

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра графики, конструирования и информационных технологий
в промышленном дизайне

**ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОЛИГОНАЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн»
(профиль «Промышленный дизайн»)
всех форм обучения*

Воронеж 2021

УДК 681.3(07)
ББК 30.18я7

Составители:

А.В. Кузовкин, А.П. Суворов, Ю.С. Золототрубова

Технология комплексного полигонального моделирования: методические указания к выполнению лабораторных работ для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн» (профиль «Промышленный дизайн») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. В. Кузовкин, А. П. Суворов, Ю. С. Золототрубова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 30 с.

В методических указаниях приводятся описание лабораторных работ и соответствующие теоретические сведения, необходимые для их выполнения.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн» (профиль «Промышленный дизайн») всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ЛР ТКПМ.pdf.

Ил. 58.

УДК 681.3(07)
ББК 30.18я7

Рецензент – *А. А. Болдырев, канд. техн. наук, доцент
кафедры технологии машиностроения ВГТУ*

*Рекомендовано методическим семинаром кафедры ГКПД и
методической комиссией ФИТКБ Воронежского
государственного технического университета в качестве
методических материалов*

ВВЕДЕНИЕ

Трёхмерная графика – представляет собой раздел компьютерной графики, посвященный созданию изображений или видео с помощью моделирования объектов в трехмерном пространстве.

Одним из наиболее распространенных направлений трехмерной графики является полигональное моделирование. Как правило оно применяется для создания трехмерных моделей, для которых более важным является их эстетическая составляющая, а не физические свойства.

Полигональное моделирование активно применяется в таких направлениях деятельности как архитектура (проектировании предметов интерьера, в дизайне среды и конструировании малых объёмных форм), маркетинг и реклама (создание различных прототипов изделий и конструкций и их визуализация), кино (создание спецэффектов и реализации анимационного кино) и т.д.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ 3DS MAX. МАНИПУЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТАМИ В СРЕДЕ 3DS MAX

Цель работы: познакомиться с интерфейсом 3ds max и получить навык манипулирования объектами в трехмерном пространстве программы.

Содержание работы

1. Знакомство с интерфейсом 3ds max

При первом запуске программы 3ds max интерфейс приложения можно условно разбить на ряд блоков (рис. 1), определяющих основные функциональные возможности программы.

