

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВО  
ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А. М. Магомедов

Учебно-ознакомительный практикум по Autodesk 3ds MAX

МАХАЧКАЛА – 2017

УДК 004.42

Магомедов А. М.

**Учебно-ознакомительный практикум по Autodesk 3ds MAX.**

Пособие рассчитано на студентов начальных курсов бакалавриата по направлениям 010302 и 020302.

Рецензенты:

Рамазанов А.-Р.К. – проф., д-р физ.-мат. наук

Лугуев Т.С. – доцент, канд. физ.-мат. наук

Пособие одобрено учебно-методическим советом факультета математики и компьютерных наук Дагестанского государственного университета

© Магомедов А. М., 2017

## Оглавление

ЧАСТЬ 1. Интерфейс Autodesk 3ds MAX.....	5
1.1 Главное меню .....	5
Упражнение 1.1 Сфера с нормальями .....	6
1.2 Главная панель инструментов .....	8
Упражнение 1.2 Модель солнечной системы. ....	8
Упражнение 1.3 Взрыв чайника, сферы и текста. ....	10
Упражнение 1.4 Клонирование объекта.....	11
Упражнение 1.5 Подставки для чайников. ....	12
Упражнение 1.6 Спички. ....	13
Упражнение 1.7 Множество объектов, расположенных по спирали.....	13
Упражнение 1.8 Массив объектов.....	14
Упражнение 1.9 Движение объекта по заданной траектории. ....	15
Упражнение 1.10 Облет объекта камерой по заданной траектории. ....	17
1.3 Окна проекций.....	17
1.4 Командная панель. Модификаторы.....	19
Упражнение 1.11 Плоская тарелка.....	20
Упражнение 1.12 Чаша.....	21
Упражнение 1.13 Создание сложных объектов с помощью модификатора Bevel Profile .....	22
Упражнение 1.14 Создание фигур вращения .....	23
1.5 Нижняя панель интерфейса .....	25
Упражнение 1.15 Создание сферы командой языка MAXScript. ....	26
1.6 Подключаемые модули (Plug-in) .....	26
ЧАСТЬ 2. Составные объекты .....	28
2.1 Логические операции.....	28
Упражнение 2.1а Создание миски операцией вычитания.....	28
Упражнение 2.1б Вычитание сферы из куба.....	29
2.2 Распределенные объекты.....	29
Упражнение 2.2а Камни на поверхности. ....	29
Упражнение 2.2б Множество деревьев на зашумленной поверхности. ....	30
Упражнение 2.2в Множество малых полусфер на воображаемой сфере с большим радиусом. ....	30
2.3 Согласование поверхностей объектов .....	31

Упражнение 2.3 Объемный текст на неровной поверхности. ....	32
Упражнение 2.4 Великая китайская стена. ....	34
Установка фонового изображения/цвета .....	36
Упражнение 2.5 Загрузка фонового изображения/цвета. ....	36
2.4 Применение лофтинга.....	36
Упражнение 2.6 Прозрачная чашка на цветном фоне. ....	36
Упражнение 2.7 Построение полки с посудой. ....	37
ЧАСТЬ 3. Действия с материалами .....	39
Упражнение 3.1 Столик с древесным материалом. ....	42
Упражнение 3.2 Шахматная доска. ....	43
Упражнение 3.3 Зеркальное отражение. ....	44
Упражнение 3.4 Столкновение фигур .....	45
Упражнение 3.5 Создание рельефа методом Displacement .....	46
Упражнение 3.6 Назначение avi-текстуры. ....	47
Упражнение 3.7 Бассейн. ....	48
Упражнение 3.8 Рассыпанные бусы. ....	50
Упражнение 3.9 Моделирование дождя. ....	51
Литература.....	57

## ЧАСТЬ 1. Интерфейс Autodesk 3ds MAX

Программа Autodesk 3ds MAX создана компанией Kinetix, каждая очередная версия появляется через 1-1,5 года. Так, версия 2.0 увидела свет в 1999 г, версия 9.0 – в 2007 г., на момент написания данной работы используется версия 2016. В семействе программных продуктов компании Autodesk к 3ds MAX близки Maya и MotionBuilder.

Интерфейс обеспечивает доступ к гибкому управлению возможностями приложения. Под гибкостью интерфейса 3ds max понимают то его свойство, что среда позволяет выполнить одно и то же действие несколькими способами. Можно создавать пользовательское меню, панели инструментов, назначать сочетания клавиш операциям и т.д.

Окно программы можно разделить на пять основных элементов: главное меню, главная панель инструментов, окна проекций, командная панель, нижняя панель интерфейса.

### 1.1 Главное меню

обеспечивает доступ к основным командам, все команды меню объединены в категории. Команды Show Menu Bar и Hide Menu Bar позволяют соответственно показать или скрыть меню. Для выбора этих команд (в версии 2016) нажмите надчеркнутый треугольник в верхней строке окна системы. Эти команды целесообразно запомнить, особенно, когда к Вашему персональному компьютеру имеют доступ и другие, не всегда дисциплинированные пользователи.

К числу совершенно необходимых для начинающего отнесем команды File-New и File-Reset, первая из которых применяется для создания новой сцены, вторая сбрасывает все свойства в значения по умолчанию.

Настройку единиц измерения можно выполнить так: Customize ['kɫstəmaɪz – переделывать, подгонять] - Units Setup - Generic Units [dʒɪ'nerɪk – типичный, универсальный] - System Units Setup ['setʌp – структура, порядок, уклад, система], в открывшемся окне установить 1 unit ['ju:nɪt] = 1 millimeters ['mɪlɪ ,mɪ:tə] и поочередно закрыть окна.

Командой `Customize – Show UI – Show Main Toolbar` можно включить-отключить главную панель. Нажав правой кнопкой мышки на пустом месте главной панели, вы сможете переключать и другие панели, например, командную панель.

Уже на начальной стадии полезно иметь первоначальное представление о команде визуализации: `Rendering-Render Setup` – выбор одного из флажков: `Single` (один, единственный, каждый), `Active Time Segment` ['seɡmənt], `Range` [reɪndʒ - ряд, вереница, шеренга] – кнопка `Files...` (указать папку сохранения, имя и формат файла), - кнопка `Render` [reɪndʒ - изображать, представлять].

Визуализация— это процесс, в ходе которого все объекты сцены интерпретируются в контексте падающего на них освещения, материалов поверхностей и направления наблюдения с целью получения итогового изображения. Это итоговое изображение может представлять собой отдельный снимок сцены или кадр анимационной последовательности.

### Упражнение 1.1 Сфера с нормальными.

Решение. Построим сферу, конвертируем в `editable mesh` ['editəbəl – редактируемый], перейдем на подуровень `face` в стеке модификатора `editable mesh`, включим пункт `show normals` ['nɔ:m(ə)ls], в окошке `Scale` рядом установим длину нормалей и выделим сферу методом «лассо».

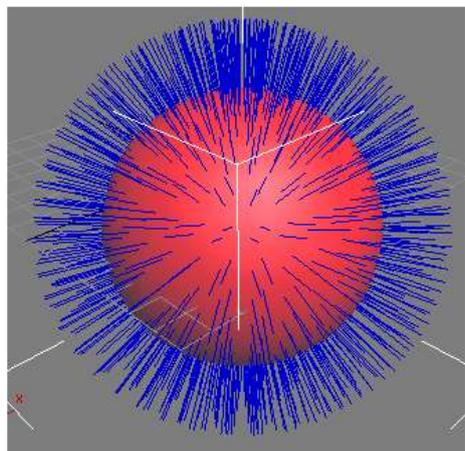


Рис. 1. Нормали к сфере.

На рис. 1 показаны нормали — воображаемые векторы, исходящие из центров многоугольных граней перпендикулярно их поверхности. Они используются программой для расчета интенсивностей и направлений лучей света, отражаемых гранями. Как компьютер интерпретирует поверхности этих многоугольников? Во-первых, чтобы быть воспринятым в качестве поверхности, многоугольник должен иметь нормаль, указывающий, какая из сторон этой грани является видимой, а также — под каким углом она располагается в пространстве. Если проекция нормали на ось визирования камеры направлена от камеры (соответственно на камеру), то грань считается невидимой (видимой). При визуализации сцены рассчитывается, какое количество света и с каких направлений падает на каждую грань, а также — какое количество света отражается от каждой грани в сторону камеры с учетом ориентации нормалей.

В большинстве случаев нормали присваиваются граням только с одной стороны, образуя тем самым односторонние многоугольники (*single-sided polygons* ['rɒlɪgəns]). Односторонние многоугольники могут быть видимыми только с той стороны, в которую направлена нормаль, и это может в ряде случаев приводить к проблемам при визуализации — например, если поместить камеру внутрь объекта. Поэтому предусмотрена возможность известить алгоритм визуализации о том, что данный многоугольник является двухсторонним (*double-sided polygon*) и может быть виден с обеих сторон.

Проблемы с визуализацией, подобные «невидимым» многоугольникам, могут возникать и в тех случаях, когда грани, составляющие многоугольник, не лежат в одной плоскости. Одним из способов решения проблем такого сорта является преобразование всех объектов в совокупности треугольных граней. Поскольку у треугольников только по три вершины, для них свойство плоскости обеспечено.

## 1.2 Главная панель инструментов

может отображаться и как плавающая панель, располагаться в других местах окна. Она содержит кнопки быстрого доступа к наиболее употребительным командам. Отключить/включить главную панель можно командой `Customize – Show UI – Show Main Toolbar`.

Кнопки панели инструментов снабжены подсказками, значок в правом нижнем углу некоторых кнопок указывает, что при нажатии и удержании такой кнопки откроется панель с дополнительным набором кнопок. Перечислим некоторые кнопки.

`Select and Link` – устанавливает связь между объектами сцены.

Кнопкой `Select and Link` установим связь между двумя сферами, с этого

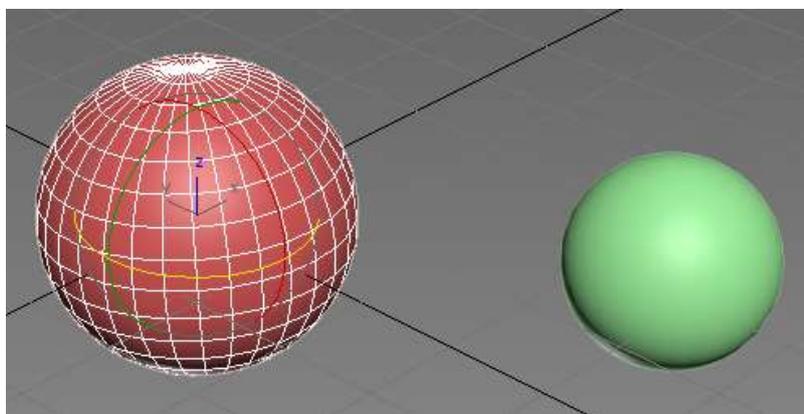


Рис. 2. Установим связь между сферами.

времени взаимное расположение сфер зафиксировано; в частности, зафиксировано расстояние между ними. Затем инструментом `Rotate` повернем сферу в центре и понаблюдаем, как поворачивается вокруг нее связанная с ней сфера.

### Упражнение 1.2 Модель солнечной системы.

Решение. Не углубляясь в астрономию, примем число планет равным девяти: в 2006 г. Плутон-Харон был признан несоответствующим определению планеты (сила гравитации, недостаточная для придания шаровидной формы), но в конце января 2016 года астрономы К. Батыгин и М. Браун заявили об обнаружении новой планеты, орбита которой пролегает в 20 раз дальше от светила, чем орбита Нептуна (вероятность существования считается равной 90%).

Создадим в новой сцене сферу в центре, другую сферу – подальше, включим связь **Select and Link**, установим число кадров анимации равным 400, переключимся в режим четырех окон (кнопка **Maximize Viewport Toggle** в правом нижнем углу окна системы), затем в окне **Top** в контекстном меню для центральной сферы выполним команду: **Rotate** и нажатием прямоугольника напротив откроем диалоговое окно **Rotate Transform Type-In**. **Нажмем кнопку AutoKey** и выполним последовательно шаги цикла: в окошке для ползунка внизу-справа установим 50, 100, 150, 200, ... 400 кадров, для каждого из них в окне **Rotate Transform Type-In** установим (слева): Z=90, 180 (-180), -90, 0, 90, 180 (-180), -90, 0 (градусов), каждый раз нажимая **Enter** для каждого из названных двух окошек. Отожмем кнопку **AutoKey** и запустим анимацию.

Остановим анимацию, затем добавим раскрашенные 8 сфер разных размеров и каждую из них свяжем с центральной сферой, при этом инструмент **Select and Link** выбираем один раз. Запустим анимацию «планетной системы». С помощью объекта **Torus** создадим орбиту для одной из планет (или для всех планет). Выполним визуализацию. В последующем можно перетащить на сферы соответствующие изображения.

Возвращаясь к ознакомлению с начальными сведениями о системе, рассмотрим еще один инструмент **Bind to Space Warp**, который связывает объект с источником объемной деформации.

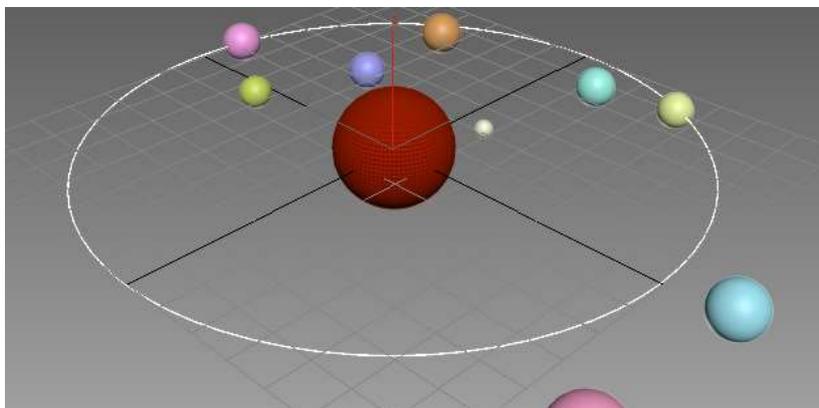


Рис 3. Все планеты вращаются с одинаковыми угловыми скоростями, обозначена лишь одна орбита, планеты лишены спутников, не наложены материалы, не соблюдаются масштабы в размерах планет и радиусах их орбит.

