет выделенные ребра, при этом не удаляя полигоны. Можно считать этот инструмент противоположным инструменту connect который добавляет сегменты. Горячая клавиша инструмента Remove – это Backspace.

При использовании инструмента важно знать одну тонкость. Если просто нажмется кнопка Remove или его горячая клавиша (Backspace), то удаляются ребра, но при этом не удаляются точки, через которые эти ребра проходили. Часто это создает неправильную геометрию, и лучше удалять ребра вместе с их точками.

Для этого нажимается Ctrl + Backspace.

Split – разделяет полигоны в месте выделенных ребер.

Уровень Border (граница).

Граница – это место где можно перейти с одной стороны полигонов на другую, это края и отверстия объекта. В основном этот уровень полезен, потому что на нем удобно выделять сразу всю границу целиком. Используя зажатую клавишу Shift в этом режиме можно создавать произвольные объекты, параллельно применяя операции перемещения и масштабирования.

Уровень Polygon (полигоны).

Extrude – выдавливает выделенные полигоны наружу или внутрь.

Bevel – выдавливает выделенные полигоны наружу или внутрь, заостряя или расширяя их. Для нескольких выделенных полигонов можно менять тип выдавливания: Group – все полигоны выдавливаются в одном направлении, Local – полигоны выдавливаются, сохраняя первоначальное направление (в направлении своих нормалей), By Polygon – каждый полигон выдавливается отдельно от соседей.

Inset – добавляет новый полигон внутри выделенного, отступив от края.

Bridge – добавляет полигоны между выделенными.

Выделение. Работая в Edit Poly часто нужно применять операции не к одному выделенному полигону или ребру, а сразу к некоторой области или к ряду друг за другом идущих элементов. Для этого используются следующие операции, которые позволяют упростить выделение.

Grow – выделение увеличивается на один ряд полигонов.

Shrink – сокращает выделение на один ряд полигонов с краю.

Loop – выделяет ребра только тогда, когда ряд ребер в точке пересекается только единственным другим рядом ребер, т. е. если из точки выходит только 4 ребра. Если из точки выходит 3 или 5 ребер, Loop "не знает куда ему идти" и прерывается. Для быстрого вызова функции Loop можно

просто дважды быстро щелкнуть по ребру или выделить ребро и с зажатым Shift-ом, следующее ребро.

Ring – выделяет кольцо, "параллельно" друг за другом идущих, ребер. Ring также можно быстро вызвать, щелкнув с зажатым Shift-ом по следующему параллельному ребру.

Экспорт выделения. Можно, как бы, перенести выделение с одного уровня на другой, если переключиться между уровнями с зажатым Ctrl. Например, можно выделить точку на уровне Vertex и перейти с зажатым Ctrl на уровень полигонов и выделятся все полигоны, которые включают в себя эту точку. Если переключаться между уровнями с Shift, то на другой уровень переносится только граница выделения. Если же зажать одновременно Ctrl+Shift – перенесется все кроме границы. Ignore Backfacing – при выделении рамкой не выделяются полигоны ориентированные к нам обратной стороной. By Angle – удобен для выделения полигонов находящихся в одной плоскости или почти в одной плоскости.

Для того чтобы не перегружать сцену при полигональном моделировании объекты сцены создают в новой сцене и внедряют их в существующую. Для этого используется функция объединения объектов в Containers (Контейнеры). Все объекты, входящие в контейнер, можно трансформировать, копировать и видоизменять как один объект. Особенностью контейнера является то, что его содержимое хранится в виде отдельного файла с расширением \*.maxc на жестком диске. Таким образом, контейнеры можно загружать и использовать в других сценах.

Все основные команды работы с контейнерами собраны на панели Containers (Контейнеры). Для удобства работы с контейнерами в 3ds Max имеется специальный вариант обозревателя сцены – Container Explorer (Обозреватель контейнеров), который содержит встроенную панель Containers (Контейнеры) и основные колонки работы с контейнерами. Команды работы с контейнерами также собраны в меню Tools (Инструменты).

Для создания пустого контейнера нужно открыть вкладку Helpers (Вспомогательные средства) панели Create (Создать) и выбрать объект Container (Контейнер). Затем нужно щелкнуть в произвольной области окна проекции для создания контейнера. Созданный контейнер по умолчанию открыт.

Для того чтобы создать контейнер из выделенных объектов нужно нажать кнопку Create Container From Selection (Создать контейнер из выделения) на панели Containers (Контейнеры).

Все контейнеры отображаются в окнах проекций в виде открытых (если контейнер открыт) или закрытых (если контейнер закрыт) коробок. Добавить объект в существующий контейнер можно следующим образом – выделить нужный объект и нажать кнопку Add Selected to Container (Добавить выделенное в контейнер). При этом откроется диалоговое окно обозревателя

Select Container to Add to (Выбор контейнера для добавления) со списком открытых контейнеров. После выбора нужного контейнера следует нажать кнопку Add (Добавить) – объект будет добавлен в контейнер. Для удаления объекта из контейнера нужно выбрать его в списке обозревателя контейнеров и нажать кнопку Remove Selected From Container (Удалить выделенное из контейнера). Чтобы определить, к какому контейнеру относится выделенный объект, нужно выполнить команду Tools (Инструменты) Containers (Контейнеры) Select Contents Container (Выбрать контейнер содержимого). При этом автоматически выделится нужный контейнер. Если выбранный объект относится к иерархии вложенных контейнеров, то будет выделен контейнер, в который непосредственно вложен объект (родительский контейнер). Для закрытия контейнера необходимо нажать кнопку Close Container (Закрыть контейнер). Если контейнер еще не был сохранен, то редактор автоматически предложит это сделать. Чтобы сохранить контейнер, следует нажать кнопку Save Container (Сохранить контейнер). При этом откроется стандартное диалоговое окно сохранения файла, где нужно указать название файла и папку сохранения.

Кнопка Reload Container (Перезагрузить контейнер) позволяет обновить содержимое открытого контейнера его последней сохраненной версией.

Чтобы добавить в сцену ранее сохраненный контейнер, нужно нажать кнопку Inherit Container (Наследовать контейнер). При этом откроется диалоговое окно проводника, в котором следует указать нужный файл-контейнер. Для обновления содержимого загруженных контейнеров на последнюю сохраненную версию служит кнопка Update Container (Обновить контейнер). Чтобы изменить содержимое загруженного контейнера, нужно нажать кнопку Edit Container (Редактировать контейнер). Изменять содержимое можно только в том случае, если создатель контейнера сделал его открытым для редактирования. Повторное нажатие кнопки закрывает и сохраняет изменения в отредактированном контейнере. Все изменения содержимого загруженного контейнера сохраняются в соответствующем ему файле. Чтобы содержимое файла оставалось неизменным, нужно выбрать соответствующий загруженный контейнер и нажать кнопку Make All Content Unique (Сделать все содержимое уникальным). При этом контейнер изменит статус с закрытого на открытый и все его содержимое станет локальным содержимым сцены.

Закрепление объектов. При работе со сложными сценами присутствие некоторых объектов в сцене бывает необходимо даже тогда, когда с ними не ведется непосредственная работа. Однако может существовать вероятность подвергнуть эти объекты ненужным изменениям. В таких случаях данные объекты нужно закрепить с помощью команд свитка Freeze (Закрепить) панели Display (Отображение). Закрепить объект или группу объектов можно посредством таких действий:

1. Выделить объект или группу объектов сцены, которые планируется зафиксировать.
2. Открыть свиток Freeze (Закрепить) из командной панели Display (Отображение) и нажать кнопку Freeze Selected (Закрепить выделение).
3. Выделенные объекты будут закреплены, окрасятся в серый цвет и не смогут быть выделены и подвергнуты изменениям до снятия закрепления.

Чтобы закрепленные объекты не изменяли свой цвет, уберите флажок Show Frozen in Gray (Показывать закрепленный объект серым) в свитке Display Properties (Свойства отображения).

Свиток Freeze (Закрепить) содержит и другие кнопки для закрепления объектов:

- Freeze Unselected (Закрепить невыделенные объекты) – позволяет закрепить все невыделенные объекты сцены;
- Freeze by Name (Закрепить по названию) – открывает диалоговое окно Freeze Objects (Закрепленные объекты), в котором можно выбрать из списка те объекты, которые требуется закрепить;
- Freeze by Hit (Закрепить по щелчку) – если данная кнопка активна (подсвечена желтым цветом), то объект можно закрепить, щелкнув по нему мышью.

Чтобы снять закрепление с объектов, нажмите кнопку Unfreeze by Name (Снять закрепление объекта по названию) в свитке Freeze (Закрепить). При этом откроется диалоговое окно Unfreeze Objects (Снять закрепление с объектов), содержащее список закрепленных объектов. Выберите интересующие объекты из списка и нажмите кнопку Unfreeze (Снять закрепление).

Чтобы снять закрепление сразу со всех объектов, нажмите кнопку Unfreeze All (Снять закрепление со всех) в свитке Freeze (Закрепить).

При активной кнопке Unfreeze by Hit (Снять закрепление по щелчку) снять закрепление с объекта можно щелкнув по нему мышью.

### **Практическая часть**

1. Создайте новый проект. На базе плоской окружности попробуйте создать вазу, используя модификатор Edit Poly на уровне Border (рис. 9).

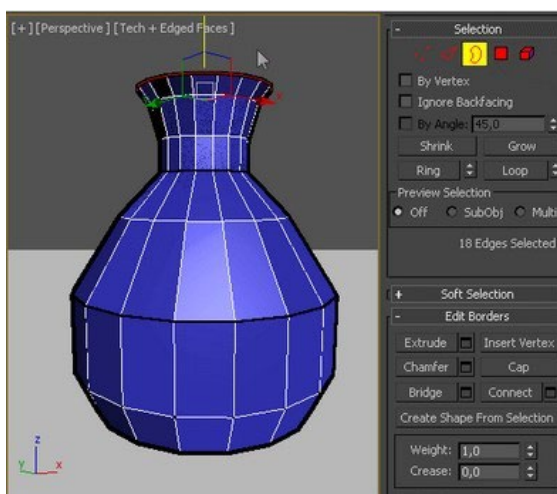


Рисунок 9. Создание вазы

2. Аналогичным образом создайте тарелку. Пользуясь уровнями отредактируйте вид тарелки так, чтобы она имела сглаженные края.
3. Созданные объекты разместите в контейнере и вставьте в сцену со столом и чайником. Добавьте чайник с крышкой в контейнер. Отредактируйте положение объектов в контейнере. Заморозьте объекты.
4. Создание головы персонажа.