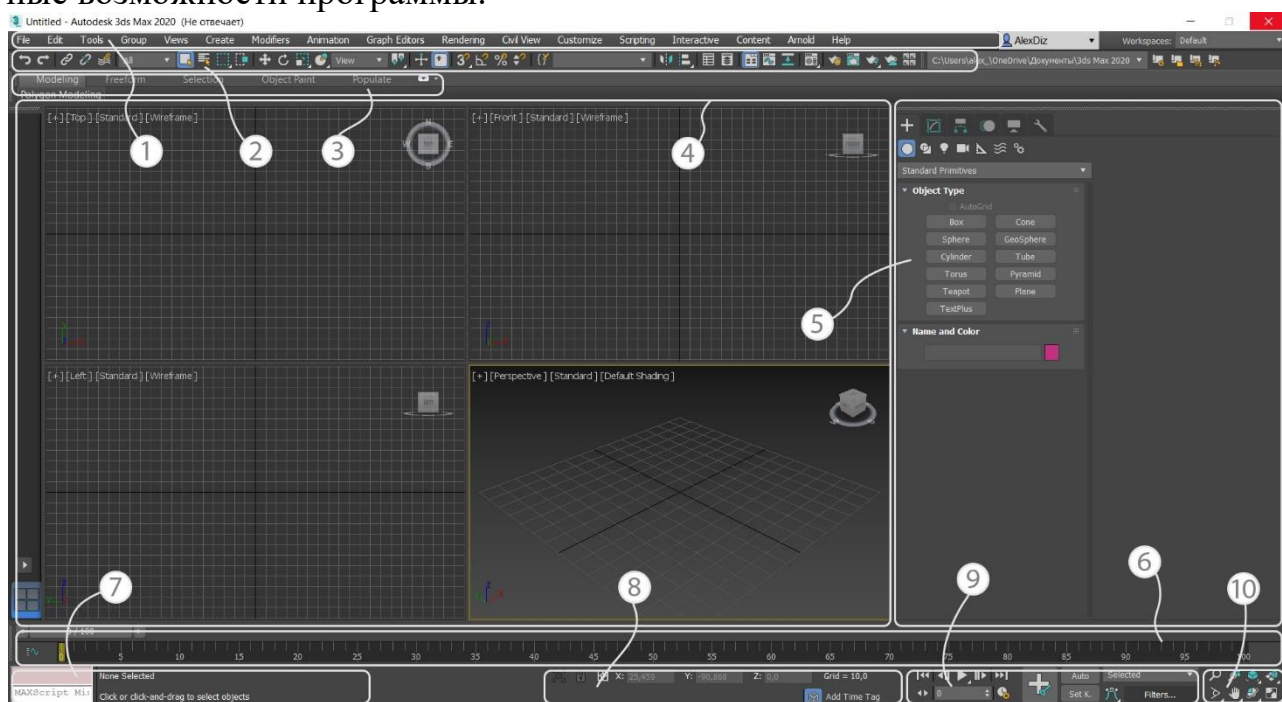


Рис. 1. Интерфейс программы 3ds max

Среди них можно выделить:

1. Основное меню программы - содержит большинство команд и параметров программы структурно разбитых на группы.
2. Панель инструментов – содержит основные команды для работы с объектами 3ds max и кнопки для вызова основных функций программы
3. Лента инструментов (**Ribbon**) – гибкий в настройке набор инструментов под различные задачи, выполняемые в 3ds max (рис. 2).

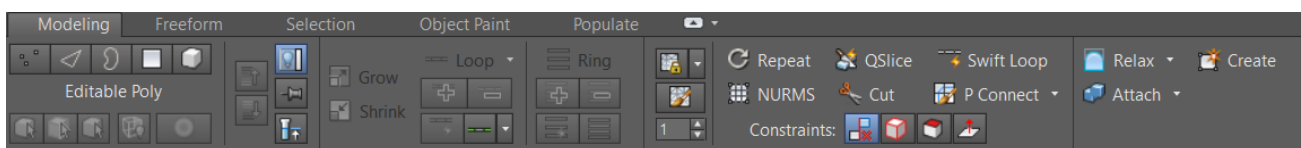


Рис. 2. Лента инструментов 3ds max

4. Окна проекций – основные рабочие области программы отражающие создаваемые объекты в разных проекциях. Первоначально в программе отражаются четыре базовых вида отображения проекции — Вид сверху (**Top**), Фронтальный вид (**Front**), Вид слева (**Left**), Перспектива (**Perspective**).

5. Командная панель – одна из наиболее важных панелей в 3ds max в которой находится команды и параметры: создания, модификации и различных действий над объектами, управления анимацией, отображения объектов в окне проекции и т.д.

6. Таймлайн (**Track bar**) – панель для создания и редактирования анимации.

7. Панель Max Script – панель, позволяющая вводить команды на встроенном в 3ds max языке программирования Max Script для создания и редактирования инструментов, решения задач по оптимизации использования существующего функционала т.д.

8. Панель координат – панель, позволяющая контролировать положение объекта, параметры сетки и т.д.

9. Панель управления анимацией – содержит в себе инструментарий, предназначенный для настройки, создания и контроля анимации.

10. Панель навигации – инструменты, позволяющие манипулировать окнами проекции.

Для лучшего понимания основных функций программы рассмотрим ряд этих блоков более подробно.

1.1. Панель инструментов

На основной панели инструментов располагается базовый набор инструментов, позволяющий манипулировать объектами или вызывать необходимые для работы окна и функции (рис. 3).