### Упражнение 1.3 Взрыв чайника, сферы и текста.

Решение. 1. Создайте текст командой

`create-shapes-text (size= 40)` – щелчок в окне сцены,

затем примените к нему модификатор **Edit Mesh** ['edit meʃ] с вкладки **Modify** командной панели, в стеке модификаторов откройте (нажав на плюс) свойство **Edit Mesh**, перейдите на подуровень **Face** или **Polygon**, обязательно выделите текст методом лассо, выдавите модификатором **Extrude**, затем закройте свойство **Edit Mesh** (нажатием сначала на минус, затем – в правой части строки) и поверните в вертикальное положение инструментом **Select and Rotate**.

2. Создайте объект «бомба» командой меню:

`create-space warp-geometric\deformation-bomb,`

`[,di:fo:'meɪʃ(ə)n]` и инструментом **Bind to Space Warp** [baɪnd] свяжите объект с текстом в любом направлении.

Аналогичную связь бомбы установите с чайником и со сферой. Запустите анимацию или просто перетащите ползунок шкалы анимации (на

рис. 5 изображен 17-й кадр анимации) и выполните визуализацию. Поупражняйтесь с различными взаимными расположениями бомбы и объектов.

Мы уже упомянули некоторые инструменты выделения. Инструменты Select Object, Select by Name, Rectangular Selection Region используются для выделения объектов. Select and Move, Select and Rotate, Select and Uniform Scale, Select and Non-uniform Scale позволяют не только выделить объект, но и выполнять над ним действия перемещения, вращения, масштабирования.

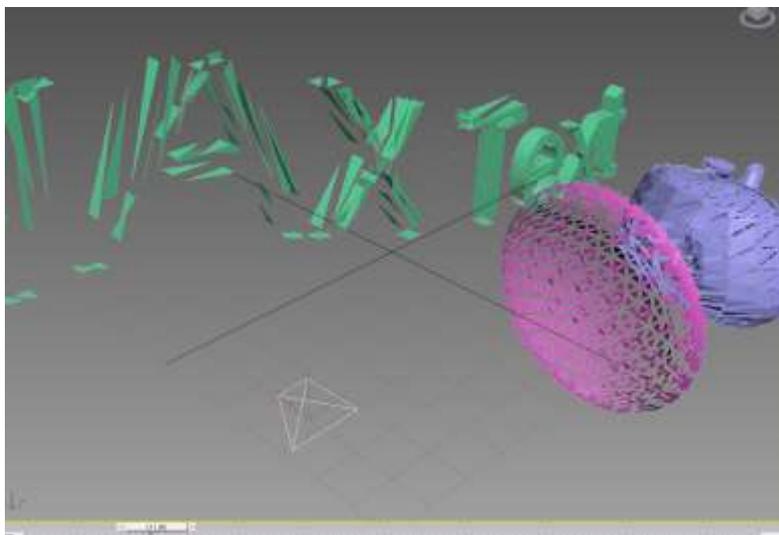


Рис. 5. Разрушительное воздействие «бомбы» на текст, чайник и сферу.

#### Упражнение 1.4 Клонирование объекта.

Решение. Для клонирования объекта используется команда меню Edit-Clone (ctrl+v). Можно поступить и по-другому: при нажатой клавише Shift примените к объекту инструмент Select and Move, затем отпустите кнопку мышки и отожмите клавишу Shift, в диалоговом окне в окошке Number of copies укажите количество клонов и выбором радиокнопки уточните их тип: Copy, Instance ([ 'in(t)stən(t)s ] – экземпляр), Reference ([ 'ref(ə)r(ə)n(t)s ] – ссылка).

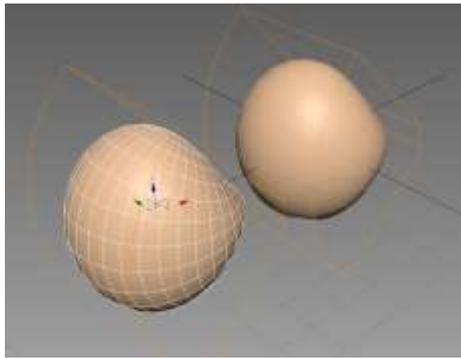


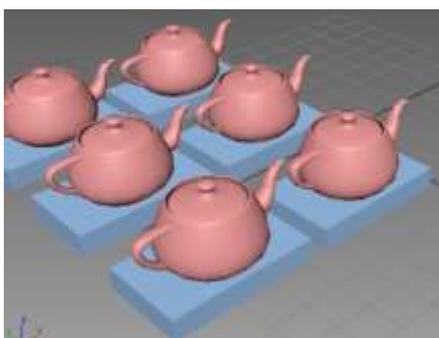
Рис. 6. Клон создан методом Instance, поэтому воздействие на него модификатором Bend отражается и на оригинале.

Copy – будущая копия независима от оригинала, Instance – клонированный экземпляр и исходный объект взаимозависимы в смысле воздействия модификатора, Reference — создается объект, настройки которого копируются из оригинала.

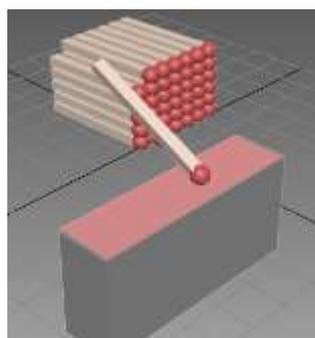
Часто используют команду клонирования с выравниванием относительно других объектов.

#### Упражнение 1.5 Подставки для чайников.

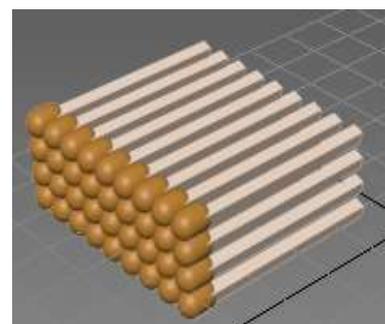
Решение. Клонированием объекта box создадим две «подставки», выделим обе и склонируем еще раз, указав количество клонов равным двум; в результате получим шесть одинаковых дощечек. Создадим чайник, пусть он выделен.



а



б



в

Рис. 7. Клонирование с выравниванием.

Выполним команду Tools-Align-Clone and Align, в диалоговом окне нажмем кнопку Pick List и в появившемся диалоговом окне отщелкаем все шесть дощечек, включим флажок Link to Destination (теперь

обеспечивается пространственная связь между соответствующими парами объектов), после чего в свитке Align Parameters установим смещение по оси OZ равным высоте дощечек и внизу окна нажмем кнопку Apply (рис. 7а).

### Упражнение 1.6 Спички.

Решение аналогично предыдущему и выполняется, используя объекты Box и Sphere. Результат см. на рис. 7б. Вместо Sphere можно использовать объект Capsule (Extended Primitives), см. рис. 7в.

### Упражнение 1.7 Множество объектов, расположенных по спирали.

Решение. Создадим спираль командой панели команд Create-Shapes-Helix, затем создадим сферу малого радиуса и выполним команду меню Tools-Align-Spacing Tool, в диалоговом окне установим Count=100, нажмем там же на кнопку Pick Path и в окне перспективы укажем на созданную спираль и закроем диалоговое окно нажатием на кнопку Apply (внизу). Результат изображен на рис. 8.

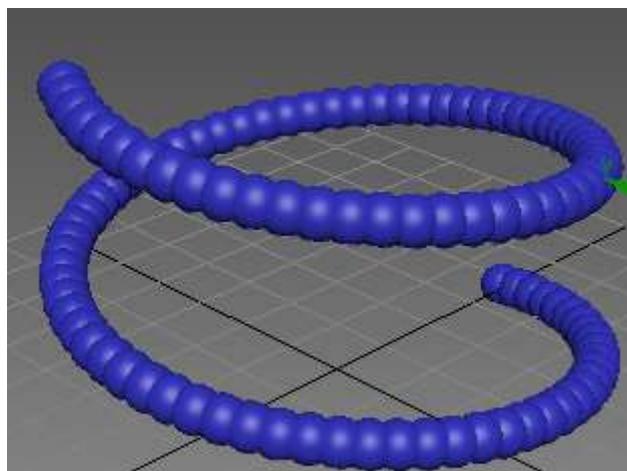
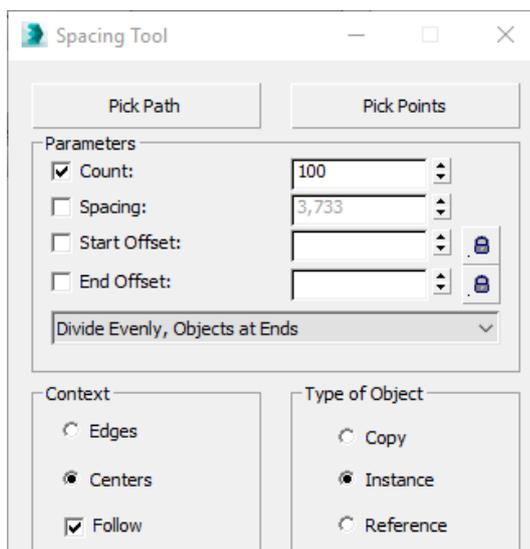


Рис. 8. 100 сфер размещены по спирали.

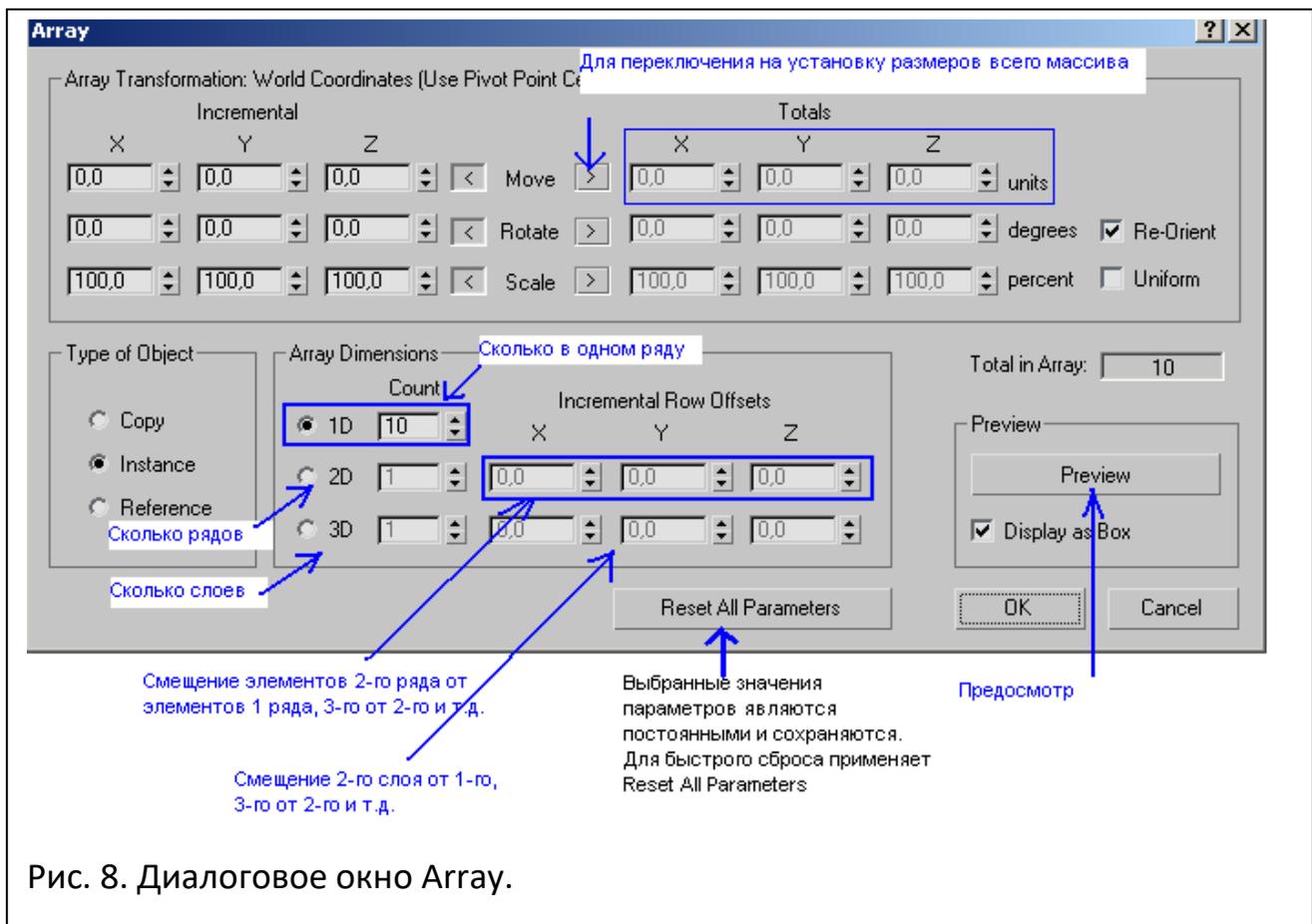
Естественным продолжением предыдущего упражнения представляется создание массива объектов.

## Упражнение 1.8 Массив объектов.

Решение. Команда Tools-array, выполненная для сферы после преобразования в Editable Mesh, позволяет создать 1-2-3 мерные массивы сфер.

Установим, например, тотальные размеры  $x=200$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ ,  $1D=5$ ,  $2D=3$ ,  $3D=2$ , включим флажок Display as Box для показа объемлющих каркасов и нажмем Preview: отобразятся пять выстроенных по оси OX кубиков. Если ниже Incremental Row Offsets добавить напротив 2D:  $x=0$ ,  $y=50$ ,  $z=0$  (при этом значение координаты «у» увеличивать постепенно при том же включенном Preview), то второй и третий ряды по пять каркасных кубиков отслоятся от первого ряда и сместятся по оси OY на 50 и  $50+50=100$  единиц соответственно. Если еще при этом напротив 3D установить  $z=50$ , то слой  $5*3$  отслоится и приподнимется по оси OZ.

Включение флажка Display as Box многократно экономит память при промежуточных манипуляциях с массивами объектов.



## Упражнение 1.9 Движение объекта по заданной траектории.

Шаг 1. Создадим два шарика. Чтобы нарисовать траекторию, по которой один шарик будет двигаться вокруг другого, на вкладке Shapes в командной панели в списке вместо "Splines" выберем "NURBS Curves", который обеспечивает создание более плавных кривых, нежели простые сплайны. Теперь из двух инструментов – Point Curve и CV Curve -- выберем любой метод построения и нарисуем траекторию, щелкая левой кнопкой мышки.