1) Создайте простой куб с параметрами 20×20×20 см. Переместите в начало глобальной системы координат. Наложите на опорную сетку по 4 сегмента на каждую сторону. Примените к полученному кубу модификатор Spherify с параметром 100%. Далее переведите объект в Editable Poly. В режиме модификации полигонов на виде сверху удалите все полигоны с отрицательными координатами (рис. 10). В результате должна получиться полусфера.

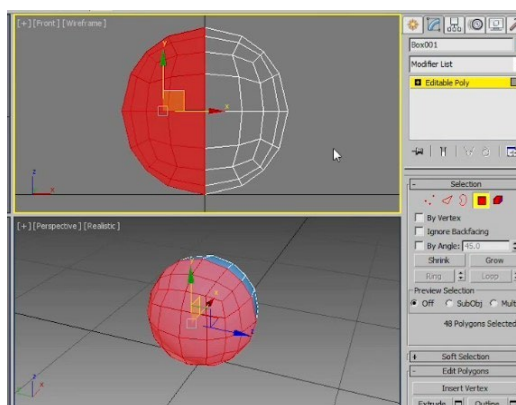



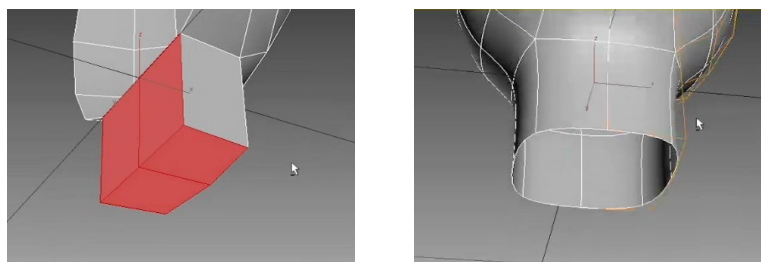
Рисунок 10. Удаление полигонов с отрицательными координатами.

2) Для удобства работы с персонажем его создают симметричным. При этом 3dsMAX позволяет сшивать половинки изображения без потери качества. Для получения визуального изображения второй части сферы в списке модификаторов выберите Symmetry. Далее для получения более высоко полигональной модели можно применить внутренний метод разбиения NURMS или внешний – TurboSmooth – из стека модификаторов.

При применении внутреннего разбиения наблюдается образование явного шва по месту стыка. Поэтому для получения более гладкой формы нужно после модификатора Symmetry применить Turbosmooth с параметром Iterations 2. Тогда каждый полигон будет разбиваться на 4 (при 1 итерации) и еще раз на 4, т. е. в 16 раз. Для удобства дальнейшей работы можно включить режим Isoline Display, чтобы видеть с какими базовыми элементами Вы работаете.

3) Редактирование формы. Для изменения внешнего вида необходимо в стеке модификаторов перейти на нижний уровень – в Editable Poly. Включить режим редактирования вершин (Vertex). Выделить все вершины редактируемой части и отмасштабировать по Z 122%, Y 92%, X (изменив точку симметрии на  Use Transform Coordinate Center) 87%.

Для создания шеи выделите 2 нижних полигона (предварительно перейдя в режим редактирования полигонов) и отмасштабируйте по Z на 15%, чтобы сделать их плоскими. Затем инструментом Extrude выдавите форму произвольно. Чтобы убрать эффект сдвоенности нужно отключить режим демонстрации конечного результата и удалить два нижних полигона и два внутренних боковых полигона (рис. 11 а) и опять переключиться в режим демонстрации конечного результата (рис. 11 б).



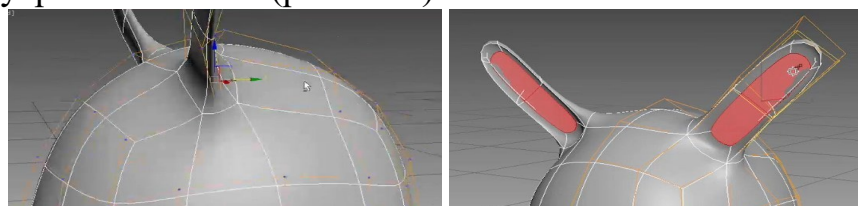
а

б

Рисунок 11. Удаление ненужных полигонов

8.

Применив несколько раз команду Extrude вытяните уши (как у зайца) в верхней части головы. Сделайте верхнюю часть ушей более плоскими масштабируя верхние 4 вершины. Переместите точки у основания ближе к центральной плоскости поверхности ушей (рис. 12 а). Затем выделите два центральных полигона в ушах и опять примените команду Extrude, но уже, чтобы втянуть внутреннюю часть (рис. 12 б).



а

б

Рисунок 12. Создание ушей



Для создания глаза выбираем полигон для глаза и инструментом масштаб увеличим его на 150%. Для создания поверхности необходимо сначала командой Extrude вдавить внутрь, снять выделение и еще раз выделив выдавить наружу (рис. 13 а). Инструментом Cut прорезаем форму рта как показано на рис. 4.5 б. Полученные два полигона вдавливаем внутрь и образованную перегородку удаляем (рис. 13 в). Для формирования идеального поля сшивки нужно две внутренние точки рта выставить последовательно на координату X равную 0,0.

Для получения нужного выражения персонажа отредактируйте инструментом Move положение точек рта.

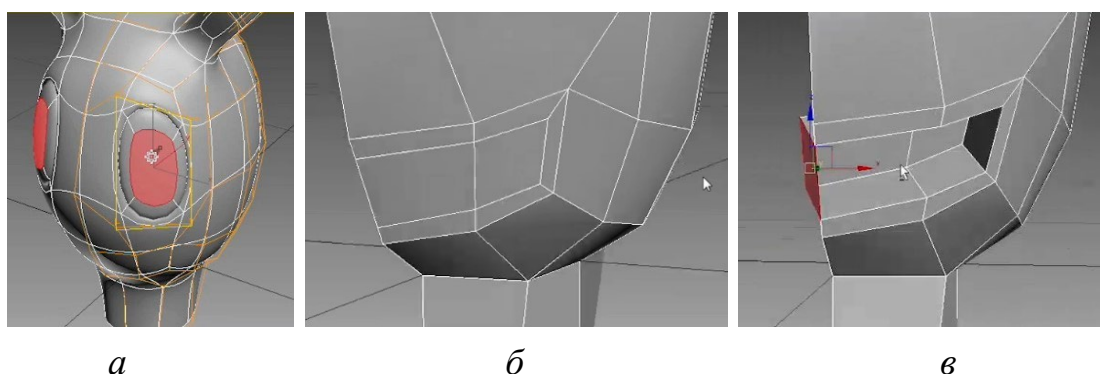


Рисунок 13. Создание деталей

Для повышения детализации можно воспользоваться командой Swift Loop. Она добавляет ребра либо горизонтально, либо вертикально. Разбейте центральный полигон вертикально приблизительно пополам и горизонтально так, чтобы можно было добавить нос. Подредактируйте полигон так, чтобы он приблизился к форме круга и стал плоским инструментами перемещения и масштабирования вершин (рис. 14 а). Добавьте несколько ребер на шею и отредактируйте их перемещая и масштабируя положение как показано на рис. 14 б.

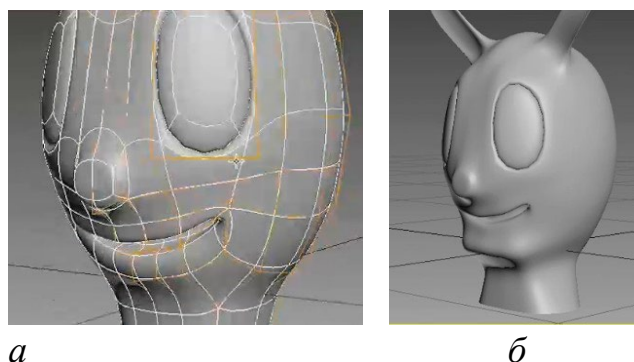


Рисунок 14. Добавление ребер и изменение формы объекта

Для того, чтобы объект стал менее правильным, необходимо избавиться от симметрии. Для этого в стеке модификаторов необходимо сначала удалить режим TurboSmooth и преобразовать объект в Editable Poly. Далее опять добавить модификатор TurboSmooth. Включив режим Isoline Display

модификатора TurboSmooth можно немного изменить положение отдельных узлов. Придать более естественные черты.

4) Переведите объект в Editable Poly. В стеке модификаторов должен остаться только один – Editable Poly. Для того, чтобы многократно не разбивать полигоны и для уменьшения нагрузки на процессор, применяют следующий прием. Еще раз накладывают модификатор TurboSmooth. В поле Iterations указывают 0, а в поле Render Iters ставят необходимое количество разбиений для сглаживания линий объекта, например 2. Чтобы увидеть предварительный результат нажимаем на кнопку Render Production главной панели инструментов. Результат представлен на рис. 15.

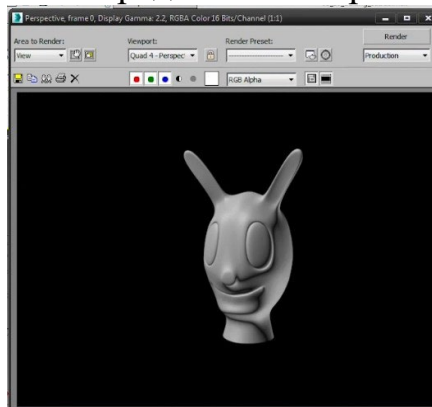


Рисунок 15. – Результат создания головы персонажа

Тем самым производительность программы не снижается на отображение всех полигонов, а для наложения текстур будет применяться более высоко полигональная модель.

### Контрольные вопросы

1. Какие способы перехода в режим Editable Poly Вы знаете?
2. Какие команды редактирования можно применять к вершинам (граням, ребрам, элементам) можно применить?
3. Как осуществляется быстрое выделение полигонов объекта? экспорт выделения?
4. Для чего используется контейнер? Чем он отличается от группы объектов?
5. Какие способы закрепления объектов Вы знаете?