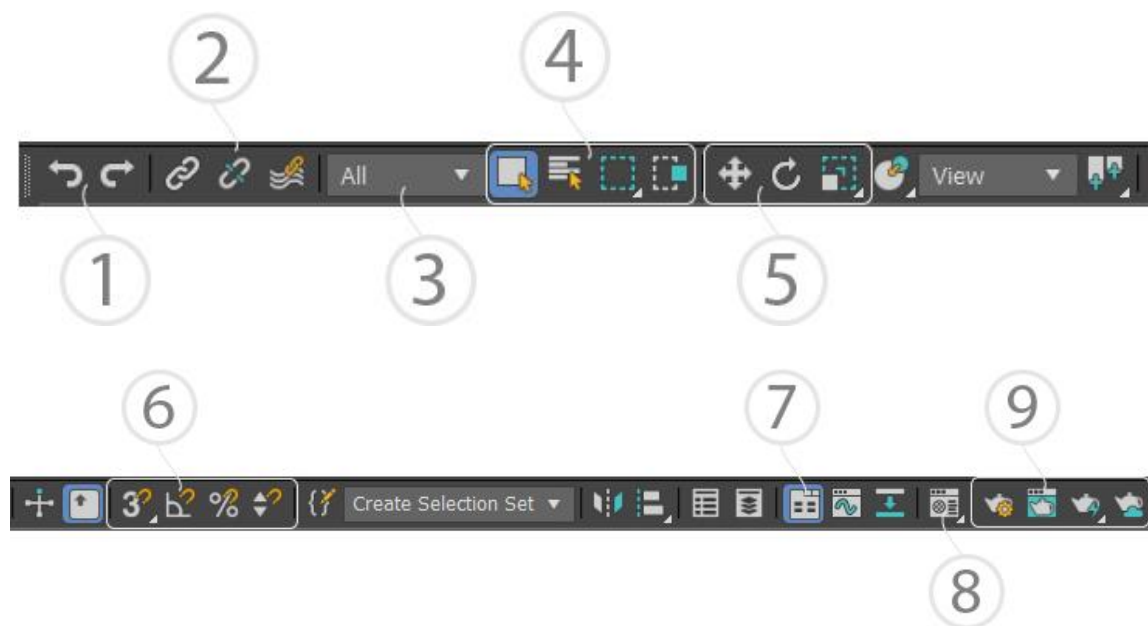


Рис. 3. Основная панель инструмент

К наиболее важным функциональным возможностям этой панели можно отнести:

1. **Отмена (Undo)** и **Повтор (Redo)** действия (Ctrl+Z и Ctrl+Y);
2. Инструменты для создания связей между объектами;
3. **Фильтр выделения (Selection filter)** – определяет тип объектов, с которыми возможно взаимодействие (рис. 4)

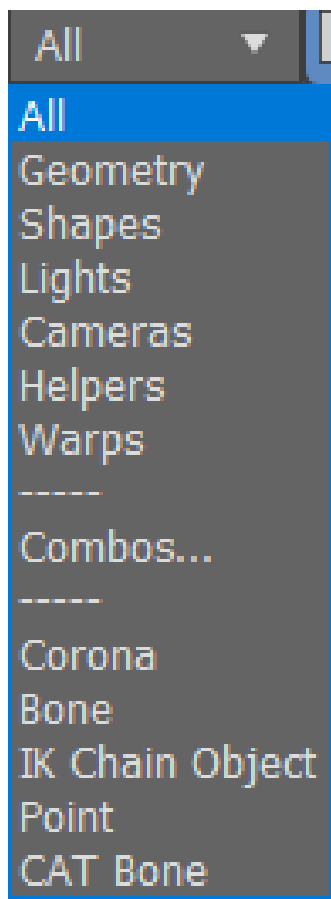


Рис. 4. Фильтр выделения (Selection filter)

4. Инструменты выделения объектов: **Выбор объекта (Select object (Q))**; **Выбор по имени (Select by name (H))**; Набор инструментов для выбора формы области выделения; кнопка переключатель **Окно/Пересечение (Window / Crossing)** определяющий особенности выделения объектов не полностью попадающие в область выделения.

5. Основные инструменты для манипуляции объектами и подобъектами: **Выделить и переместить (Select and Move (W))**, **Выделить и повернуть (Select and Rotate (E))** и наборы инструментов для выделения и масштабирования который включает в себя: **Выделить и пропорционально масштабировать (Select and Uniform scale)**, **Выделить и непропорционально масштабировать (Select and Non-uniform scale)** и инструменты **Выделить и давить (Select and Squash) (R)**. В зависимости от выбранного инструмента на объекте меняется форма **направляющих (Pivot)** позволяющих манипулировать объектом (рис. 5).