Чтобы заставить шарик принять нарисованную кривую как траекторию своего движения, выполним два действия.

Шаг 2. Выделим шарик и на вкладке Motion в командной панели в свитке Assign Controller в раскрытом свойстве Transform выделим пункт Position (четыре стрелки), после чего нажатием на активизированную кнопку повыше откроем диалоговое окно Assign Position

Controller, где выберем Path Constraint (чтобы высказать намерение указать траекторию движения) и нажмем ОК.

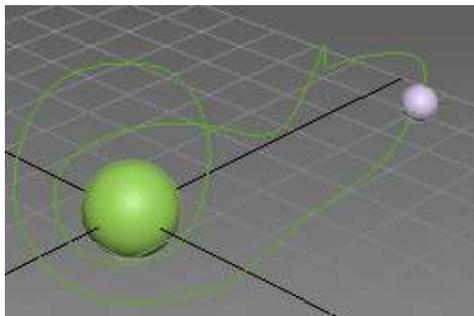


Рис. 9. Движение по заданной траектории.

Шаг 3. После этого свиток Assign Controller вкладки Motion нам уже не нужен, вместо него раскроем свиток Path Parameters, нажмем кнопку Add Path и щелчком укажем нашу кривую в сцене. Включим воспроизведение анимации и понаблюдаем перемещение шарика по кривой (рис. 9).

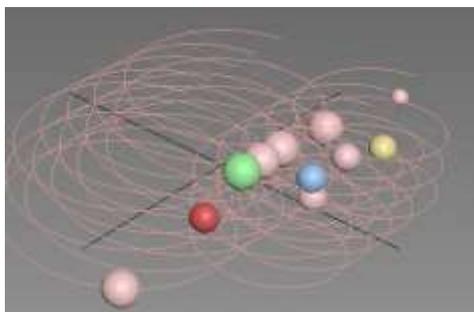


Рис. 10. Движение шарика и спирали вдоль самой спирали.

Замечание 1. Чтобы сплайн был виден после визуализации (соответственно в окне проекции), выделим его и на вкладке Modify из двух областей – Rendering и Parameters – откроем первую и выберем галочкой флажок Enable In Renderer (соответственно Enable In Viewport). При этом толщину линии можно выбрать в окошке Thickness.

Замечание 2. Выбрав шарик и в качестве траектории его движения стандартный объект Create – Shapes – Splines – Helix, затем выделив

оба объекта (шарик и Helix) и указав Helix в качестве траектории движения выделенной совокупности объектов, получим эффект, изображенный на рис. 10.

**Упражнение 1.10** Облет объекта камерой по заданной траектории.

Решение. Вместо движущегося шарика выберем камеру Target. Чтобы камера во время движения смотрела на неподвижный объект, фокус камеры (имеет вид кубика), за которым следует направление ее взгляда; размещаем на центральный шарик, т.е. туда, куда камера должна смотреть. Остается в заголовке окна перспективы вместо [perspective] выбрать Cameras-Camera001.

### 1.3 Окна проекций

Существуют два представления 3-мерного мира на двухмерной плоскости: аксонометрическое (наблюдатель находится на бесконечном расстоянии от объекта, так что параллельные линии остаются параллельными) и перспективное (представление имитирует работу глаз и сводит все линии в одну точку).

Частным случаем аксонометрической проекции являются ортографические проекции, при построении которых плоскость проекции выравнивается параллельно одной из координатных плоскостей 3-мерного пространства. К ортографическим проекциям 3ds max относятся виды сверху, снизу, спереди, сзади, слева и справа. К перспективным проекциям – вид из камеры, перспектива и окно, основанное на источнике направленного света.

В выдвигающейся панели под кнопкой Pan размещается кнопка Walk Through (пройти насквозь), Through позволяет контролировать перемещение камеры с помощью клавиш–стрелок или W, A, S, D.

Панорамировать окно можно, в частности, прокруткой колесика мыши, перемещением указателя при нажатом колесике мыши. Для увеличения размеров окна проекции за счет удаления панелей можно использовать переход на экспертный режим (Views-Expert Mode).

Для настройки окон проекции используется команда меню Customize – Viewport Configuration (или вместо это щелкнуть на имени окна правой кнопкой и выбрать Configure); вкладка Rendering Method содержит разделы Rendering Level, Transparency (с 3 пунктами: None, Simple, Best) и др.

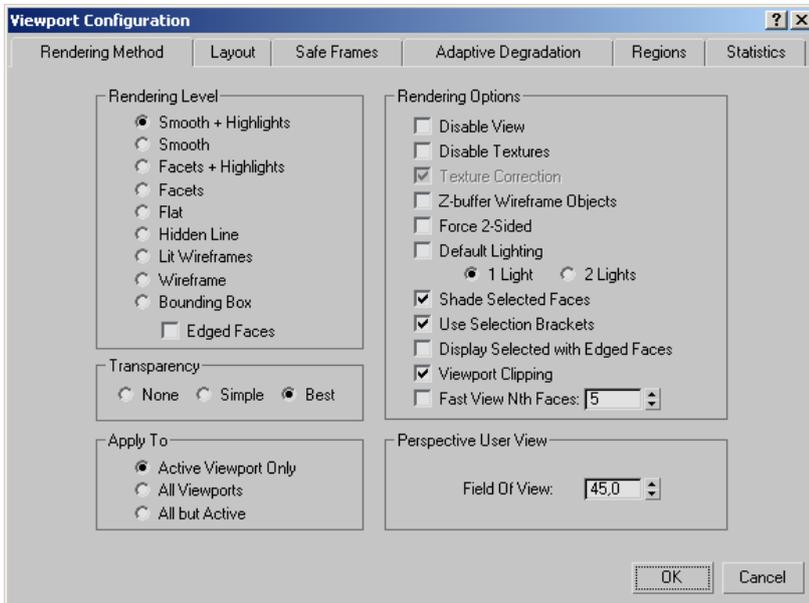


Рис. 11. Команда Customize - Viewport Configuration.

Здесь пункт Viewport Clipping устанавливает маркеры передней и задней ограничивающей плоскостей, которые можно перетаскивать (будут видны только объекты между ними). Вкладка Layout (Структура) позволяет выбрать разные способы расположения окон.

Вкладка Adaptive Degradation применяется для установки, сколько кадров в секунду мы хотим обновлять в окне проекции, если это не удастся, скорость будет уменьшаться до приемлемого.

Вкладка Regions позволяет задавать область (прямоугольную) для выполнения визуализации в небольшой области, это разгружает компьютер.

**Замечание.** Для копирования изображения в окне проекции используйте Tools-Grab Viewport; скопированное изображение появится в окне Rendered Frame Window, откуда через меню можно его сохранить. Часто возникает необходимость загрузить в окно проекции фоновое изображение. Для этой цели используется команда View-Viewport

Background (alt+B). Фоновый рисунок упрощает выравнивание объектов сцены, но не визуализируется с ней. Чтобы достичь визуализации вместе со сценой, используйте команду меню Rendering – Environment.

#### 1.4 Командная панель. Модификаторы

обычно располагается справа от окон проекции и содержит шесть вкладок, состоящих из свитков с настройками объектов. Например, первая вкладка create содержит свитки geometry, shapes, cameras, helpers, space Warps, systems. Разнообразие создаваемых объектов обширно. Например, можно создать лестницу, шар, дерево. Отметим, что дерево получается громадных размеров, для изменения параметров в этих и других случаях используется вкладка Modify. Другие вкладки: hierarchy, motion, display, utilities. Панель команд обеспечивает выполнение операций по созданию и модификации объектов сцены. Операции сгруппированы в свитки, часто используется прокрутка. Стандартные примитивы служат базовым материалом для создания более сложных моделей.

Различают следующие подходы к трехмерному моделированию:

- моделирование на основе примитивов, - использование модификатора, - создание объектов при помощи логических (булеановских) операций, - создание 3-мерных сцен с использованием частиц, - правка редактируемых оболочек (Editable Mesh, Editable Poly, Editable Patch), - NURBS - моделирование, - сплайновое моделирование.

Список модификаторов (Modifier List) длинный, более 100 пунктов. Приведем примеры модификаторов.

1) Blend Изгиб – деформация объекта, сгибая его геометрическую оболочку под определенным углом (Angle) относительно некоторой оси (Bend Axis).

2) Taper Сужение: направление воздействия – ось, кривизна искажения – Curve, величина воздействия – Amount, ограничения – Limits, режим симметрии – Symmetry.

3) Twist Вращение: угол кручения – angle, смещение эффекта – Bias (Baies), направление действия модификатора – Twist Axis.

4) Moise Зашумление (+анимация).

5) Slice Часть, доля (отсечение части).

6) Lathe Токарный станок (фигура вращения).

Рассмотрим назначение, удаление и приостановление модификаторов. Модификатор – определенное действие, назначаемое объекту для изменения его свойств (изгибание, вытягивание и пр.). Модификатор содержит свои настройки, которые можно изменять при помощи вкладки Modify. На этой вкладке размещается стек модификаторов – окно, где отображается история использования инструментов к выделенному объекту, а также представлены режимы редактирования объектов.

При помощи стека модификаторов можно быстро переместиться в настройки объекта, отключить действие модификаторов или поменять местами очередность их использования. При выделении объекта или примененного к нему инструмента в стеке модификаторов на вкладке Modify, под стеком, появляются его настройки. Для назначения модификатора следует выделить объект и выбрать модификатор из списка главного меню или Modifier List. Удаление назначенного модификатора выполняется так: выделить в стеке модификаторов и нажать Remove Modifier From the Stack – кнопку под окном стека модификаторов.

Временное приостановление действия модификатора: выключить лампочку слева от названия модификатора слева названия модификатора в стеке модификатора.

**Упражнение 1.11** Плоская тарелка.

Решение. Создать чайник, применить к нему модификатор Slice, в стеке модификаторов нажатием на «плюс» раскрыть и выбрать единственный пункт Slice Plane с отображением плоскости отсечения на уровне дна чайника. В единственной свитке Slice Parameters оставляем

выделенный пункт Operate On = Polygons, а из четырех типов Slice Type (Refine Mesh, Split Mesh, Remove Top, Remove Bottom) выберем пункт Remove Top (для удаления части, расположенной выше плоскости). Удалится весь чайник, но мы сдвинем плоскость отсечения немного вверх инструментом Select and Move.

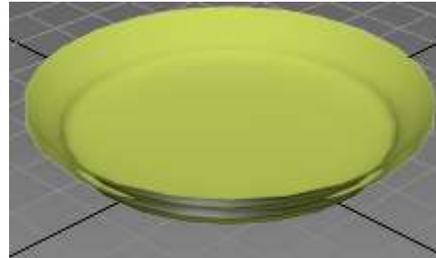
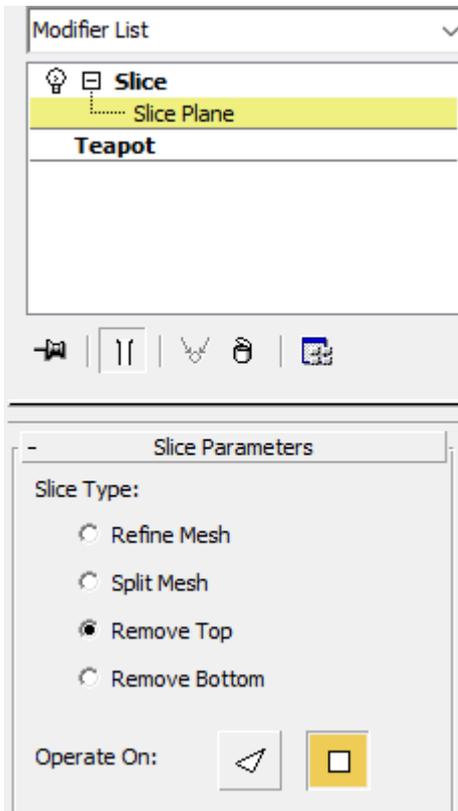


Рис. 12. Модификатор Slice.

### Упражнение 1.12 Чаша.

Решение аналогично предыдущему, результат показан на рис. 13.

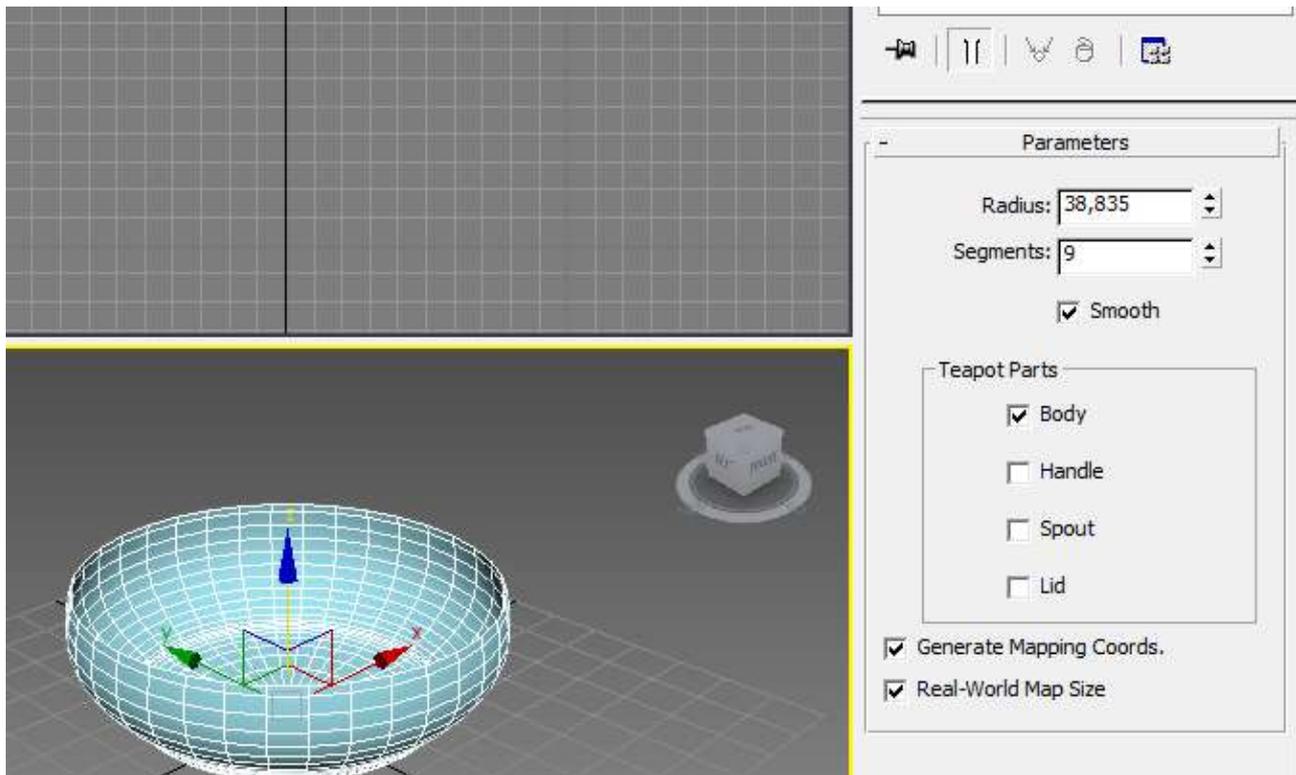


Рис. 13. Чаша получена из сферы.