### Лабораторная работа № 5

### РАЗРАБОТКА 3D-ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ СПЛАЙНОВ

Цель работы: научиться создавать трехмерное изображение объекта на основе двумерного.

## Общие сведения

Сплайны (Spline) – двумерные самостоятельные геометрические фигуры, которые могут служить основой для построения сложных трехмерных объектов.

Editable Spline – редактируемая линия – это способ редактирования по точкам, сегментам и линиям, предназначенный для плоских форм.

Для построения плоских объектов нужно зайти во вкладку Create – Geometry – Shapes (формы), откроется список доступных объектов. Линии следует строить в окне двумерной проекции.

Объект Line – линия. В отличие от всех онлайн-примитивов, объект Line (Линия) по умолчанию обладает всеми свойствами редактируемого сплайна, поэтому конвертировать его в редактируемый сплайн не имеет смысла. Чтобы линия была прямая – при ее рисовании зажимают shift. Построение производят по точкам. При простом клике образуется угловая точка (Corner), если кликнуть мышью и потянуть образуется сглаженная не редактируемая линия (Smooth).

### Геометрические фигуры и возможности их редактирования.

Text (Текст). Обладает возможностью набора текста, выбора шрифта, изменения размера шрифта (Size), расстояния между буквами (Kerling), строчками (Leading), задать наклон, подчеркивание.

NGon (N-угольник). Имеет функции изменения радиуса, количества сторон (Sides) и степени сглаженности углов (Corner Radius).

Egg (Яйцо). Функции изменения радиуса, угла наклона (Angle), удалять внутреннюю линию (снять галочку Outline), либо изменять расстояние между линиями (Thickness).

Star (Звезда). Обладает возможностями изменения количества углов (Points), задания внутреннего и внешнего радиусов, изменения наклона углов (Distortion), сглаживания внутренних и внешних углов (Fillet Radius).

Helix (Спираль). Можно изменять радиус начала и завершения спирали, задавать высоту, количество поворотов (Turns), изменять начало смещения по вертикали (Bias).

Section (Сечение). Используется для получения сечений с объемных объектов. Для этого – построить объект, построить Section, расположить ее в той плоскости, где требуется получить сечение, нажать кнопку Create Shape. Параметр Section Extents отвечает за количество объектов, попадающих под действие Section. Infinite – сечение образуется на всех объектах в сцене. Section Boundary – сечение будет только на том объекте, который непосредственно пересекает Section. Off – отключить сечение.

Editable Spline и его структура. Для того, чтобы плоскую фигуру можно было редактировать по точкам, сегментам и линиям ее нужно конвертировать в Editable Spline. Для этого нужно выделить объект, нажать

правой кнопкой мыши на экран и выбрать Convert to – Editable Spline (преобразовать в редактируемую линию).

В Editable Spline можно преобразовать только плоский объект, состоящий из линий, то есть только те объекты, которые находятся во вкладке Shapes (формы). Для того, чтобы соединить несколько объектов в один, нужно выделить любой объект, конвертировать его в Editable Spline, нажать на кнопку Attach (Спать) и щелкнуть мышью по объектам, которые должны быть присоединены. Объекты автоматически становятся линиями внутри одной фигуры.

Для смены типа точки необходимо выделить линию, зайти во вкладку Modify, выбрать тип редактирования по точкам, выделить нужную точку/группу точек и нажать правой кнопкой мыши на экран, в открывшемся списке выбрать нужный вид точки.

Удалить точку – клавиша Delete на клавиатуре.

Refine – добавляет точку. Для этого нужно нажать Refine и щелкнуть по линии в том месте где должна появиться новая точка.

Fillet – сглаживание точки. Выделить точку/группу точек и тянуть за ползунок напротив кнопки Fillet до нужного скругления.

В режиме редактирования по линиям можно передвигать и копировать отдельные линии объекта. Полученные при таком копировании линии автоматически становятся частью этой фигуры.

Create line дает возможность продолжить линию.

Outline – дублирует замкнутую линию, либо замыкает не замкнутую.

Чтобы разомкнуть линию достаточно удалить сегмент.

Вкладка Rendering позволяет изменять толщину линий. При этом она может быть округлой или прямоугольной. Если установить флажок Renderable (Визуализируемый), объект на этапе визуализации становится видимым. Включенный параметр Display Render Mesh (Показывать сетку визуализации) позволяет визуализировать сплайновый примитив в окне проекции с учетом толщины сплайна, которая регулируется параметром Thickness (Толщина). Создаваемый сплайн характеризуется также количеством сторон Sides (Количество сторон) и углом их расположения Angle (Угол). Минимальное количество сторон сплайна – 3 (такой сплайн имеет треугольное сечение).

Свиток настроек Interpolation (Интерполяция) определяет количество шагов интерполяции сплайна (количество сегментов между вершинами объекта). Установленный флажок Optimize (Оптимизация) служит для оптимизации сплайна.

Для создания трехмерных объектов используются модификаторы Surface (Поверхность), Lathe (Вращение вокруг оси), Extrude (Выдавливание) и Bevel (Выдавливание со скосом).

Модификатор Lathe закручивает линию относительно оси. Сплайновая кривая может быть разомкнутой или замкнутой. Настройки модификатора

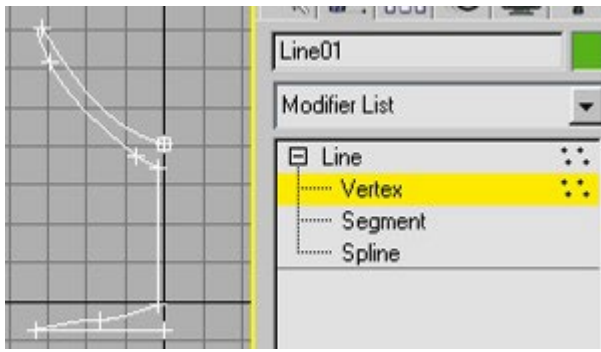
позволяют установить тип поверхности, получившейся в результате вращения сплайнового профиля. Это может быть Editable Mesh (Редактируемая поверхность), NURBS Surface (NURBS-поверхность) или Editable Patch (Редактируемая патч-поверхность). Кроме этого, при создании объекта можно устанавливать угол вращения профиля в диапазоне от 0 до 360°.

Модификаторы Extrude (Выдавливание) и Bevel (Выдавливание со скосом). Результатом действия этих модификаторов на сплайн является поверхность, созданная сечением выбранной сплайновой формы. Разница заключается в том, что при использовании Bevel (Выдавливание со скосом) можно дополнительно управлять величиной скоса выдавливаемых граней. Кроме того, модификатор Bevel (Выдавливание со скосом) позволяет применять трехуровневое выдавливание, с помощью которого можно придавать красивую форму краям выдавленной фигуры. Часто модификаторы Extrude (Выдавливание) и Bevel (Выдавливание со скосом) используют при разработке логотипов и работе с объемным текстом. Если в окне проекции создать сплайновую форму Text (Текст), а затем применить к ней один из модификаторов выдавливания, получится объемная надпись. Главной настройкой модификаторов Extrude (Выдавливание) и Bevel (Выдавливание со скосом) является амплитуда выдавливания. Для модификатора Bevel (Выдавливание со скосом) – это параметр Height (Высота), а для Extrude (Выдавливание) – Amount (Величина). Величину скоса задает параметр Outline (Масштаб).

Модификатор Bevel Profile (Выдавливание со скосом по заданному профилю). Он действует на сплайн аналогично Bevel (Выдавливание со скосом), но в его настройках необходимо указывать трехмерную кривую, вдоль которой будет выдавливаться сплайн.

### **Практическая часть**

1. Создайте новый проект. На виде слева создайте объект, аналогичный приведенному на рис. 16 а. Далее выделите исходный сплайн, перейдите на панель Modify (Изменить) и разверните список Modifier List (Список модификаторов). В списке выберите модификатор Lathe (Тело вращения). Сразу получится нечто непохожее на фужер. Изменить положение оси вращения можно несколькими способами. Перейдите на панель Modify (Изменить) и в свитке Parameters (Параметры) меняйте выравнивание (Align) оси относительно сплайна (Min, Center, Max). Если все равно не получается, попробуйте изменить направление (Direction) оси X, Y, Z. Ось вращения можно позиционировать и произвольно. Для этого на панели Modify (Изменить) нажмите знак «+» рядом с Lathe (Тело вращения), встаньте на Axis (Оси). Теперь можно просто двигать ось вращения мышью в окнах просмотра. Если применить выравнивание Max и ось Y, то должно получиться, как на рис. 16 б.



а





б

Рисунок 16. Создание фужера

Сразу после создания, как в окне перспективы, так и при рендеринге видно только половину рюмки. Это связано с тем, что у второй половины мы видим обратную сторону тела вращения, визуализация которой по умолчанию отключена. Чтобы исправить это, в окне Perspective (Перспектива) на заголовке окна нажмите правую кнопку и в появившемся контекстном меню выберите Configure (Конфигурация). В закладке Rendering Method (Метод визуализации) поставьте флажок  Force 2-Sided (Принудительно 2 стороны). Аналогично флажок в этом случае надо ставить и в окне Render Setup (Параметры визуализатора) настроек окончательной визуализации (Rendering > Render Setup), закладка Common (Общие параметры).

2. Аналогичным образом создайте модель фонтана. Для этого вначале постройте половину профиля его основания (рис. 17 а). Затем примените модификатор Lathe (Тело вращения). Если в видовом окне основание фонтана выглядит неестественно, то попробуйте в свитке Parameters (Параметры) этого модификатора установить флажок рядом с Flip Normals (Переориентировать нормали). Затем из сплайнов типа Line (Линия) сделайте струи воды в фонтане. Вначале изобразите одну струю. Выделите ее. Перейдите на свиток Hierarchy

(Иерархия), щелкнув на кнопке , расположенной на командной панели, и активизируйте команду Affect Pivot Only (Оказывать влияние только на опорную точку). Переместите систему координат струи воды в центр фонтана. С помощью команды Use Transform Coordinate Center (Использовать центр преобразования координат) , расположенной в ниспадающем списке команд верхней основной панели инструментов, установите положение центра преобразования, относительно которого будет осуществляться размножение струи, а слева выберите систему координат Local (Локальная). Затем, чтобы создать восемь струй воды, примените команду создания массива Tools – Array (Инструменты – Массив), в верхней части слева во второй строке задайте вращение (Rotate) на угол 45° вокруг

оси Y, ниже в позиции для 1D (Одномерный массив) введите число 8 ( $45 \cdot 8 = 360^\circ$ ). Результат приведен на рис. 17 б.

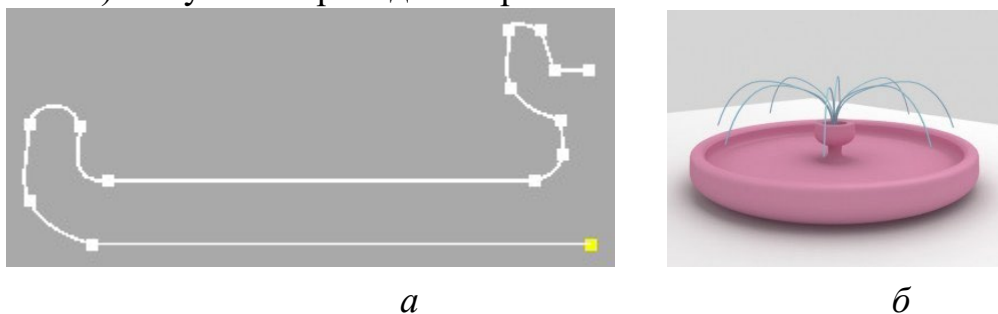


Рисунок 17. Создание фонтана

### 3. Моделирование консервного ножа.

#### 1) Создание первого элемента.

Для создания первого элемента переключитесь в окно проекции Top (Сверху) и с помощью инструмента Line (Линия) несколькими щелчками мыши создайте кривую, показанную на рис. 18 а. Обратите внимание, что нужно создать замкнутый сплайн, то есть последняя вершина кривой должна совпасть с начальной. Для этого необходимо сделать последний щелчок мыши на первой вершине и в окне Spline (Сплайн) и утвердительно ответить на вопрос. В отличие от полученной, искомая кривая должна иметь различные типы излома в точках изгиба: на предполагаемых остриях излом должен быть линейным, а во всех других точках – плавным. Тип излома Corner (Угол) должны иметь только те вершины, которые расположены на торцах консервного ножа, остальным вершинам нужно присвоить Smooth (Сглаженный) или Bezier Corner (Угол Безье) (рис. 18 б).

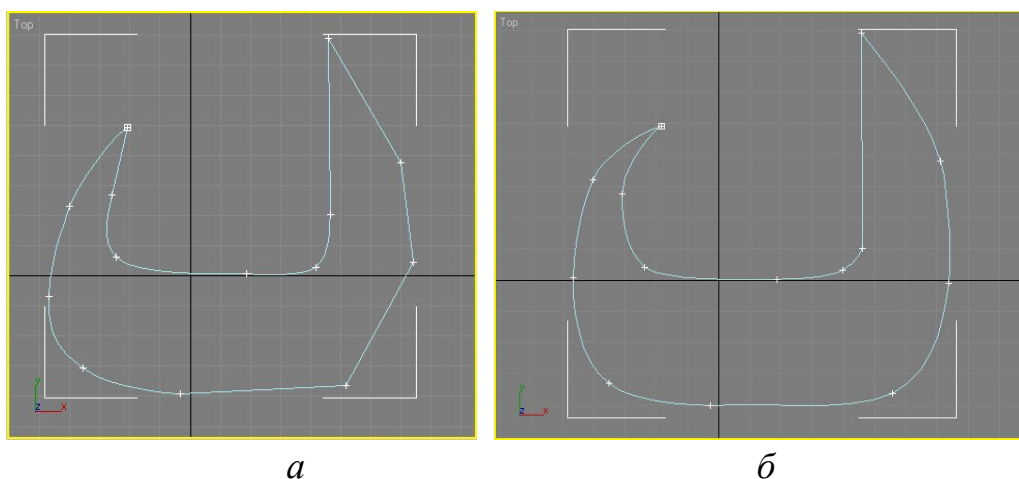


Рисунок 18. Модель первого элемента

Для улучшения формы сплайна для некоторых вершин нужно будет не только изменить характер излома, но и переместить их.

Теперь необходимо выполнить операцию Extrude (Выдавливание). После использования одноименного модификатора будет создана



трехмерная поверхность с сечением созданного сплайна. Выделите объект в окне проекции, перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели, раскройте список Modifier List (Список модификаторов) и выберите в нем модификатор Extrude (Выдавливание). В настройках модификатора укажите следующие значения параметров: Amount (Величина) – 4,5, Segments (Количество сегментов) – 3. Установите переключатель Output (Результат) в положение Mesh (Поверхность). Чтобы объект стал сплошным, в области Capping (Настройки замкнутой поверхности) установите флажки Cap Start (Замкнутая поверхность в начале) и Cap End (Замкнутая поверхность в конце). После этого объект примет вид, показанный на рис. 19.

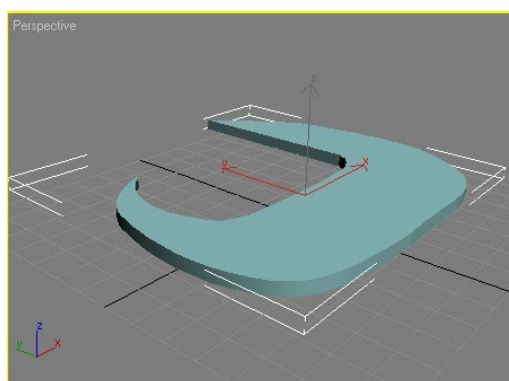


Рисунок 19. Вид объекта после выполнения операции выдавливания

2) Создание второго элемента. Для создания второго элемента перейдите в окно проекции Left (Слева) и создайте еще один объект Line (Линия) формы, показанной на рис. 20. При необходимости измените характер излома вершин так, как описано выше.

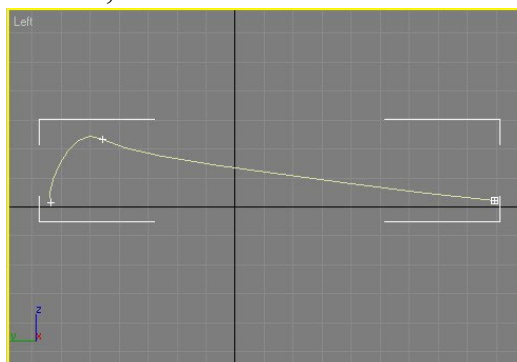


Рисунок 20. Заготовка второго элемента консервного ножа

При моделировании объектов посредством трехмерных кривых часто возникает необходимость выровнять какую-нибудь точку сплайна. Делается это аналогично выравниванию трехмерных объектов. В нашем случае необходимо выровнять крайние вершины кривой по одной координате Y. Для этого сделайте следующее.

1. Перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели.



2. Раскройте список Line (Линия) в стеке модификаторов, щелкнув на значке "плюс".
3. Переключитесь в режим редактирования Vertex (Вершина).
4. В окне проекции выделите крайнюю вершину объекта.
5. Выполните команду Tools–Align (Инструменты–Выравнивание) или воспользуйтесь сочетанием клавиш Alt+A. При этом курсор изменит форму.
6. Щелкните в любом месте кривой.
7. На экране появится окно Align Selection (Выравнивание выделенных объектов), в котором необходимо указать, по какому принципу будет происходить выравнивание. Обратите внимание, что переключатель Current Object (Объект, который выравнивается) будет неактивен (рис. 21). Такую ситуацию можно объяснить тем, что вершина, которая в данном случае является выравниваемым объектом, – это условный объект, не имеющий геометрических размеров. Именно поэтому нельзя указать его параметры.
8. Установите флажок Y Position (Y-позиция).
9. Установите переключатель Target Object (Объект, относительно которого выравнивается) в положение Minimum (По минимальным координатам выбранных осей). Нажмите кнопку ОК.

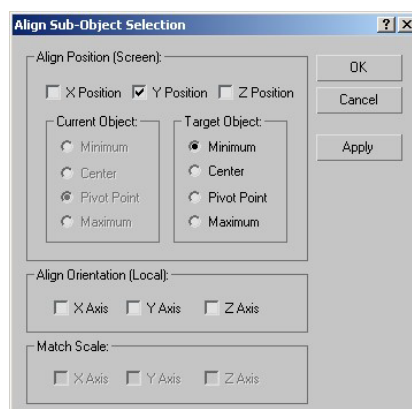


Рисунок 21. Окно Align Sub-Object Selection  
(Выравнивание выделенных подобъектов)

Теперь необходимо создать зеркальную копию созданного сплайна и совместить трехмерную кривую с ее копией. Для этого перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели. Раскройте строку Line (Линия) в стеке модификаторов, щелкнув на значке плюса. Переключитесь в режим редактирования Spline (Сплайн).

В свитке настроек Geometry (Геометрия) установите флажки Automatic Welding (Автоматически соединить) и Copy (Копировать). Выберите вариант Mirror Vertically (Отобразить вертикально) и нажмите кнопку Mirror (Зеркало). Вы получите зеркальную копию сплайна, которую нужно переместить таким образом, чтобы вершины двух объектов совпали (рис. 22).

Из-за того, что установлен флажок Automate Welding (Автоматически соединить), вершины автоматически объединяются.



Рисунок 22. Совмещение зеркальной копии и оригинала

После выполнения этих действий получилась замкнутая кривая. Выйдите из режима редактирования Spline (Сплайн) и выделите весь объект. Выполните команду Edit-Clone (Правка-Клонировать). В появившемся окне Clone Options (Параметры клонирования) выберите вариант клонирования Copy (Независимая копия объекта). Щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции, выберите в контекстном меню команду Scale (Масштабирование) и увеличьте клонированный объект в плоскости XY (рис. 23).