### Упражнение 1.13 Создание сложных объектов с помощью модификатора Bevel Profile

**Решение.** Шаг 1. На виде Top создадим звездообразное основание чашки. Плоская фигура звезда (Create – Shapes – Star) характеризуется внешним и внутренним радиусами (параметрами Radius1, Radius2), радиусами скругления (Fillet Radius – [‘filit ‘reidjes] – повязка, лента, скрепляющая волосы, углубление, кромка, валик, ободок, утолщение), количеством точек (.points), и искажением (distortion).

Как нарисовать звезду? При нажатой левой кнопке отодвинуть курсор от центра (нарисуеться звезда с подвижным внешним радиусом) и отпустить с целью зафиксировать внешний радиус (нарисуеться окружность с крестообразным курсором и 2\*points точками), затем сдвигом курсора вовнутрь меняем внутренний радиус (при этом points точек с «нечетными» номерами сдвигаются радиально вовнутрь) и нажатием левой кнопки завершить рисование. Чтобы сгладить углы, меняем в окне Параметры командной панели значения Fillet Radius. Нажатием

правой кнопки в активном окне Top завершаем режим создания звезды.

Шаг 2. В окне Front нарисуем профиль половины чашки. Предварительно для удобства показа в панели управления окнами можно выбрать изображение руки (панорамный показ) и сдвинуть окно Front влево-вниз. Команда Create-Shapes-Line, щелчками левой кнопки обозначим углы линии, затем сгладим (Line – vertex – выделить, в контекстном меню выбрать Smooth). Профиль нарисован.

Шаг 3. Чтобы у линии была толщина, выберем в составном свойстве Line подсвойство splines, затем выберем outline, отслаивая контур чашки; верхнюю кромку сдвоенного контура сгладим, нижнюю уберем. Выделим звезду по имени и применим к ней модификатор Bevel Profile (в окне проекций сразу увидим тонирование).

Шаг 4. Мы указали объект. Теперь надо указать для него профиль: у модификатора Bevel Profile имеется кнопка Pick Profile (Указать профиль). Нажмем кнопку и в любом виде окна, например, Front, щелчком укажем профиль, который мы нарисовали.

Самостоятельно выполните шаг 5 – в качестве закрепления материала по модификатору Bevel Profile и «удобства практического использования» чашки приделайте к ней ручку.

### Упражнение 1.14 Создание фигур вращения.

Решение. Шаг 1. Нарисовать угловатую половинку яблока. Выполним команду Create (вкладка) Shape – Line и нарисуем половину яблока, щелкая левой кнопкой мыши для обозначения угловых точек. После создания последней точки на вертикальной оси, с которой и начали, отведем в сторону и нажатием правой кнопки завершим.

Шаг 2. Сгладить фигуру. Чтобы фигура стала гладкой, выберем теперь не вкладку Create, а вкладку Modify, затем line, развернем с помощью

знака + и выберем Vertex. При этом обозначатся все вершины. Щелкнув по одной из них правой кнопкой мыши, из контекстного меню возьмем тип Smooth, вследствие чего вся линия станет гладкой.

Шаг 3. Изменить форму яблока. Из панели инструментов выберем инструмент Select (si'lekt) and Move, поднесем курсор мыши к той или иной вершине, из двух осей координат наведением мыши выделим желтым цветом направление перемещения вершины, сдвигом мыши переместив, локально изменяя форму кривой.

Шаг 4. Вращение. Для создания фигуры вращения рекомендуется проверить выполнение двух условий: а) концевые точки – типа Corner (уголок): перемещая курсор мыши при нажатой левой кнопке, выделим обе концевые точки в один прямоугольник, правой кнопкой покажем контекстное меню и выделим там Corner; б) абсциссы этих концевых точек должны совпадать. Например, выделим поочередно каждую концевую точку и внизу в окошке X введем нулевое значение.

После этого нажатием на «←» свернем Line (т.е. покинем пункт Vertex) и в списке модификаций выберем Lathe. Чтобы рассмотреть полученную фигуру вращения, переключим знакомый тумблер справа-внизу; обычно объект не будет похож на ожидаемый.

Выберем в пункте Align пункт Min, ведь вертикальная ось, вокруг которой в нашем случае мы должны были выполнить вращение, имеет наименьшую абсциссу (проблема в том, что предварительно это указать не удастся).

Шаг 5. Улучшение вида. Если объект получился темным, это свидетельствует об отсутствии нормалей. В том же модификаторе Lathe в разделе Parameters включим флажок – кнопку (CheckBox) Flip Normals для создания нормалей «на лету». Это рядом с флажком “Weld Core” и компонентой типа SpinEdit “Segments”.

Если мы хотим подправить форму яблока, то можем в текущем модификаторе Lathe снова выбрать в окне Line уровень Vertex, подровнять вершины, не меняя при этом положение концевых точек.

Чтобы посмотреть, как «фрукт» будет выглядеть при визуализации, выберем в верхней панели Quick Render (чайник в правом краю). В отдельном окне пройдет процесс визуализации и станет ясно, что не хватает сегментов. В вышеупомянутой компоненте Segments увеличим значение 16 до 30 или 40. Снова проведем визуализацию, если края гладкие, то сегментов достаточно.

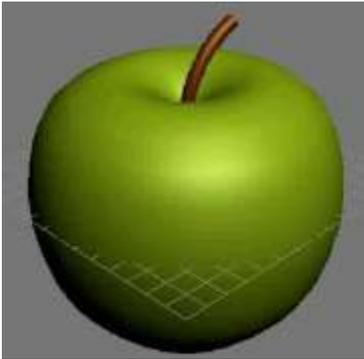


Рис. 14. Яблоко с веточкой.

Шаг 6. Деформация копии в грушу и создание веточки. Удерживая клавишу Shift, сдвинем курсор мыши от выделенного яблока, тем самым клонируя его. Выделим, перейдем на Line - Vertex, перемещая вершины, сплющим книзу, превращая в грушу, и придадим зеленый цвет (на вкладке будет виден цвет, можно изменить). Чтобы придать веточку, выделим Create – geometry – standard primitives – Cylinder из стандартных примитивов цилиндр.

Поднесем его в окне TOP к верхней впадине яблока (середине), вытянем вверх, применим к нему модификатор Bend, параметр angle выставить по своему усмотрению, радиус подправить (уменьшить). Полученную веточку скопируем и для груши.

Подобным образом можно создать и другие фигуры вращения.

## 1.5 Нижняя панель интерфейса

содержит поля отображения состояния и подсказок, ввода команд, наборы кнопок для управления окнами проекций и воспроизведения анимации. Встроенный в 3ds Max язык макропрограммирования

MAXScript предоставляет возможности: создание сценариев, которые хранятся в файлах \*.ms и воспроизводят функции построения геометрических моделей, расстановки осветителей и камер, назначения материалов, визуализации и анимации объектов сцены и др.

**Упражнение 1.15** Создание сферы командой языка MAXScript.

Решение. В окне ввода команд введите следующие команды:

- 1) Sphere() и нажмите ENTER. Появится сфера с параметрами по умолчанию.
- 2) Torus radius1:50 radius2:10 и нажмите ENTER. Появится тор с радиусами 50 и 10. По умолчанию присваиваются имена: Torus01 и т.д.
- 3) \$Torus01.position.x=50 и нажмите ENTER. Тор переместится по оси OX.

Замечание. Другим способом ввода команд является использование окна команд MAXScript Listener, которое открывается нажатием клавиши F11 или командой меню Customize-Maxscript Listener.

## 1.6 Подключаемые модули (Plug-in)

Это внешние программы, предоставляющие пользователям дополнительные возможности. Открытая архитектура 3ds MAX построена так, что позволяет любому разработчику программного обеспечения улучшить его возможности, используя MAXScript и Software Developer's Kit.

Каждый модуль предназначен для решения определенной задачи (например, для создания волосяного покрова, добавления эффекта огня, визуализации). Внешний модуль состоит из набора файлов,

обычно с расширениями DLE (относится к экспорту из программы), DLU (если модуль является утилитой), DLO, DLM.

Как устанавливается модуль? Если у него нет специального мастера установки, то достаточно скопировать его файлы в папку `plugins` из основного директория `3ds Max` и перезапустить `3ds Max`. Можно модуль установить в отдельный директорий, тогда пути к файлам, используемым модулем, указываются в файле `plugins.ini`.

Как использовать модуль? После инсталляции модуля и перезапуска `3ds Max` остается найти место, откуда можно получить доступ к модулю. Обычно это категории `Modify`, `Helpers`, `Utilities` вкладки `Create` командной панели.

Для просмотра списка установленных в программе внешних модулей используйте команду `File-Summary info` – кнопка `Plug-in-Info`, для управления внешними модулями – команду меню `Customize-Plug-in-Manager`. Модули, имеющие статус `loaded`, загружены в память и готовы для использования. Многие модули имеют статус `deferred` (отложен) и подгружаются по мере обращения к ним. `Unloaded` – выгружены из памяти. Щелчком правой кнопки можно через контекстное меню управлять загрузкой и выгрузкой из памяти, подключать новые внешние модули, расположенные на жестком диске.

## ЧАСТЬ 2. Составные объекты

Составные объекты в 3ds Max представлены отдельной группой Compound Objects категории Geometry вкладки Create командной панели. Составные объекты позволяют моделировать тела сложной формы. Рассмотрим некоторые возможности: логические операции над объектами, распределение одних объектов на поверхности других, согласование поверхностей объектов, лофтинг.

### 2.1 Логические операции

К логическим операциям относятся объединение, вычитание и пересечение. В операциях всегда используются только два объекта, их называют операндами (операнд А и операнд В).

**Упражнение 2.1а Создание миски операцией вычитания.**

Решение. Создадим усеченный конус с помощью стандартного примитива Cone. Склонируем его и немного сдвинем созданный клон по вертикали вверх, затем выделим оригинал и с помощью команды Compound Objects – Boolean – Subtract (по умолчанию в качестве операнда А указан выделенный ранее оригинал), выполним нажатие на кнопку Pick Operand В и укажем на клон. В результате получим искомую миску.



Рис. 1. Миска, созданная операцией вычитания.

### Упражнение 2.1б Вычитание сферы из куба.

Решение. Создадим куб со стороной 40 и сферу со радиусом 25 с общим центром (рис. 2а). Выделим куб и с помощью команды Compound Objects – Boolean – Subtract выполним нажатие на кнопку Pick Operand B и укажем на сферу (рис. 2б).

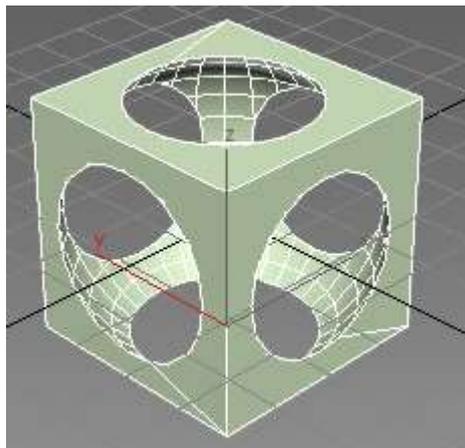
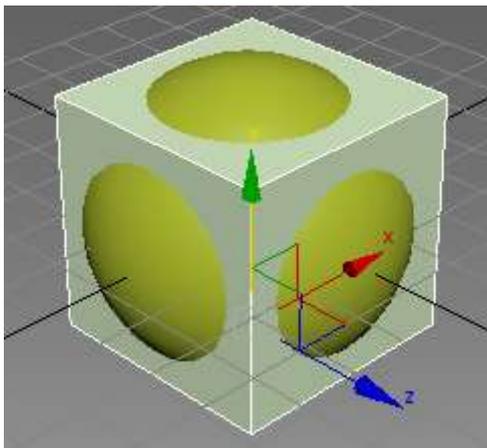


Рис. 2а. Куб и сфера с общим центром. Рис. 2б. Результат операции вычитания.

## 2.2 Распределенные объекты

Рассмотрим, как распределить копии одного объекта на поверхности другого объекта.

### Упражнение 2.2а Камни на поверхности.

Решение. Необходимо иметь объект-источник (Source), например, зашумленный объект Sphere1 с малым радиусом и объект-базу распределения (Distribution), например, зашумленный объект Plane1. Выделить источник, выбрать в командной панели кнопку Create-Compound Objects – Scatter. Нажать на кнопку Pick Distribution Parameters свитка Scatter Objects (распределенные объекты), укажем на объект Plane1 и установить значение счетчика Duplicates (например, 100), выбрать флажок Perpendicular (если требуется) и выбрать один из пунктов в Distribute Using (например, Even – для равномерного распределения).

Замечание. По умолчанию цвета источника и базы одинаковы. Чтобы сделать их различными, установить материал Multi\sub-object: нажать на M, выделить одну из фигур в окне редактора материала, нажать на Standard и выбрать указанный материал.

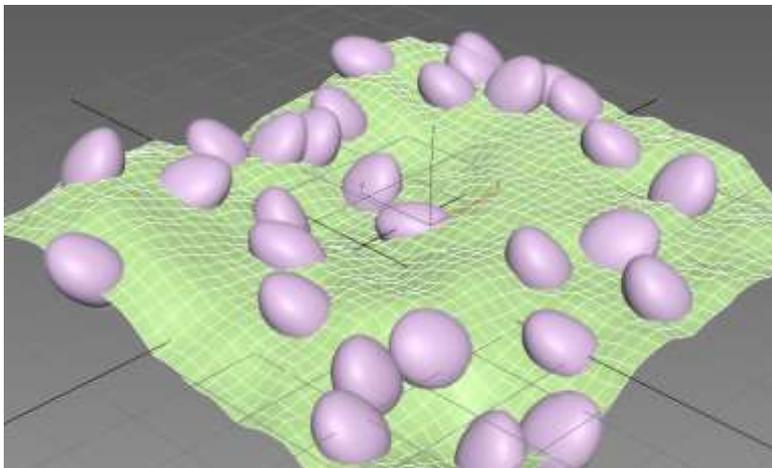


Рис. 3. Объекты распределены на зашумленной поверхности.