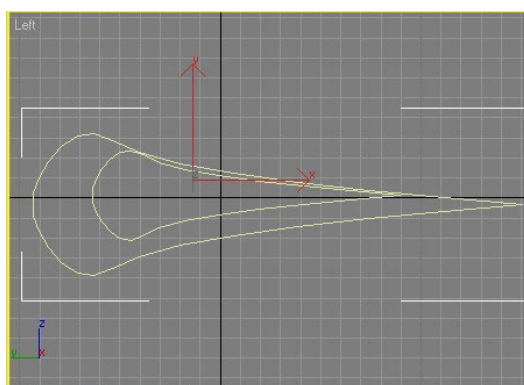


Рисунок 23. Вид объектов после выполнения операции Scale (Масштабирование)

Выровняйте полученный объект относительно исходного. Для этого в окне Align Selection (Выравнивание выделенных объектов) выберите следующие параметры.

1. Установите флажок Y-Position (Y-позиция).
2. Установите переключатель Current Object (Объект, который выравнивается) в положение Center (По центру).
3. Установите переключатель Target Object (Объект, относительно которого выравнивается) в положение Center (По центру).
4. Нажмите кнопку Apply (Применить).

5. Установите переключатель Current Object (Объект, который выравнивается) в положение Pivot Point (Опорная точка).
6. Установите переключатель Target Object (Объект, относительно которого выравнивается) в положение Center (По центру).  
Нажмите кнопку ОК (рис. 24).



Рисунок 24. Вид объектов после выравнивания

Выделите клонированный объект, перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели. В свитке Geometry (Геометрия) настроек выделенного объекта нажмите кнопку Attach (Присоединить), чтобы присоединить к объекту исходный сплайн. Подведите указатель мыши к сплайну – указатель изменит свою форму. Теперь необходимо выполнить операцию Extrude (Выдавливание). После использования одноименного модификатора будет создана трехмерная поверхность с сечением созданного сплайна. Выделите объект в окне проекции, перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели, раскройте список Modifier List (Список модификаторов) и выберите в нем модификатор Extrude (Выдавливание).

В настройках модификатора укажите следующие значения: Amount (Величина) – 26, Segments (Количество сегментов) – 3.

В области Output (Результат) настроек модификатора для итогового объекта выберите тип Mesh (Поверхность).

Чтобы объект стал сплошным, в области Capping (Настройки замкнутой поверхности) установите флажки Cap Start (Замкнутая поверхность в начале) и Cap End (Замкнутая поверхность в конце). После этого объект примет вид, показанный на рис. 25.

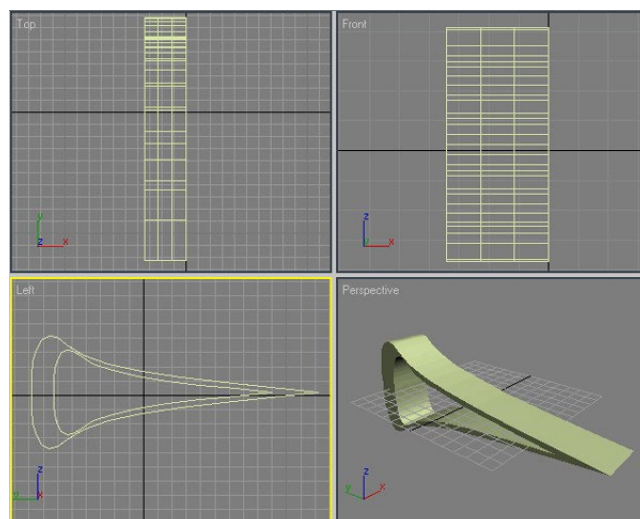


Рисунок 25. Вид объекта после выполнения операции Extrude (Выдавливание)

3) Создание третьего элемента. Третий элемент консервного ножа самый простой. Он соединяет ручку и металлическую основу, которую мы уже создали. Для создания этого элемента переключитесь в окно проекции Top (Сверху) и с помощью инструмента Line (Линия) создайте кривую, показанную на рис. 26, таким образом, чтобы она начиналась с середины второго элемента консервного ножа и слегка выступала за его край с другой стороны. При необходимости измените характер излома вершин так, как описано выше.

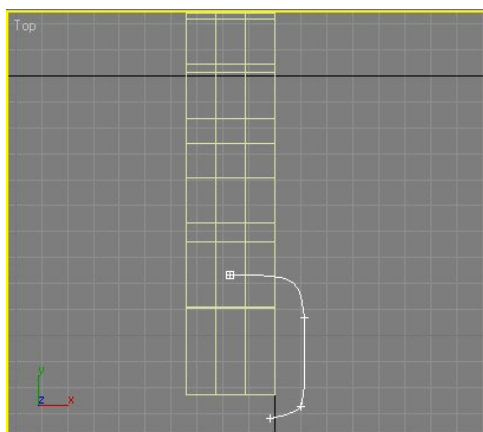


Рисунок 26. Создание третьего элемента консервного ножа

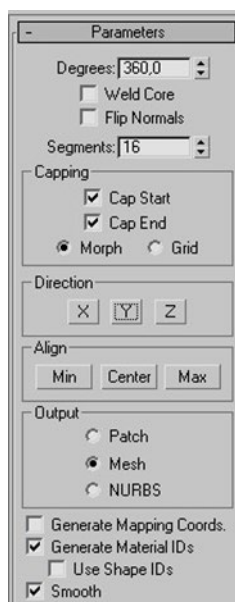


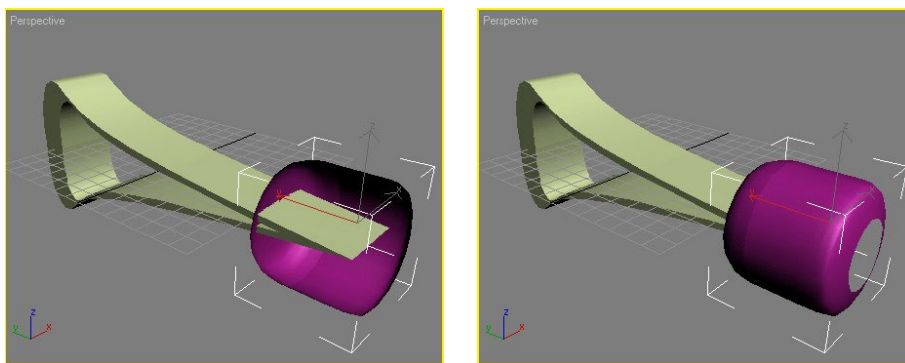
Рисунок 27. Вид окна

Выделите созданный сплайн и перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели. Раскройте список Modifier List (Список модификаторов) и выберите в нем модификатор Lathe (Вращение вокруг оси). В свитке Parameters (Параметры) настроек модификатора Lathe (Вращение вокруг оси) выберите ось, вокруг которой будет происходить вращение сплайна, нажав кнопку Y в области Direction (Направление). После этого в окне проекции сплайн превратится в фигуру вращения вокруг выбранной оси.

Полученная модель не совсем похожа на объект, который нам необходимо создать, усовершенствуем его. Определим положение для оси вращения. Для этого в области Align (Выравнивание) настроек модификатора нажмите кнопку Min (Минимальный). Выбранная ранее ось вращения будет автоматически выровнена по краю модели. Осталось выбрать тип редактируемой поверхности, с которой в дальнейшем предстоит работать.

При помощи переключателя Output (Результат) в настройках настроек модификатора можно выбрать один из трех типов поверхности: Patch (Полигональная поверхность) Mesh (Поверхность) и NURBS (NURBS-поверхность).

Поскольку при создании предыдущих элементов модели мы использовали тип Mesh (Поверхность), выберите его и для этого элемента. (В зависимости от того, в каком направлении вы строили сплайн, может получиться, что созданная вами поверхность вращения примет вывернутую форму (рис. 28 а). В этом случае в настройках модификатора установите флажок Flip Normals (Обратить нормали). Полученный объект будет выглядеть, как показано на рис. 28 б.



*a*

*б*

Рисунок 28. Третий элемент консервного ножа

4) Создание ручки. Поскольку этот элемент имеет осевую симметрию, создавать его будем как трехмерный объект, образованный вращением сплайнового профиля вокруг оси. Для создания ручки консервного ножа переключитесь в окно проекции Top (Сверху) и с помощью инструмента Line (Линия) создайте кривую, показанную на рис. 29.

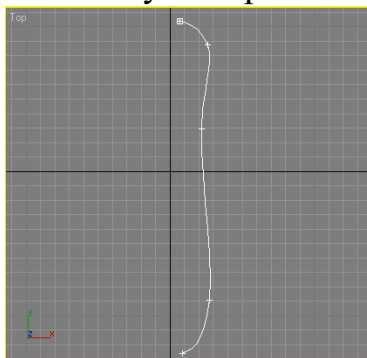


Рисунок 29. Создание формы ручки консервного ножа

Выделите созданный сплайн и перейдите на вкладку Modify (Изменение) командной панели. Раскройте список Modifier List (Список модификаторов) и выберите в нем модификатор Lathe (Вращение вокруг оси). В свитке Parameters (Параметры) настроек модификатора Lathe (Вращение вокруг оси) выберите ось, вокруг которой будет происходить вращение сплайна, нажав кнопку Y в области Direction (Направление). После этого в окне проекции сплайн преобразуется в фигуру вращения вокруг выбранной оси.

Теперь определим положение оси вращения. Для этого в области Align (Выравнивание) настроек модификатора нажмите кнопку Min (Минимальный). Выбранная ранее ось вращения, будет автоматически выровнена по краю модели. Осталось выбрать тип редактируемой поверхности, с которой в дальнейшем предстоит работать.

При помощи переключателя Output (Результат) в настройках модификатора можно выбрать один из трех типов поверхности: Patch (Полигональная поверхность), Mesh (Поверхность) и NURBS (NURBS-поверхность).



Поскольку при создании предыдущих элементов модели мы использовали тип Mesh (Поверхность), выберите его и для этого элемента (рис. – 30). (В зависимости от того, в каком направлении вы строили сплайн, может получиться что созданная вами поверхность вращения примет вывернутую форму. В этом случае в настройках модификатора установите флажок Flip Normals (Обратить нормали)).

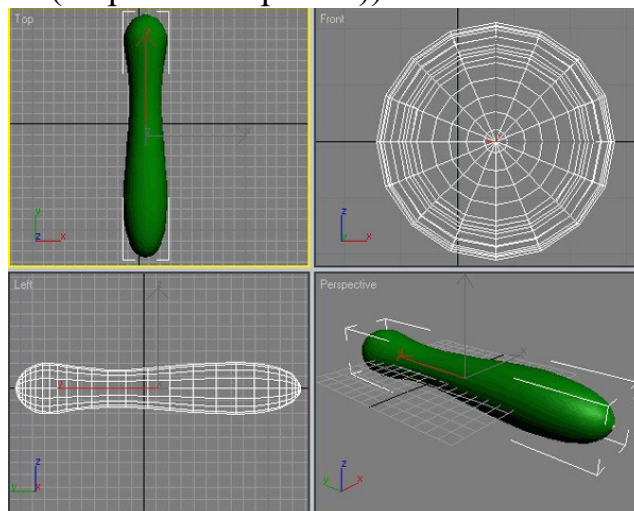


Рисунок 30. Объект после применения модификатора Lathe (Вращение вокруг оси) и задания соответствующих настроек

Если теперь посмотреть на модель в окне проекции, можно заметить, что координаты опорной точки не совпадают с координатами центра объекта. Чтобы управлять положением центра локальной системы координат, необходимо выделить объект, перейти на вкладку Hierarchy (Иерархия) командной панели, нажать кнопку Reset Pivot (Задать опорную точку) в области Move / Rotate / Scale (Перемещение / Вращение / Масштабирование) свитка настроек Adjust Pivot (Установить опорную точку), нажать кнопку Affect Pivot Only (Влиять только на опорную точку). При этом оси координат изменят свой вид. Теперь нужно задать параметры выравнивания в области Alignment (Выравнивание) (рис. 31). Ручка консервного ножа готова. Осталось совместить этот элемент модели с другими. Нож готов (рис. 32 а).

Часто при создании трехмерных моделей едва ли не главную роль играют небольшие детали, которые делают объект более реалистичным. Для консервного ножа такими деталями являются заклепки, расположенные на его металлической части. Попробуйте создать их самостоятельно при помощи стандартного примитива Sphere (Сфера) (рис. 32 б).

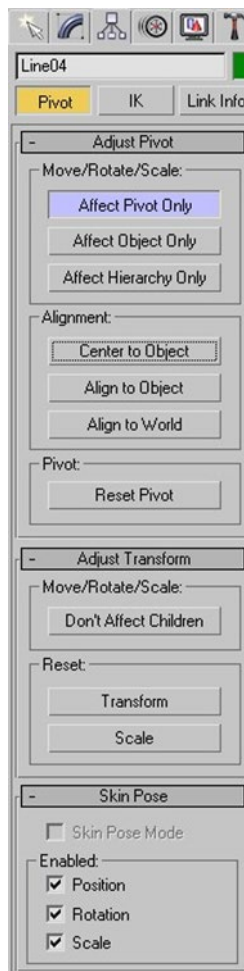
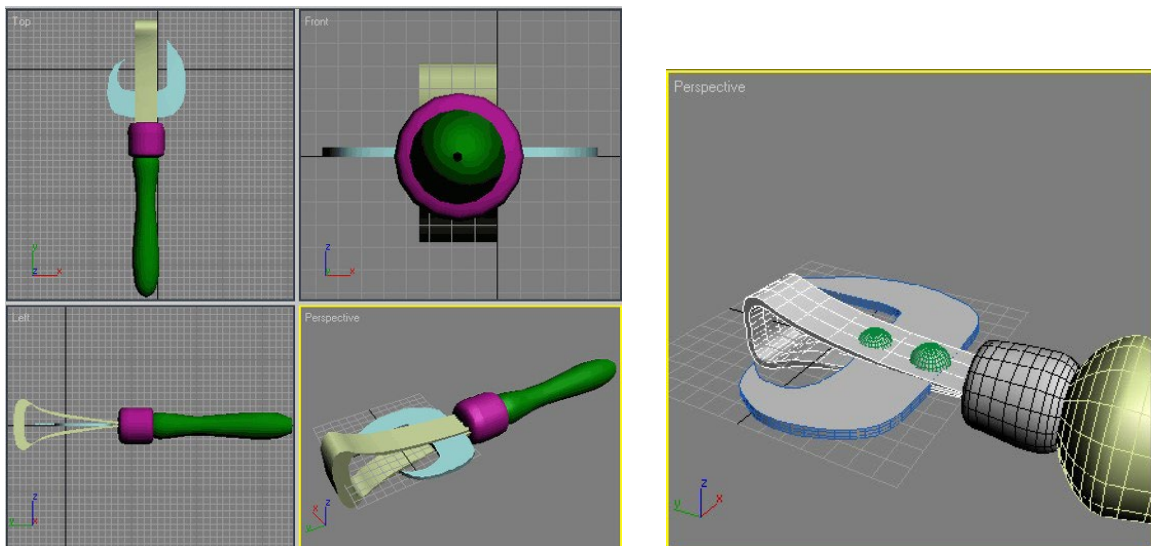


Рисунок 31. Вкладка Hierarchy



*a*

*б*

Рисунок 32. Модель консервного ножа

### Контрольные вопросы

1. Какие особенности моделирования сплайнами Вы знаете?



2. В чем разница между типами точек Smooth и Bezier?
3. Как получить тело вращения? выдавливания? Каковы их параметры?
4. Как изменить количество линий детализации трехмерного объекта?
5. Какие виды точек симметрии Вы знаете? в чем разница?
6. Как добавить к нарисованной линии вторичный контур? еще одну линию?  
точку на линии?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### Создание поверхности с помощью модификатора Surface

Цель работы: научиться работать со сплайновыми поверхностями.

#### Общие сведения

Техника формирования поверхности на основе сплайнов основана на использовании модификатора Surface. Сплайновый каркас – это в общем случае сетка, построенная из множества кривых-сплайнов и полностью повторяющая форму трехмерного объекта. Обязательным условием ее создания является то, что все сплайны в составе сетки должны являться подобъектами одного и того же объекта. То есть, если при построении модели вы будете использовать независимые сплайны, то перед созданием поверхности необходимо будет объединить их в один объект с помощью команды Attach (Присоединить). Другой способ сделать это состоит в том, чтобы сразу создавать новые сплайны как подобъекты одного сплайна, при помощи команды Create Line (Создать Линию).

- Ячейки сплайновой сетки должны образовываться сплайнами, пересекающимися в точках своих вершин. Чтобы обеспечить точное совпадение вершин пересекающихся сплайнов, используется средство трехмерной привязки;
- В отличие от обычной полигональной сетки, состоящей только из треугольных граней, в сплайновом каркасе допускается наличие как треугольных, так и четырехугольных ячеек. Ячейки с другим количеством вершин не могут участвовать в построении поверхности.

Чтобы все сплайны принадлежали к одной и той же форме, используйте один из следующих приемов:

- перед созданием сплайнов уберите флажок, расположенный справа от кнопки Start New Shape (Начать новую форму) в свитке Object Type (Тип объекта) командной панели Create (Создать);

- если сплайны были созданы как отдельные формы, сначала преобразуйте их в Editable Spline (Редактируемый сплайн), а затем присоедините к одной форме с помощью команды Attach (Присоединить);
- создайте единственный сплайн, приведите его к типу Editable Spline, щелкните на квадратике со знаком «+» слева от строки Editable Spline в стеке модификаторов, выберите в раскрывшемся списке подобъектов вариант Spline (Сплайн) и создайте нужное количество копий этого сплайна методом перетаскивания при удерживаемой клавише ;
- ячейки сплайнового каркаса должны образовываться сплайнами, пересекающимися в точках своих вершин;
- в отличие от стандартной сетки, состоящей только из треугольных граней, в сплайновом каркасе допускается наличие как треугольных, так и четырехугольных ячеек. Ячейки с числом вершин более четырех считаются недопустимыми;
- ребра каркаса, обрамляющие каждую треугольную или четырехугольную ячейку, должны иметь вершины только в углах ячеек и не иметь более никаких промежуточных вершин.

Для построения поверхности на основе сплайнового каркаса надо затем применить модификатор Surface (Поверхность). Настройка получившейся поверхности производится за счет изменения формы сплайнов, образующих сплайновую сетку.

- После применения модификатора Surface (Поверхность) ячейки каркаса, имеющие четыре вершины, преобразуются в четырехугольные куски с вершинами Безье. Ячейки с тремя вершинами превращаются в треугольные куски. В итоге на сплайновый каркас как бы натягивается сетка из кусков с вершинами Безье.
- Но ячейки каркаса, имеющие пять и более вершин, модификатор Surface (Поверхность) не может преобразовать в поверхность. Такие ячейки остаются открытыми и выглядят дырами в оболочке трехмерного тела. После устранения лишних вершин такие ячейки автоматически «накрываются» поверхностью.

### Практическая часть

#### 1. Моделирование вазона

Сначала сделаем один лист.

- 1) Создайте 3 сплайна с одинаковым количеством точек (как показано на рис. 33)

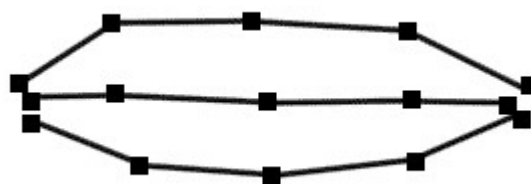


Рисунок 33. Базовый набор точек

2) Присоедините их командой Attach. Для этого выделите один сплайн, разверните свиток Geometry, щёлкните по кнопке Attach (рис. 34 а) и общёлкайте остальные сплайны. Получится составная фигура (рис. 34 б).

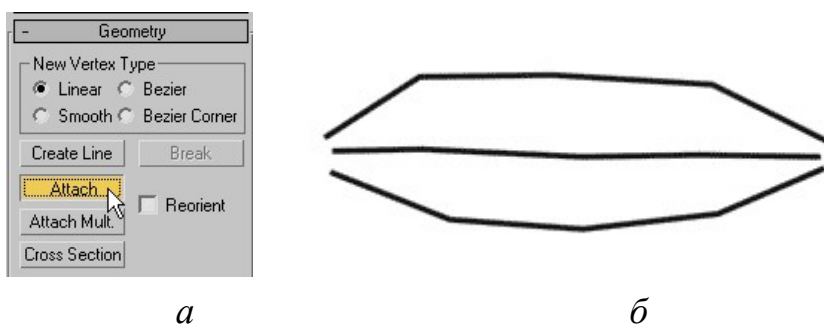


Рисунок 34. Образование единого сплайна-фигуры

3) Выделите все точки и поменяйте тип точек на Smooth. Сплайны станут плавными, как показано на рис. 35 а. Совместите крайние точки сплайнов командой Fuse (рис. 35 б).