#### Упражнение 2.2б Множество деревьев на зашумленной поверхности.

Решение аналогично предыдущему за одним важным исключением: деревья занимают значительное место в памяти, поэтому их количество следует выбрать небольшим, а их параметры (высота и т.п.) – малыми.

#### Упражнение 2.2в Множество малых полусфер на воображаемой сфере с большим радиусом.

Решение. Построим две сферы с радиусами 40 (Distribution) и 7 (Source) соответственно. При выделенном источнике выполним команду Create-Compound Objects – Scatter, нажмем кнопку Pick Distribution Parameters свитка Scatter Objects, укажем на объект Distribution (малая сфера разместится на поверхности большой сферы), установим Duplicates =60 и выберем пункт Random Faces в списке Distribute Using (рис. 4а).

Выполним команду Create-Compound Objects – ProBoolean, (при выделенных уже) копиях источника выберем кнопку Start Picking и укажем щелчком на объект—базу.

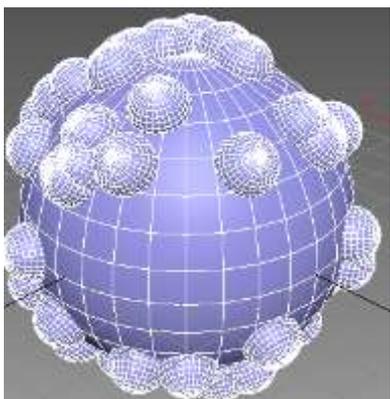


Рис. 4а. Копии источника распределены на поверхности базы.

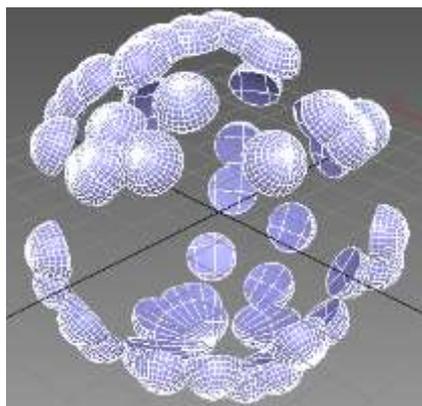


Рис. 4б. Выполнена команда Start Picking.

### 2.3 Согласование поверхностей объектов

Из подменю SpaceWarps-Geometric/Defomable пункта Create основного меню видно, как многообразны способы пространственного воздействия. Ранее рассматривался объект Bomb для взрывного воздействия на другие объекты. Здесь рассмотрим воздействие Conform, который позволяет добиться искривления «вытягиваемого» объекта (например, сплайнового текста) с тем, чтобы он «облегал» заданную «целевую» поверхность (например, камня или поверхности, полученной искривлением плоскости).

В сценарии участвуют три объекта. Иконку со стрелкой (Conform) после нажатия Pick Object следует связать с целевой поверхностью; при помощи инструмента Bind to Space Warp главной панели инструментов в любом направлении надо связать иконку и вытягиваемый объект. Последовательность выполнения этих двух связей может быть любой.

Все вершины объекта, к которому привязано искривление пространства Conform, вытягиваются до тех пор, пока не достигнут поверхности целевого объекта (называемого wrap to object, охватываемый объект), который указывается после нажатия кнопки Pick Object, или же вытянутся на предельное расстояние (параметр Default

Projection Distance). Зазор между границей целевого объекта и вершинами вытягиваемого объекта определяется параметром Standoff Distance.

**Упражнение 2.3 Объемный текст на неровной поверхности.**

Решение. Шаг 1. Создание камня – зашумленной сферы: вкладка Create – Geometry – Standard Primitives – Sphere (radius=100, Segments=150), вкладка Modify – noise, флажок Fractal, Strength =25 вдоль каждой из трех осей.

Вариант: создание вместо камня зашумленной плоскости (без включения флажка Fractal).

Шаг 2. Создание сплайнового текста:

вкладка Create командной панели – категория Shapes – строка Splines – кнопка Text – size:=40, в окне Text свитка Parameters изменить стандартный текст «MAX Text» на любой другой, вращением выровнять по вертикали, перемещением установить напротив камня.

Шаг 3. Создадим пространственную силу воздействия Conform: Create – Space Warps – Geometric\Deformable – Conform и щелчком разместим на продолжении прямой от целевой поверхности к тексту. Положение объекта Conform в сцене должно быть таким, чтобы иконка объекта была параллельна надписи, а сам текст располагается между объемной деформацией и камнем. Рекомендуется тщательно сверить «прицел» на окнах проекций.

Шаг 4. Укажем объекту Conform на облегаемый объект и инструментом Bind to Space Warp связать Conform с размещаемым объектом:

4.1 Сейчас выделен объект Conform. Перейти на вкладку Modify, в свитке параметров нажать на кнопку Pick Object и указать целевой объект.

4.2 При помощи инструмента Bind to Space Warp главной панели инструментов в любом направлении связать вытягиваемый объект (текст) с объектом Conform.

Ожидаемый результат: текстовый сплайн расположится на поверхности камня, но если визуализировать сцену, то ничего кроме камня видно не будет, поскольку сплайн не отображается по умолчанию. Мы можем несколько изменить ситуацию, если в стеке модификаторов выделим Text и в свитке Rendering на вкладке Modify установим флажок Enable in Renderer: теперь после визуализации нажатием F9 на поверхности выступят контуры букв.

Шаг 5. Отключим инструмент Bind to Space Warp нажатием на кнопку Select Object.

Шаг 6. Присвоим размещаемому объекту модификатор Edit Mesh:

выделим вытягиваемый объект Text001, используя инструмент Select by name, присвоим ему модификатор Edit Mesh и выполним визуализацию.

В результате текст уже будет виден на поверхности, но не будет объемным; причем применение к нему Bevel или Extrude не поможет: объемная деформация не позволит тексту выступать над поверхностью камня. При этом сплайновый текст отслоится от поверхности (причину этого автору не удалось выяснить), но после щелчка по нему вернется на поверхность. Итак, наше затруднение заключается в том, что воздействие Conform не позволяет сплайну выступить за пределы целевой поверхности. В следующем шаге мы решим эту проблему.

Шаг 7. Создадим независимый от пространственного воздействия клон текста:

выделим вытягиваемый объект (текст) и получим его клон, свободный от влияния объемной деформации: Tools – Snapshot, в открывшемся окне по умолчанию выбран флажок Clone Method – Mesh.

Шаг 8. Выдавим клон в третье измерение:

Выделим клон Text002 текста Text001, используя Select By Name. Для удобства работы с ним скроем временно остальные два объекта командой контекстного меню Hide Unselect. Перейдем на вкладку Modify, переключимся в режим редактирования Polygon, в свитке Edit

Geometry снимем флажок Refine Ends (очистить концы) и выделим текст. Нажмем кнопку Extrude в командной панели, чтобы выполнить выдавливание всех полигонов объекта на некоторое расстояние. Затем выполним команду Unhide All. Сгруппируем объемный текст с целевым объектом и выполним любые модификаторы, согласование сохраняется.

Теперь ясно, что изначальное искажение целевой поверхности было необязательным.

Шаг 9. Остается выполнить визуализацию (см. рис. 5).

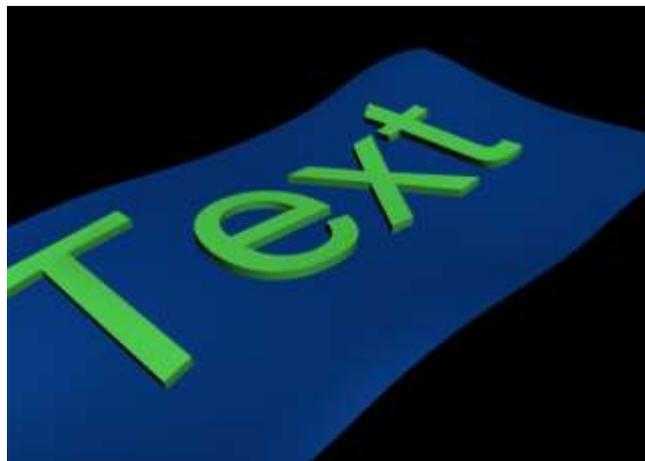
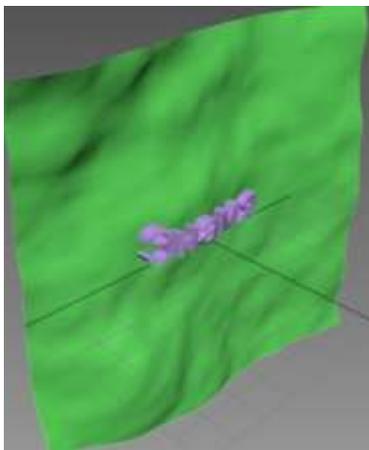


Рис. 5. Текст согласован с поверхностью.

#### Упражнение 2.4 Великая китайская стена.

Пусть требуется создать управляемый рельеф местности и построить замкнутую крепостную стену.

Решение повторяет решение предыдущего упражнения с заменой первых двух шагов на следующие.

Шаг 1. Создание (так называемой) лоскутной поверхности, гладкого сплайна и отрезка прямой.

Для создания управляемой холмистой поверхности выполните на командной панели: команду Create-Geometry - из раскрывающего списка выберите Patch Grids - щёлкните Quad Patch - в окне Top растяните

сетку Quad Patch (каждый лоскут управляется при помощи четырёх вершин) – установите в параметрах длину и ширину равными 200, число сегментов –  $4 \times 4$ . Щёлкните правой кнопкой мыши на Quad Patch и выберите Convert To - Convert To Editable Patch. Выберите одной из двух продолжений: а) на вкладке Modify активизируйте режим Vertex и подвигайте вершины вверх-вниз для создания холмов и впадин; б) используйте модификатор Noise - Fractal и установите Strength Z:=50 (попробуйте изменить значение Seed для разнообразия).

Создайте гладкую (лучше – замкнутую) линию («путь») инструментом Shapes-Line, выбрав в области Creation Method значение Initial Type радиокнопкой Corner, а значение Drag Type – радиокнопкой Smooth. Строго говоря, для этого сплайна значение Initial Type практически безразлично, оно влияет лишь на первый фрагмент линии, но для следующего сплайна-отрезка это важно. Создайте маленький отрезок, далее он будет использован для задания ширины дорожки. В окне Front поднимите путь над рельефом. Не забудьте нажатием правой кнопки мыши поставить инструмент Line «на место».

## Шаг 2. Лофтинг и установка параметров

Выделить сплайн-путь, взять инструмент Create-Geometry-Compound Object – Loft, затем в свитке Creation Method выбрать Get Shape и щёлкнуть на отрезке для указания – какая фигура протаскивается вдоль сплайна-пути в качестве поперечного сечения (результат выдавливания – узкая дорожка нулевой высоты).

При выделенной дорожке на вкладке Modify – в свитке Skin Parameters выбрать Flip Normals. В результате дорожка будет закрашена. В том же свитке в области Options установим: Shape Steps:=0, Path Steps:= 6 и визуально отметим, что структура дорожки упростилась.

Альтернатива: с выделенным объектом дорожки перейдите на вкладку Modify. Раскройте свиток Skin Parameters (Параметры оболочки). Активизируйте Optimize Shapes (Оптимизировать формы). Эта опция удалит ненужные полигоны, сделав внешний вид дороги более простым.

Далее выполним пункты 3-4-5-6-7-8-9 из предыдущего решения. Заметим, что на шаге 8 наряду с Polygon можно выбрать и Face, после чего выделить весь объект и выдавливать инструментом Extrude.

### Установка фонового изображения/цвета

В качестве закрепления навыков с лофтингом в следующем пункте мы рассмотрим, как приделать ручку чашке. Но для целей визуализации полезно предварительно ознакомиться с использованием фонового изображения и цвета.

### Упражнение 2.5 Загрузка фонового изображения/цвета.

Решение. Создадим новый файл (Ctrl+N), активизируем, например, окно Front и командой Views-Viewport Background (Alt+B) откроем диалоговое окно Viewport Background, где имеется кнопка Files для выбора фонового изображения.

Замечание. Фоновое изображение/цвет визуализируется только в том случае, если выбрать командой меню Rendering-Environment-Color/Environment map.

### 2.4 Применение лофтинга.

Выше мы уже рассмотрели пример протаскивания поперечного сечения (сплайн) вдоль некоторого другого сплайна. Приведем еще один пример применения лофтинга.

### Упражнение 2.6 Прозрачная чашка на цветном фоне.

Решение. Применением модификатора Lathe к сплайну-профилю создадим чашку, в окне Front приделаем к нему сплайн-прообраз ручки и создадим сплайновый эллипс – прообраз поперечного сечения ручки (рис. 6, слева).

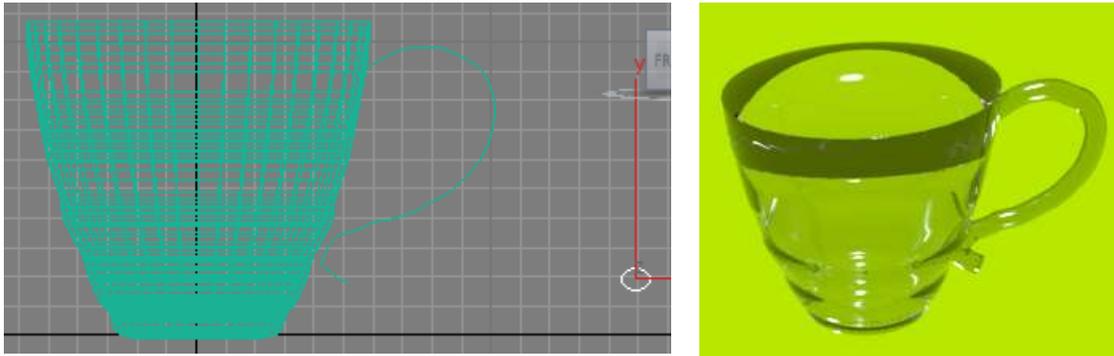


Рис. 6. Прозрачная чашка.

Затем при выделенном сплайне – прообразе ручки выберем в командной панели **Create-Geometry-Compound Objects-Loft**, нажмем на кнопку **Get Shape** и щелчком укажем на сплайновый эллипс.

Сгруппируем обе составляющие чашки, выполним команду меню **Rendering – Material Editor – Compact Material Editor** и перетащим на чашку материал **Solid Glass**. Командой меню **Rendering-Environment-Color** выберем фоновый цвет и нажатием **F9** выполним визуализацию.

### Упражнение 2.7 Построение полки с посудой.

Решение. Чашка у нас уже создана в предыдущем упражнении, поставить ее на полку не представит труда (рис. 7а).

Создадим подставки для тарелок, вырезав из тора (большой радиус которого чуть меньше ширины полки, другой радиус – малых размеров) одну четверть и установив 2-3 клона перпендикулярно горизонтальной полке. Чтобы у тора вырезать нужную часть, перейдем на вкладку **Modify**, в настройках объекта установим флажок **Slice On**, установим значение параметра **Slice From:= -180, Slice To:= 90** (рис. 7б).

Для создания тарелки выберем примитив **Cone**, на вкладке **Modify** установим **Radius 1:=25, Radius 2:=17, Height:=5, Height Segments:=5, Cap Segments:= 1, Sides:=24** и установим флажок **Smooth**.

Выравнивание тарелок относительно полки не представляет затруднений (рис. 7в).



а



б



в

Рис. 7. Посудная полка.

### ЧАСТЬ 3. Действия с материалами

Материалом называют набор параметров, описывающих свойства поверхности: цвет, блики, прозрачность, рисунок, рельефность, преломление, самосвечение. Редактор материалов можно открыть через меню или клавишей M.

#### Основные элементы окна редактора материалов

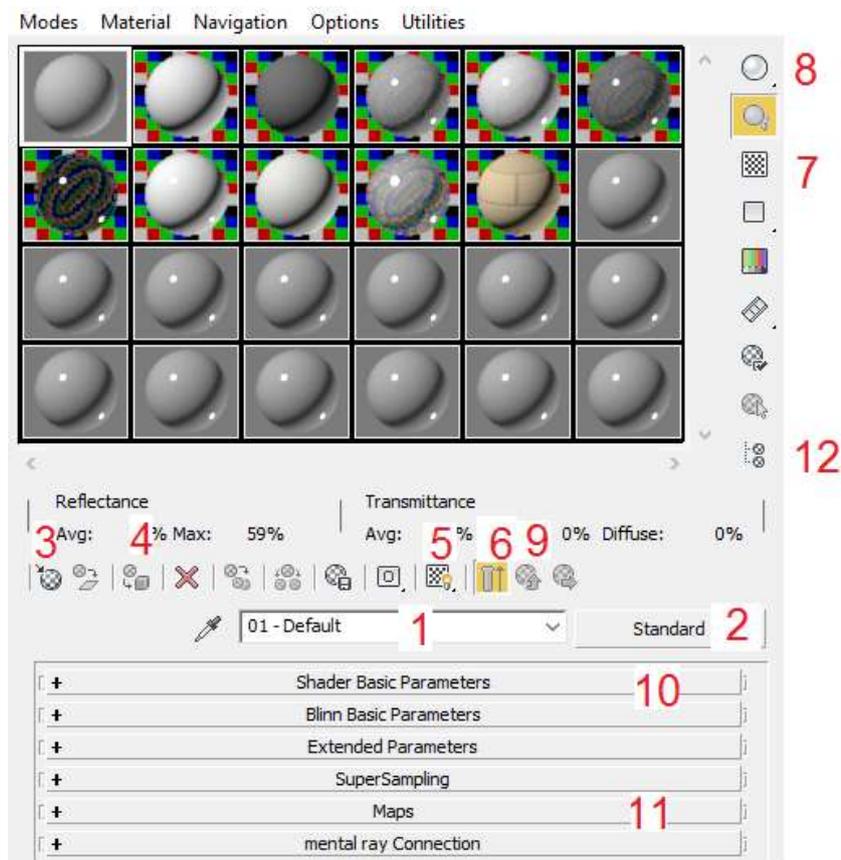


Рис. 1. Окно редактора материалов.

Сначала следует выбрать свободный слот для создания материала.

1 – раскрывающийся список, позволяет при создании материала присвоить ему имя, 2- кнопка Arch & Design [ , a:ki'tektʃ(ə)r(ə)l di'zain] – выбор материала (начинающему рекомендуется выбрать тип Standard в окне Material/Map Browser в свитке Material-Standard), 3 – Get Material -- вызов браузера для получения библиотечного материала, 4 – Assign

Material; to Selection – назначение материала из активного слота выделенному объекту, 5 – Show shaded Material in ViewPort – показ карты в рабочих окнах, 6 – Show End Result – для просмотра полного эффекта материал (при выключении – только просмотр текущего уровня материала), 7 – BackGround - просмотр прозрачных материалов, чтобы увидеть фон, 8 – Sample Type ['sa:mpɫ] – если держать нажатой, меняется тип образца материала (сфера, цилиндр, куб), 9 – Goto Parent – вернуться к родительскому узлу по дереву работы с редактором, 10 – Свиток базовых параметров, 11 – Maps – Свиток текстур, 12 – Material/Map Navigator ['nævigeɪtə] – просмотр структуры материала и переход по уровням.

Замечание. Как узнать и отменить материал, назначенный тому или иному объекту сцены? Чтобы узнать, какой материал назначен объекту сцены, достаточно ткнуть карандашиком (около имени материала) на объект. Назначение материалов подчиняется простому правилу: один объект – один материал. То есть, при наложении нового материала на объект программа автоматически отменит материал, который был назначен ранее. Но если необходимо наложить несколько разных текстур, то можно воспользоваться многокомпонентным материалом.

### Шейдеры выпадающего списка в свитке параметров Shader Basic Parameters:

Основным фактором, определяющим конечный цвет и характер освещения поверхности, является тип затенения. Алгоритм затенения выбирается из выпадающего списка в свитке параметров Shader Basic Parameters [рə'гæmɪtə], все расчеты обеспечиваются модулем шейдер (Shader), применение к одному материалу разных шейдеров может дать совершенно различные результаты при визуализации. Кратко перечислим шейдеры:

Blinn (по Блинну) – основной метод тонирования;

Phong (по Фонгу) – создает менее выраженные светлые области, нежели Blinn;

Strauss (по Штраусу) – подобен алгоритму затенения металлов, создает контрастные блики с одним пиком отражения;

Anisotropic (анизотропный) – светлые области эллиптической формы,

можно поворачивать их на поверхности;

Multi-Layer (многослойный) – две эллиптические светлые области с отдельными параметрами;

Oren-Nayar-Blinn (по Орону-Найару- Блинну) – применяется при создании неровных тусклых бликов для матовых поверхностей;

Translucent Shader (полупрозрачный) – позволяет регулировать прохождение света внутри объекта, создавая эффект матового стекла.

### Основные каналы карт в свитке Maps:

Для создания материалов, отличных от базовых, имеются каналы, отвечающие за определенные свойства поверхности. В каждый канал можно добавить карту двух типов: процедурную (генерируемую 3ds и допускающую настройку) и текстурную (растровая картинка, может быть выбрана из файла). Карты вставляются в материалы, без этого их нельзя назначить поверхности, разве только использовать в качестве фона. Перечень всех каналов виден в свитке Maps. Возле каждого канала находится кнопка с надписью None по умолчанию. Чтобы добавить карту, после щелчка по данной кнопке открывают окно Material/Map Browser.

Основные каналы карт: Diffuse Color – основной цвет (позволяет присвоить материалу текстуру), Opacity [ə'pæsəti] непрозрачность (100 – полная непроницаемость, 0 – полная прозрачность), Reflection [rɪ'flekʃ(ə)n] – отражение (обычно используется с картой RayTrace), Displacement [dis'pleismənt]– изменение геометрии в соответствии с узором карты, Bump – имитация рельефа и др.

Процедурные карты в окне Material/Map Browser:

Bitmap – используется наиболее часто и позволяет выбрать любую растровую картинку из файла (и даже avi);

Wood – древесина;

Checker – проверяющий, шапка, делить на квадраты;

Planet – планета (в некоторых новых версиях отсутствует);

Reflection – отражение;

Tiles – плитки, кирпичи;

Waves – имитация волн.

### Упражнение 3.1 Столик с древесным материалом.

Решение. Эта карта предназначена для имитации на поверхности досок и брусьев рисунка древесных слоев, создавая образ как поперечного, так и продольного срезов ствола дерева.

Создадим столешницу (Vox001) и 4 копии ножек (клонированных цилиндров), выберем нужное взаимное расположение и сгруппируем в столик. Чтобы избежать коллизии из-за несоответствия реальных размеров карты и объекта, прежде всего рекомендуется снять в командной панели в параметрах Vox001 флажок Real-World Map Size (в данном конкретном случае это необязательно, но полезно в плане воспитания привычки). Параметры текстуры сосредоточены в свитках Coordinates и Wood Parameters. (Некоторые карты содержат в свитке Coordinates пункт Use Real-World Scale, для наших целей этот флажок также следует снять). Первые оставим без изменений, во втором свитке установим:

толщину слоя Grain Thickness:=5 (по умолчанию – большое значение, один слой может охватить весь объект и цвет будет однотонным);

степень неоднородности поперечного среза в радиальных направлениях: Radial Noise:=1,0;

степень неоднородности вдоль ствола: Axial Noise:=1,1. Цвета Color #1 и Color #2 мы изменять не будем.

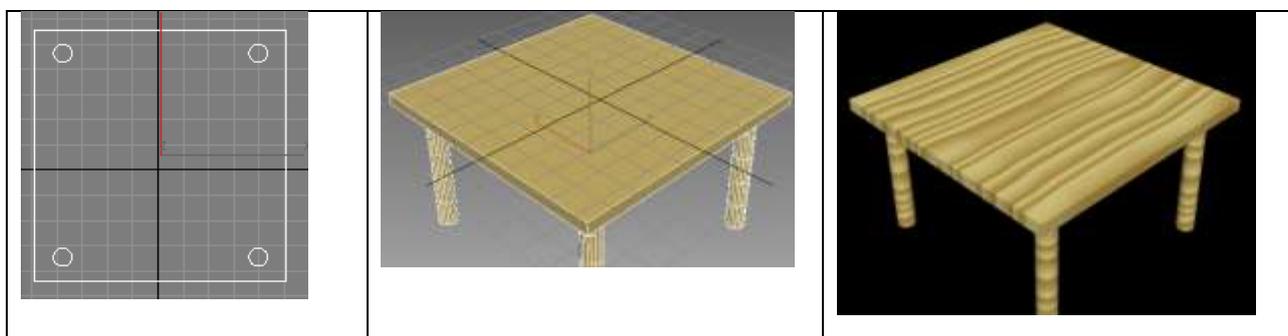


Рис. 2. Вид стола сверху, изображение в окне перспективы при нажатой кнопке Show shaded Material in ViewPort и вид после нажатия F9.

### Упражнение 3.2 Шахматная доска.

Решение. Создадим Plane размеров 100\*100 (количество сегментов безразлично), в редакторе материалов выберем пустой слот и введем имя «доска» в поле вместо 01-default. Развернем список Maps, напротив Diffuse Color нажмем кнопку None и в открывшемся окне Material/Map Browser выберем двойным щелчком карту Checker. В результате в выбранном слоте материалов отобразится клетчатость. При выбранном объекте Plane нажмем на кнопку Assign to Selection, затем – кнопку Show Shaded Material in Viewport.

Но в окне перспективы изменения почти незаметны. Поэтому выполним три действия: 1) в командной панели в свитке Parameters снимем флажок Real-World Map Size; 2) в редакторе материалов в свитке Coordinates снимем флажок Use Real-World Scale; 3) рядом с этим же пунктом в двух окошках Tiling, соответствующих осям координат U, V, установим 4 и 4.

Чтобы изменить цвет клеток, развернем список Checker Parameters (ниже) и выберем цвета Color #1 и Color #2 после щелчка по кнопкам None правее этих пунктов. В контекстном меню выберем пункт Rotate, нажмем на квадратик возле него и угол поворота вокруг оси OZ укажем 90 (теперь главная диагональ расположена правильно).

Создадим пешку – фигуру вращения с диаметром, приблизительно равным ширине доски и инструментом масштабирования из контекстного меню уменьшим раз в 10 (диаметр будет чуть меньше стороны одной клетки доски), используя разные окна, поместим в клетку b2, присвоим ей материал Wood, клонируем в 7 копиях и расставим по одной горизонтали.

Создадим текст a b c d e f g h, указав Size=8 (немного меньше размера клетки) и разместим вдоль кромки доски. В свитке текста Rendering включим оба флажка в начале «Enable View in ...».

Затем выполним анимацию хода e2: e4.

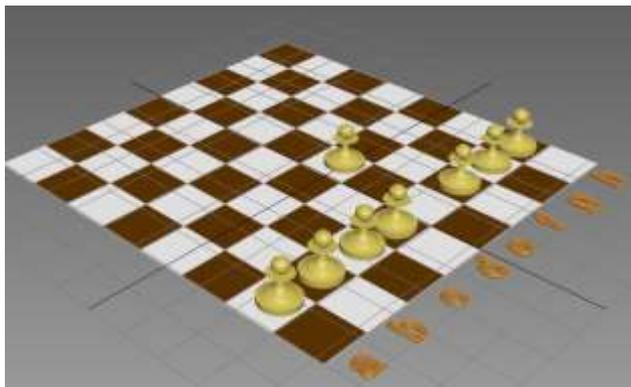


Рис. 3. Гроссмейстерский ход.

**Упражнение 3.3 Зеркальное отражение.** Созданную ранее шахматную доску расположите горизонтально (т.е. как обычно), создайте две вертикальные зеркальные поверхности и расположите их по двум смежным сторонам шахматной доски, в середину доски разместите чашу (половинку сферы) со стандартным частично-прозрачным материалом красного цвета.