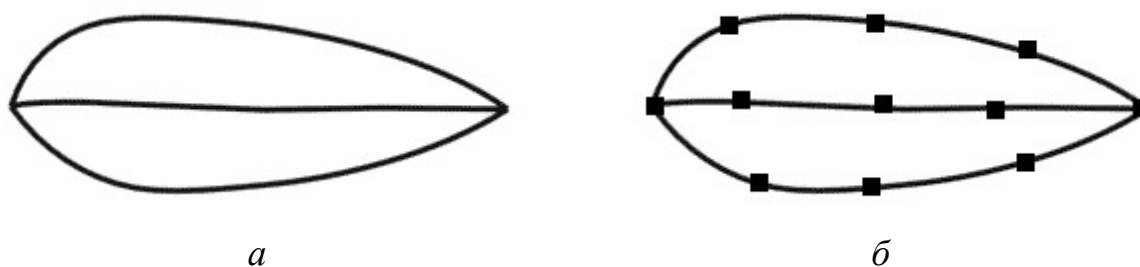


Рисунок 35. Формирование кромок листа

4) Включите 3D привязки EndPoint и постройте поперечные сплайны с помощью команды Create Line как показано на рис. 36 а. Придайте более изящную форму каркасу, выделяя и перемещая точки в окнах проекций (рис. 36 б).

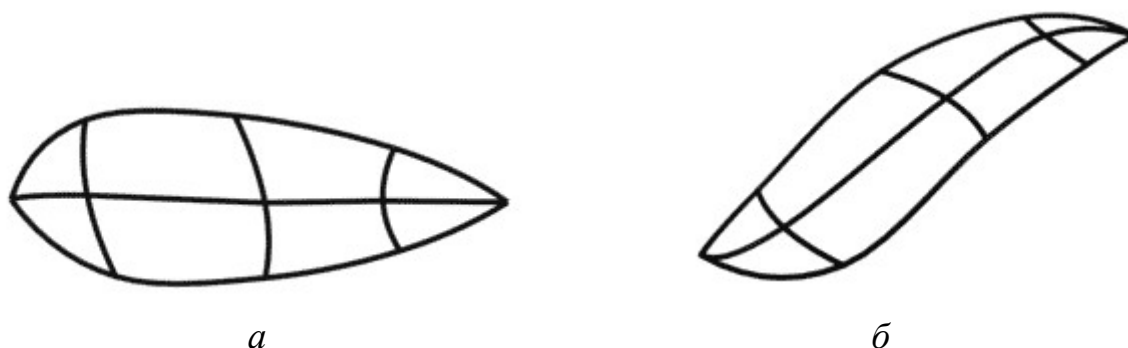


Рисунок 36. Создание базы листа

5) Выделите точки на внутреннем сплайне и поменяйте их тип на Bezier Corner, настройте направляющие вектора как на рис. 37 а. Примените

модификатор Surface (для построения поверхности), а потом модификатор Shell (для придания толщины листу). Получился лист (рис. 37 б).

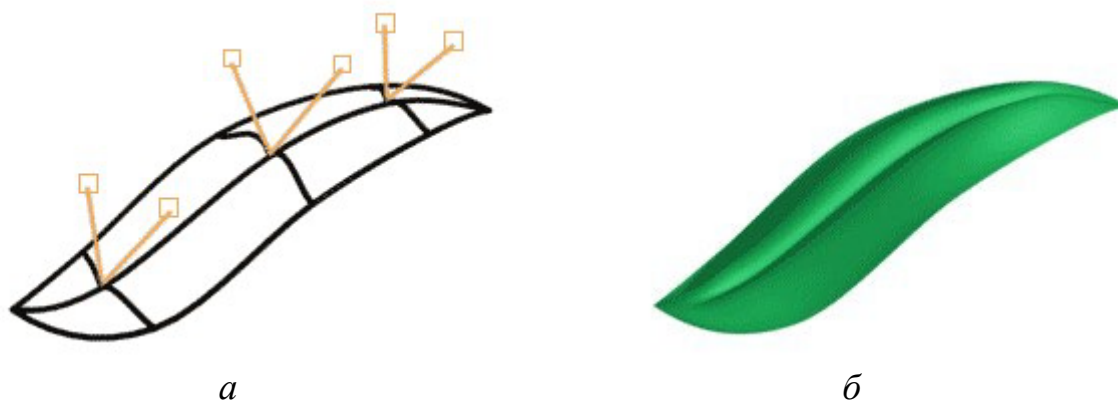


Рисунок 37. Образование поверхности листа

б) Необходимо "размножить" лист. Для этого удобно воспользоваться командой Array (Массив) путем создания радиального массива. Создание радиального массива возможно при использовании особого положения опорной точки преобразования. Обычно для этого используют и особую координатную систему – выборочную (Pick). Предварительно, в качестве центрального объекта необходимо выбрать вазу, созданную из сплайна вращения либо внедрив из предыдущей лабораторной работы. Для этого в выпадающем списке выберите систему координат Pick (рис. 38 горизонтальная красная стрелка), после чего щелкните по вазе. Затем установите центр преобразования Use Transform Coordinate Center (как показано на рис. 38 вертикальная красная стрелка).

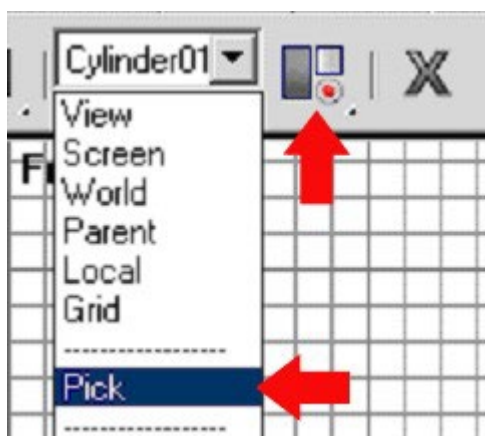


Рисунок 38. Настройка центра вращения

Выделите лист и выполните команду главного меню Tools - Array. Установите в окне массива следующие настройки (рис. 39):

- Type of object: Instance (тип объектов)
- Array Dimensions: 1D – 6 (размерность и кол-во)
- Rotate: (Totals) Z 360.0 (поворот последнего клона)
- Re-Orient – вкл. (чтобы объект разворачивался по ходу создания)

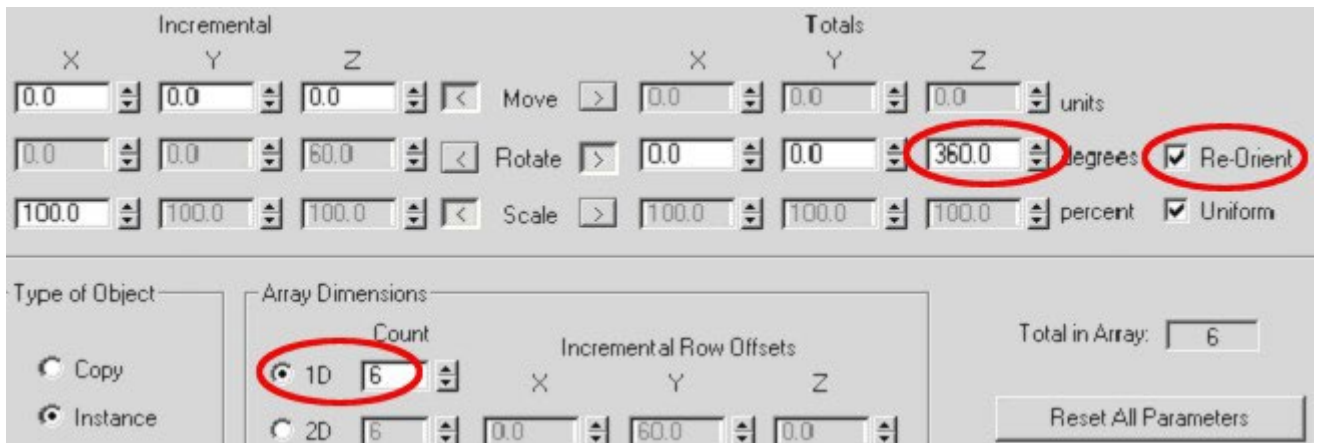


Рисунок 39. Окно настройки Array (Массив)

Скопируйте базовый лист, приподнимите его и ещё раз «закрутите» вокруг вазы. После применения материалов получится довольно симпатичное комнатное растение (рис. 40).



Рисунок 40. Окончательный вид вазона с растением

## 2. Моделирование ложки

1) Создайте сплайн, как показано на рис. 41.

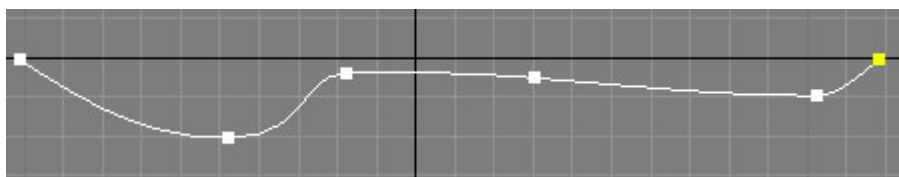


Рисунок 41. Базовый сплайн для ложки в окне проекций Top (Вид сверху)

Далее следует сделать его копию, отразить и присоединить ее к этому сплайну. Для этого в режиме редактирования сплайнов скопируйте сплайн, отразите кнопкой *Mirror*, предварительно указав способ отражения и кнопкой *Fuse* соедините крайние точки. Это заставит эти две вершины «съехаться» в одну точку, но не склеятся. После этого нажмите кнопку *Weld* для склеивания этих вершин. Измените тип склеенных вершин на *Bezier*, и настройте плавный обвод в этих местах (рис. 42 а). Создайте сплайн *Circle* и поместите его перпендикулярно основе (рис. 42 б).

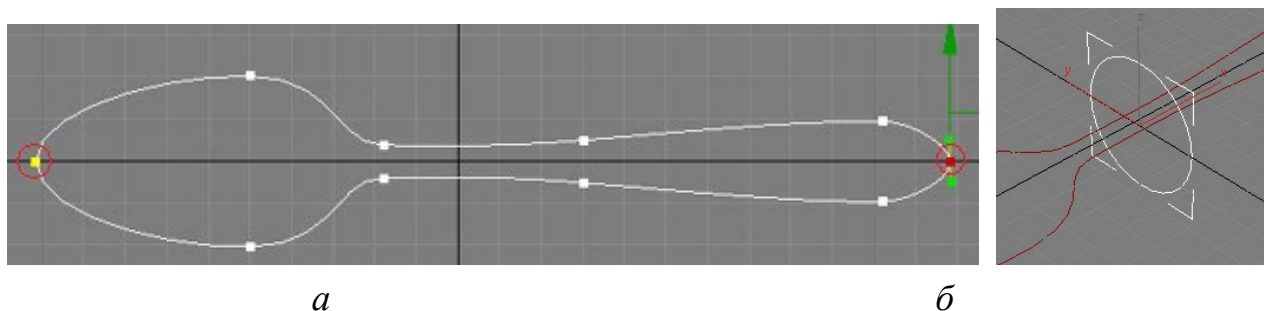


Рисунок 42. Создание базового контура ложки

Нажмите кнопку *Attach* и кликните по невыделенному сплайну, чтобы слить оба сплайна в один. Еще раз нажмите *Attach*, чтобы выйти из этого режима. Перейдите в режим редактирования сплайнов. Переместите созданную окружность в конец ложки и, используя *Select and Uniform Scale*, промасштабируйте ее по оси *Y* так, чтобы крайние вершины окружности примерно совпали с вершинами сплайна. Абсолютной точности пока не требуется, но и видимых зазоров допускать тоже не стоит. Копируйте полученную окружность и сделайте с ней аналогичную операцию в тех местах, где у первого сплайна есть вершины. В результате должно получиться как показано на рис. 43 а. Далее промасштабируйте все окружности по высоте, сплющив их (рис. 43 б).

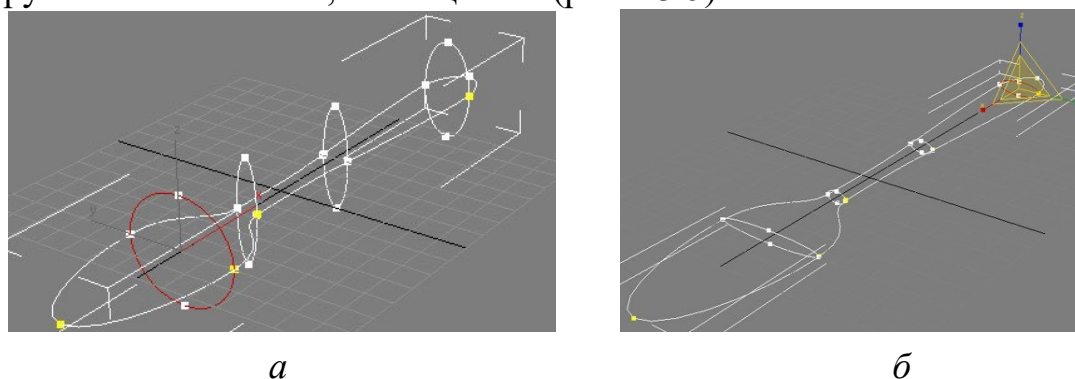


Рисунок 43. Формирование поперечных сечений

Выделяйте поочередно вершины (рис. 44 а) и нажимайте кнопку *Fuse*, чтобы совместить вершины поближе друг другу.



Настройте привязку: для этого нажмите правую кнопку мыши на Snaps Toggle. В появившемся окне поставьте галку только рядом с Vertex. Закройте это окно и еще раз нажмите Snaps Toggle, только левой кнопкой мыши. Затем нажмите кнопку Create Line и щелкая на вершины сплайна создайте линию, которая проходит по верхним и нижним вершинам окружностей и через крайние вершины первого сплайна. В конце создания замкните сплайн (рис. 44 б).

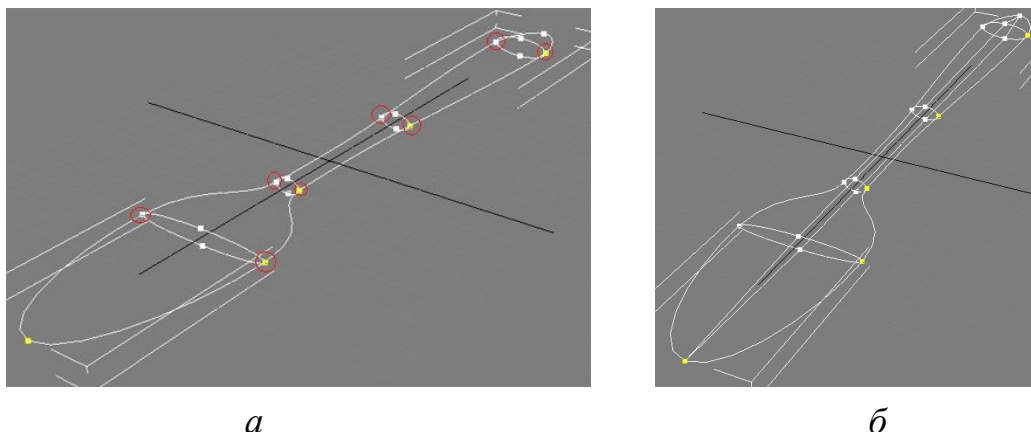


Рисунок 44. Формирование продольного сечения

Преобразуйте тип крайних вершин созданного сплайна в Bezier и слегка скруглите обтекание (рис. 45):



Рисунок 45. Вид сбоку продольного сечения

Выделите вершины в промежуточных точках и слегка опустите их, чтобы создать выпуклость (рис. 46 а). Задайте тип Bezier вершинам последнего сплайна и округлите дно ложки (рис. 46 б).

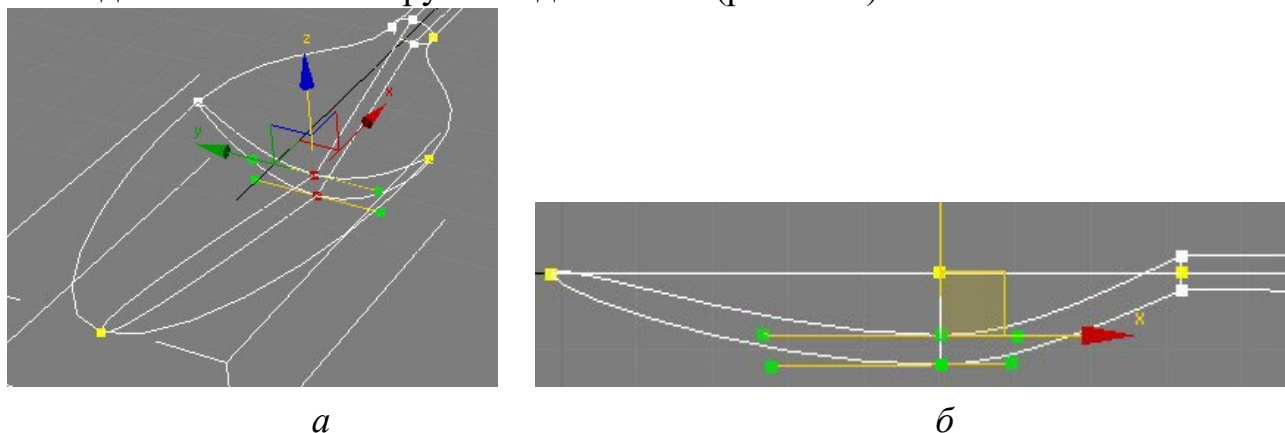


Рисунок 46. Образование дна ложки

Аналогичным образом измените положение и тип остальных вершин, чтобы окончательно придать сплайну форму ложки (рис. 47).

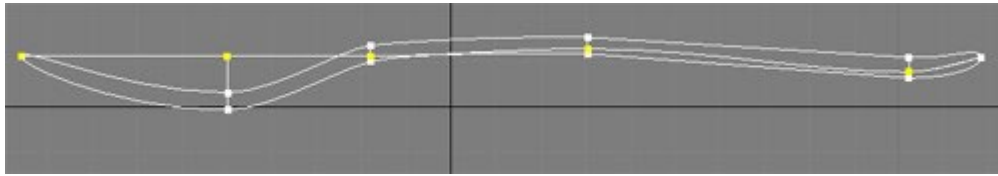
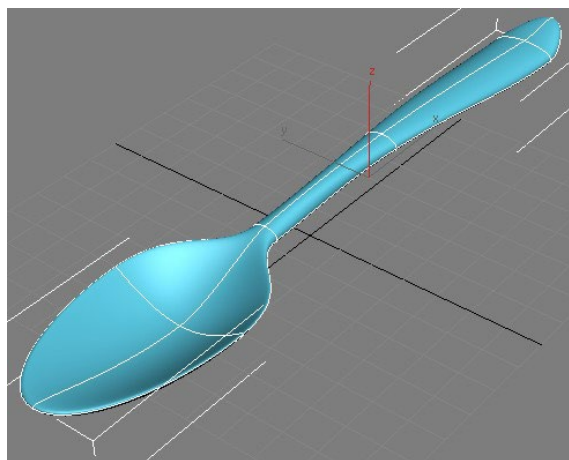


Рисунок 47. Базовый контур ложки на виде сбоку

Для получения поверхности ложки необходимо применить к ней модификатор Surface. Настройки модификатора показаны на рис. 48 а. Результат применения показан на рис. 48 б.



*a*



*б*

Рисунок 48. Итоговое изображение ложки

Если ложка после применения Surface стала черной, поставьте галочку рядом с Flip Normals. Если в ложке есть дыры, проверьте еще раз места пересечения сплайнов: в этих местах все вершины должны быть совмещены в одной точке (но не склеены). Иногда может возникнуть легкое искривление формы поверхности, в этом случае может помочь небольшое изменение формы сплайнов.

### Контрольные вопросы



1. Что собой представляет сплайновый каркас? Способы его создания?
2. Какие требования к формированию сплайнового каркаса Вы знаете?
3. Как совместить (приблизить) несколько точек? их объединить?
4. Как изменить систему привязок?
5. Какие способы создания массивов Вы знаете?