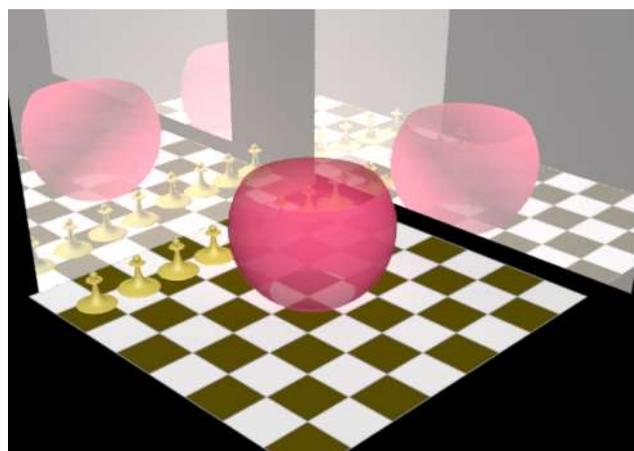
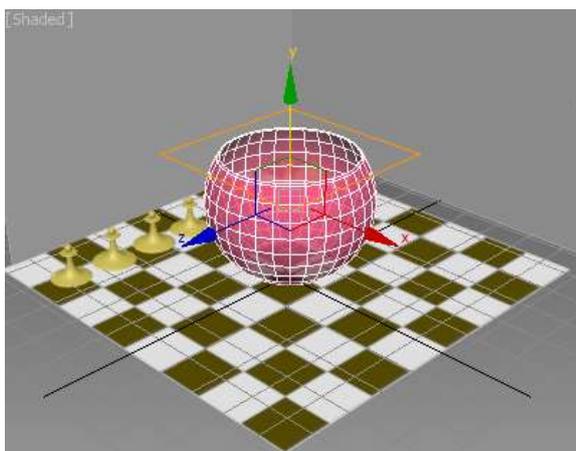
**Решение.** Как в предыдущем упражнении, создадим шахматную доску. Затем создадим еще один объект Plane002. Для создания зеркальной поверхности выделим пустой слот, развернем Maps и для канала Reflection выберем процедурную карту Raytrace; нажатию кнопки Goto Parent вернемся к родительскому уровню и для уровня отражения канала Reflection введем значение 90; назначим объекту Plane002 созданный материал перетаскиванием или кнопкой Assign to Selection.

**Замечание.** Характерные ошибки: забвение отмены флажка реальных размеров с установкой значений в окошках пункта Tiling – обычно 1 и 1 (вариант: работать с реальными размерами, устанавливая в редакторе материалов значение параметра Size равным реальным размерам объекта).

Клонируем Plane002, затем Plane002 и его клон Plane003 разместим вертикально по смежным сторонам шашечной доски, обратив внимание на то, чтобы зеркальные поверхности смотрели в сторону доски

(или, чтобы не отвлекаться на различие поверхностей, включим в редакторе материалов флажок 2-Sided в первом свитке Shader Basic Parameters).

Разместим на доске половинку сферы, созданную с помощью модификатора Slice, в свитке Blinn Basic Parametres щелкнем напротив Diffuse и выберем красный цвет, установим флажок 2-Sided (рекомендуется, но необязательно), значение Opacity=85, затем выполним визуализацию нажатием F9.



а) в окне перспективы

б) после визуализации

Рис. 4. Отображение в зеркалах.

**Упражнение 3.4 Столкновение фигур.** Оттолкните чашу пешкой e2, стремящейся к клетке e8, так, чтобы чаша перевернулась и покатилась.

**Решение.** В предыдущем упражнении включите пешку e2 в коллекцию кинематических твердых тел с характеристиками, главная среди которых – большая масса ( $Mass=0,363$ ) и плотность ( $Density=1000,0$ ),

чашу – в коллекцию динамических твердых тел с характеристиками, главная среди которых – малая масса ( $Mass=0,014$ ) и плотность ( $Density=0,5$ ).

Затем, используя Auto Key, создайте анимацию e2-e8, расположив чашу на пути пешки. Запустите анимацию из MassFX.

**Упражнение 3.5 Создание рельефа методом Displacement.** По заданному bmp-файлу (черно-белому или в оттенках серого) 1.bmp нанести на объект Plane рельеф, где высота по оси OZ точки (x,y,z) пропорциональна значению пикселя (x,y) рисунка 1.bmp: для светлой точки высота выше, для темной – ниже (черной точке соответствует высота 0).

Решение. Канал Displacement изменяет – при визуализации, не в рабочем окне – геометрию объекта.

Создадим объект Plane размеров 100\*100 и с числом сегментов 60 и 60 и снимем в параметрах флажок Real-World Map Size.

В редакторе материалов выберем свободный слот, выберем тип материала Standard, в свитке Coordinates снимем флажок Use Real-World Scale, развернем свиток Maps, нажмем на кнопке None возле Displacement, в окне диалога выберем Standard-Bitmap (откроется окно поиска файла) и выберем файл (например, 1.bmp).

В окне редактора материалов откроется свиток Coordinates, где снимем флажок Use Real-World Scale. В результате данного действия свиток претерпевает частичные изменения: появится пункт Tiling; в обоих его окошках установим 1 и 1 (после рекомендуется увеличить значения на 2 и 2 и понаблюдать повторение пейзажа).

Примечание. Можно не снимать флажки Real-World Map Size и Use Real-World Scale, и в свитке Coordinates установить значения в окошках параметра Size равными исходным размерам объекта, т.е. 100 и 100.

Объект и материал готовы. Выполните присвоение материала объекту и нажмите F9.

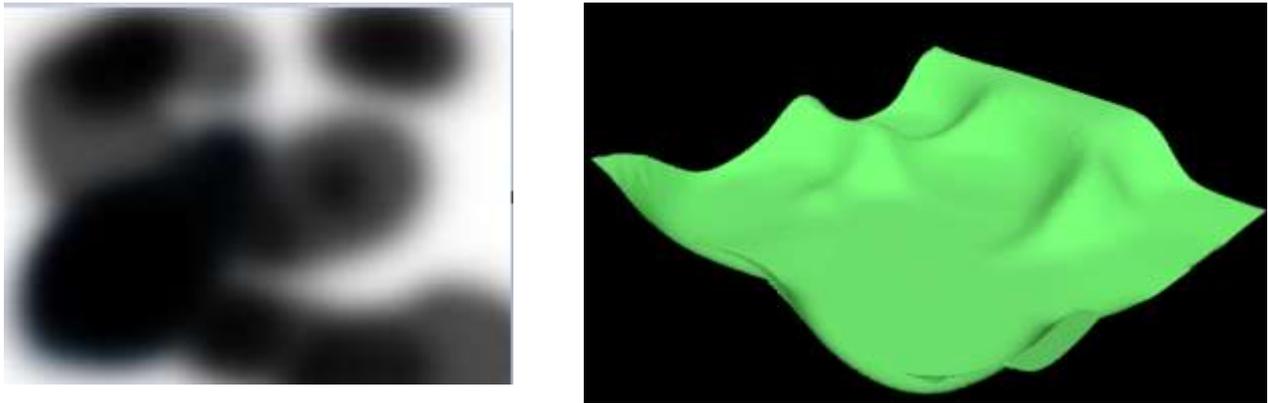


Рис. 5. По плоскому рисунку (слева) построен рельеф (справа).

В заключение вернитесь к родительскому узлу (кнопка Goto Parent), в параметрах затенения цвет Diffuse установите в зеленоватый и снова нажмите F9.

### Упражнение 3.6 Назначение avi-текстуры.

На двух перпендикулярных вертикальных стенах, образующих прямой угол, отобразить один и тот же видеоклип, пол сделать зеркальным.

Решение. 1. В редакторе материалов выделим пустой слот и выберем тип материала Standard. При назначении растровой карты для канала Diffuse Color – нажатие кнопки None возле Diffuse Color в свитке Maps и выбор карты Bitmap в открывшемся диалоговом окне поиска – можно, в частности, выбрать файл видеоклипа формата avi.

2. Объект Plane001 и его клон Plane002 расположим на одной и той же высоте так, чтобы они составляли пространственный угол в 90 градусов. При выделенном Plane001 в командной панели в свитке Parameters снимем флажок Real-World Map Size, аналогично, в редакторе материалов в свитке Coordinates снимем флажок Use Real-World Scale и в обоих окошках параметра Tiling (соответствующих осям координат U, V) установим единицы (вариант: сохранить установку флажка и в пункте Size указать значения в соответствии с размерами Plane001).

3. В свитке Time (последнем из актуальных на данный момент свитков редактора материалов) установим значение Start Frame в номер кадра

(например, в 1), с которого мы хотим показать клип, а значение Playback Rate – количество кадров в секунду установим равным: а) 1 (сохранить скорость, с которой был записан клип), < 1 (для уменьшения скорости), >1 (например, 8 – для увеличения скорости). В этом же свитке в области End Condition выберем Loop, Ping Pong или Hold, чтобы соответственно зациклить показ, заставить прокручиваться вперед и назад, фиксировать на экране первый кадр анимированной текстуры до момента, указанного в Start Frame и последний кадр – после окончания анимации текстуры.

4. Созданный в слоте материал назначим Plane001. Создадим зеркальный пол с назначением карты Raytrace каналу Reflection и с установкой значения уровня отражения равным 90-95.

Остается выполнить визуализацию.

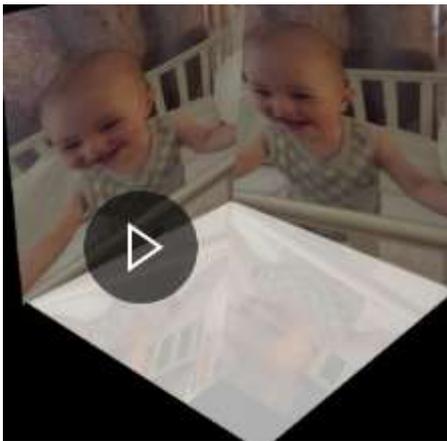


Рис. 6. Кадр, выхваченный при запуске полученного анимационного файла.

**Упражнение 3.7 Бассейн.** Создайте бассейн с материалом «плитка», в котором плавает мяч.

### Решение

1. Создадим объект Vox001 размерами 120\*120\*30 и получим клон Vox002, смещенный по оси OZ на 3 ед. Из квадменю выберем пункт Scale и установим новые размеры, введя значение 90% (вместо 100% по умолчанию). Используя инструмент Boolean после команды Create – Geometry – Compound Objects, выполним логическое вычитание



10-15 ключевых кадров, соответствующих чередованию значений по оси OZ на 1-2 ед. вверх-вниз (рекомендуется использовать окошко z под треком анимации). Снова запустим анимацию.

### Упражнение 3.8 Рассыпанные бусы.

Решение. Выделите любой пустой слот со стандартным материалом, например, 01-Default; ниже кнопок (но выше всех вкладок) в окошке отобразится текст 01-Default; нажмите кнопку правее окошка и с надписью по умолчанию Arch & Design, в открывшемся окне Material/Map Browser выберите свиток Materials-Standard и в нем – одноименный пункт Standard (лучше – двойным щелчком, поскольку кнопка ОК далеко внизу). Окно закроется и вместо Arch & Design на знакомой нам кнопке отобразится надпись Standard. Во вкладке Shader Basic Parameters слева в раскрывающемся списке выбран пункт Blinn.

Создадим статический твердый объект Vox001, на вкладке окна материалов Maps щелкнем на пустой кнопке None возле Diffuse Color и в окне Material\Map Browser выберем Wood (можно вместо этого выбрать Bitmap, затем указать полный путь к файлу с рисунком) и перетащим материал на Vox001.

Создадим повыше объекта Vox001 тканевый объект Plane001. Затем, еще выше – сплайновую нить и красный шарик, применением команды Tools-Align-Pick Path – указать нить – Count:=100 создадим «бусы». Скроем сплайн, выделим все бусинки и назначим им статус динамических объектов.

Назначим фоновый рисунок. Выполним MassFX-анимацию, затем на вкладке Simulation Baking выполним команду Bake All. Остается выполнить визуализацию.

В заключение выполним комплексное упражнение, сочетающее несколько знакомых нам действий (по моделированию, назначению материала и т.д.) с элементами новой темы – «Системы частиц».

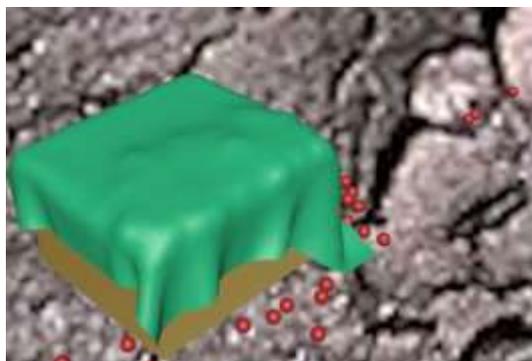


Рис. 8. Рассыпавшиеся бусы могут пройти сквозь материал с малой плотностью.

### Упражнение 3.9 Моделирование дождя.

Решение. Заметим, что в решении использован материал из [8]. При работе с множеством объектов (несколько тысяч) нет смысла анимировать каждый из них, лучше применить систему частиц. Часто системы частиц применяются для создания эффекта дождя или снега. Покажем, как используется система частиц Spray для создания эффекта дождя. Первые три шага посвятим созданию объекта А – отражателя. Это необязательно зонтик, вполне можно выбрать объект попроще, например, крышу домика. Более того, для учебных целей рекомендуется сначала выбрать в качестве А простой объект и сразу приступить к шагам 2.1-2.3; затем вернуться и выполнить шаги 1.1-1.3 и (повторно) 2.1-2.3.

#### Шаг 1.1 Создание купола модели зонтика.

Создадим сферу радиуса 50-60, снимем флажок Smooth, Segments:=6, получим две пирамиды с 6 боковыми гранями (по 33%) и 6 соединяющих прямоугольников (33%) (рис. 9а).

Выполним присвоение Hemisphere:=0,65 ('hemisfie – полусфера), в результате останется верхняя пирамида с несколькими процентами боковой соединяющей поверхности (рис. 9б).

Конвертируем в Editable Poly через локальное меню (для работы с вершинами и гранями).

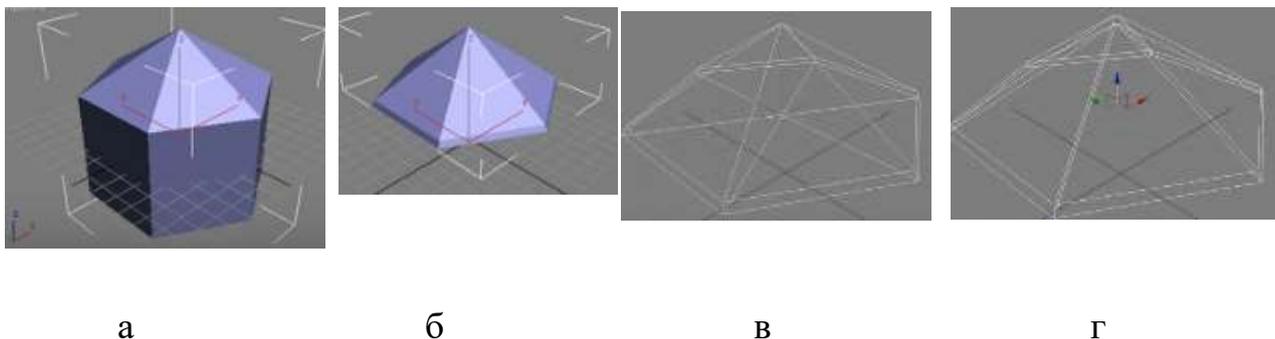


Рис. 9. Начало создания купола зонта

В заголовке окна перспективы выберем режим [WireFrame] вместо [Shaded] по умолчанию (рис. 9в), развернем свойство Editable Poly и выберем уровень Vertex, выделим вершину в основании и инструментом Select and Move сдвинем ее к верхней вершине, образуя пустоту у основания (рис. 9г).

Вернемся к режиму [Shaded] работы с объектом, затем выполним сглаживание модели: свернем и закроем свойство Editable Poly, в свитке Edit Geometry выберем квадратик у кнопки M(esh)Smooth, в окошке нажмем ОК (рис. 10а).

Повернем купол так, чтобы просматривались все нижние вершины. В свойстве Editable Poly вернемся к уровню Vertex и выделим пары нижних вершин (используя ctrl) через одну (рис. 10б).

Используя через квадменю инструмент Scale, масштабируем выделенные вершины: вместо 100% введем 130% с целью вытянуть выделенные вершины (рис. 10в) и инструментом Move переместим выделенные вершины вниз (рис. 10г).

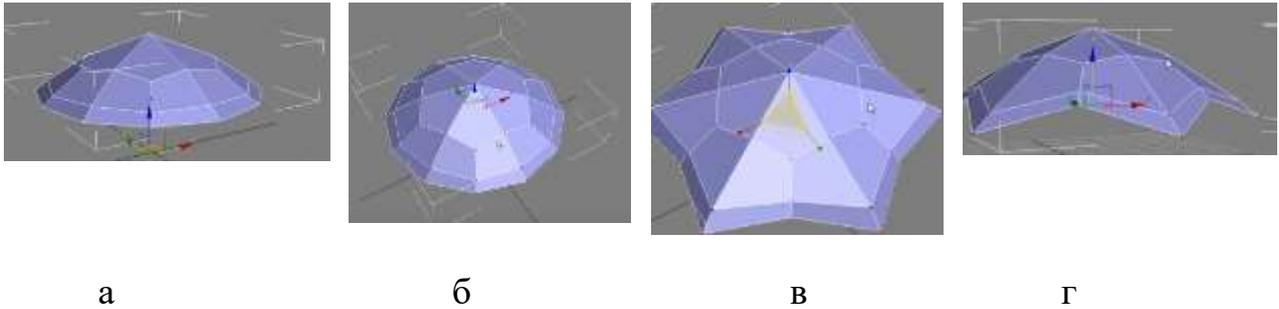


Рис. 10. Действия с вершинами.

Отключим (но не свернем) свойство Editable Poly, назначим модификатор Mesh Smooth и в его настройках установим флажок Parameters – Surface Parameters – Separate by - Smoothing group (рис. 11).

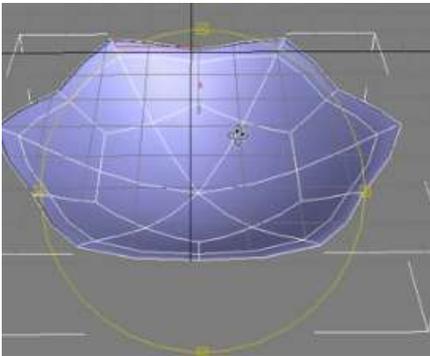


Рис. 11. Создание купола зонта завершено.

Шаг 1.2 Создание ручки модели зонтика. Отключим модификатор Smoothing group (погасим лампочку), инструментом Orbit SubObject повернем купол зонтика так, чтобы была изнутри видна его центральная вершина.

Для создания ручки зонтика:

- выделим Editable Poly -- Vertex, щелкнем на центральную вершину;
- создадим полигон на месте центральной вершины, для чего в свитке Edit Vertices нажмем на квадратик возле кнопки Chamfer (выемка, бороздка, снимать кромку), в окне установим Vertex Chamfer Amount:=1.8 (вершина заменится 6-угольником) и закроем окно нажатием ОК (рис. 12а).

Перейдем в окно Front и нарисуем сплайн для ручки зонтика, начиная от полигона (рис. 12б) и сгладим его (рис. 12в).

Снова выделим купол, на вкладке Modify установим Editable Poly – Polygon и щелчком выделим полигон в центре (рис. 12г).

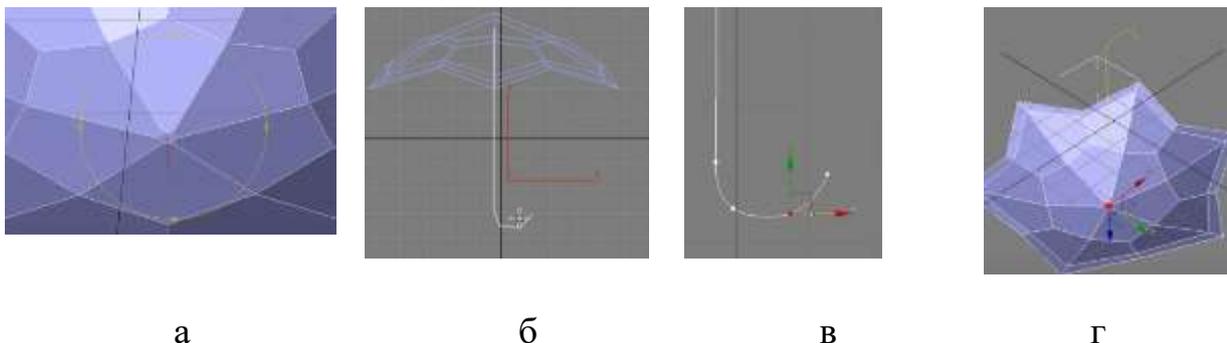


Рис. 12. Создание ручки зонта.

Нажатием на квадратик инструмента Extrude Along Spline откроем окошко, где нажать pick Spline, затем на сплайн в окне проекции, Segments:=25, ОК (рис. 13а). Отключим Editable Poly, включим для сглаживания лампочку Mesh Smooth. Ручка зонта создана.

Шаг 1.3 Создание спиц. Выберем Editable Poly – Vertex, выделим инструментом Select and Move все спицы (рис. 13б), используем квадратик возле Extrude, в окошке вытянем: Extrusion Height:=3 и заострим: Extrusion Base Width:=0,18 (рис. 13в). Ту же операцию выполним с верхней центральной вершиной купола простым подтверждением значений (рис. 13г).

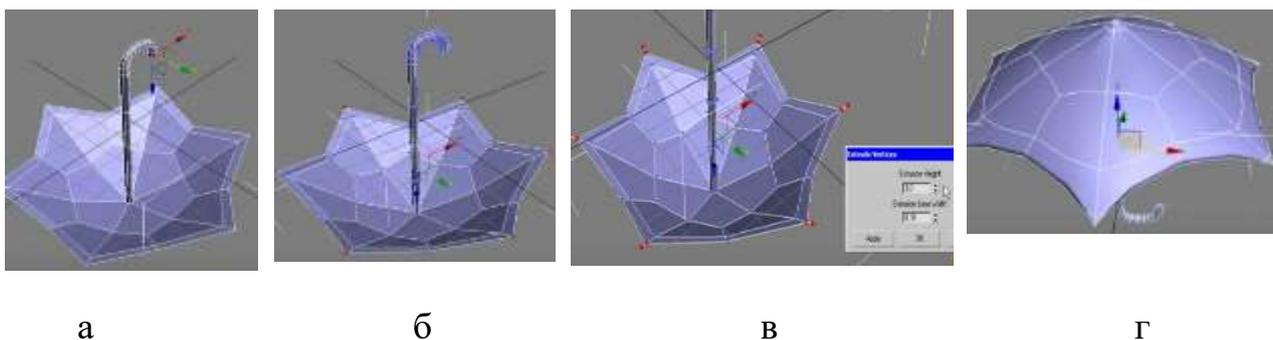


Рис. 13. К зонту добавлены важные элементы – спицы.  
Пусть объект А создан – зонт, крыша дома и т.п.

Шаг 2.1 В командной панели создадим PF Source, пиктограмму поднимем вверх (рис. 14а) и вправо, нацелим стрелкой на А и понаблюдаем анимацию дождя (рис. 14б).

Нажатием б создадим окно просмотра частиц (рис. 14в).

Перетащим Static Material, нажатием М откроем окно редактора материалов, среди стандартных материалов заметим материал Water, иначе откроем и закроем окно браузера. В настройках Static Material кнопкой с надписью None выберем материал Water.

В настройках Shape укажем форму Sphere, в настройках оператора Display укажем тип Geometry. Перейдем в окно перспективы и перетянув ползунок анимации, сможем понаблюдать, как частицы испускаются из источника. Их размер велик. Поэтому уменьшим значение параметра Size в настройках параметра Shape (рис. 14г).

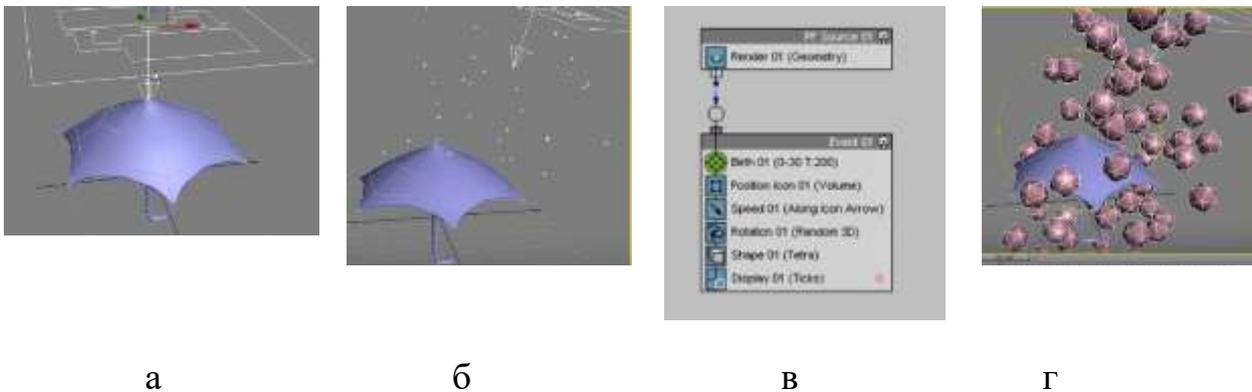


Рис. 14. Действия с системой частиц.

Займемся настройкой Event001.

Birth.Emit.Start:=-10; Birth.Emit.Stop:=100; Birth.Emit.Amount:=300. Shape:=Sphere, Shape.Size:=1.0;Display:=Geometry. Частицы должны ударяться об купол зонта и отскакивать от него брызгами.

Понаблюдаем анимацию: капли пока не отскакивают. Для этой цели добавим в Event001 критерий Collision Spawn ([spr:n] икра, порождение, многочисленное потомство). Укажем для него объект столкновения: в командной панели выполним Create – Geometry – Space Warps (значок волны) – (в списке вместо стандартных примитивов выберем Deflectors) – UDeflector и протащим курсор в любом месте окна проекции для создания универсального отражателя (с виду – отраженная, сломанная стрела).

В настройках отражателя нажмем кнопку `pick Object` и щелкнем по объекту `A` (зонт). В свою очередь, в настройках критерия `Collision Spawn` с помощью кнопки `By List` укажем построенный отражатель `UDeflector001`. Чтобы увеличить количество отскакивающих частиц в настройках `Collision Spawn` установим `Off spring #:=3`. Просмотр анимации показывает, что капли уже отскакивают.

Шаг 2.2 Для усиления реалистичности потребуем, чтобы отскочившие капли уменьшались в размерах постепенно вплоть до исчезновения. Для этой цели перетащим в окно диаграммы объект `Scale` и свяжем его с критерием `Collision Spawn` и анимируем его параметры следующим образом. Включим `AutoKey`, ползунок сдвинем на пятый кадр, `Scale Factor:=(0, 0, 0)`. В свитке `Animation Offset Keying` установим: `Sync.by:=Event.Duration; Type:=Absolute` (что означает «для всех частиц»).

Шаг 2.3 Минимизируем окно `Particle View`, выполним команду меню `Views – Create Camera From View` (клавиатурный эквивалент `Ctrl+C`) для создания «в окне проекции камеру из вида».

Чтобы капли выглядели реалистичными, добавим эффект размытого движения: на вкладке `Modify` обратим внимание, что по умолчанию установлен `Camera001`; в свитке `Multi-Pass Effect` в списке выберем `Motion Blur` и установим флажок `Enable` (иначе эффект не будет визуализироваться). Для просмотра можно нажать кнопку `Preview` возле `Enable` и нажать на `Play`. Если установить радиокнопку `Drops`, капли станут продолговатыми.

## Литература

1. Миловская О. 3ds Max Design 2014. Дизайн интерьера и архитектуры. – СПб.: Питер, 2014. – 400 с.
2. Келли Л. Мэрдок. Autodesk 3ds Max 9. Библия пользователя. 3D Studio MAX 9. - Диалектика, 2008. - 1344 с.
3. Маров М. Н. 3ds max. Моделирование трехмерных сцен. - СПб.: Питер, 2005. - 560 с.
4. Бондаренко С.В., Бондаренко М.Ю. Autodesk 3ds Max 2008. 3D Studio MAX 2008. Краткое руководство. - Диалектика, 2008. - 144 с.
5. Верстак В. А. 3ds Max 8. Секреты мастерства (+CD). - СПб.: Питер, 2006. - 672 с.
6. Маров М. Н. 3ds max. Материалы, освещение и визуализация. - СПб.: Питер, 2005. - 480 с.
7. Начинаем работу с 3ds Max 2013 // URL=<http://www.dialektika.com/PDF/978-5-8459-1817-8/intro.pdf>.
8. Анимация капель дождя с помощью Particle Flow // URL=[https://vk.com/video-6569654\\_148346753](https://vk.com/video-6569654_148346753).