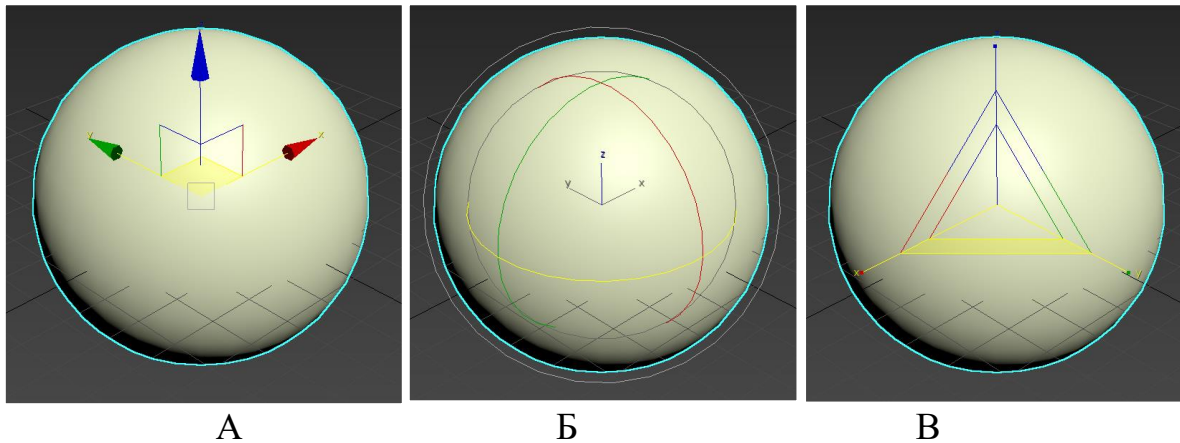


Рис. 5. Внешний вид направляющих в зависимости от выбранного инструмента:
А – Выделить и переместить; Б - Выделить и повернуть; В – Выделить и масштабировать

6. Набор привязок, который позволяет осуществлять манипуляции над объектами с помощью вспомогательных объектов или параметров. В 3ds max выделяются четыре основных типа привязки: **Пространственная привязка (Snap Toggle)** позволяющая при перемещении объекта пристыковывать его к узлам сетки, частям других объектов (точкам, ребрам и т.д) и вспомогательным элементам (рис. 6); **Угловая привязка (Angle Snap Toggle)** позволяет осуществлять вращение объекта с определенным заданным шагом ; **Процентная привязка (Percent Snap Toggle)** позволяет аналогично угловой масштабировать объекты с определенным заданным шагом; **Привязка счетчиков (Spinner Snap Toggle)** инструмента позволяющий включить определенный шаг на счетчиках.

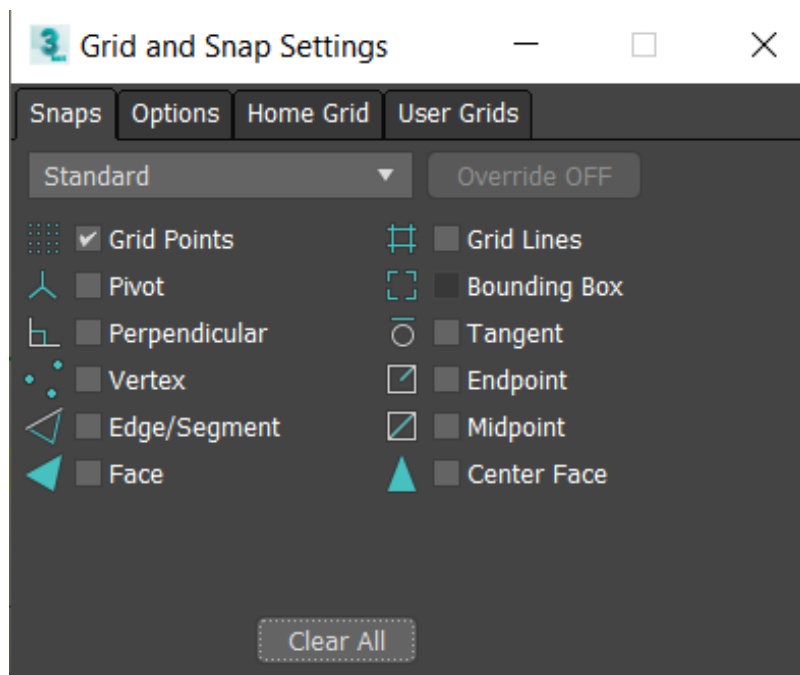


Рис. 6. Параметры пространственной привязки, вызываемые щелчком правой кнопки мыши на инструменте

7. Кнопка включения/выключения ленты инструментов;
8. Инструменты для использования редактора материалов. В 2011 версии 3ds max в дополнение к стандартному **Редактор материалов (Material Editor)** (рис. 7, А) появился **Редактор материалов Слате (Slate Material Editor)** предоставляющий более широкий набор функций за счет реализации материалов и карт текстур в виде, связываемые блоков (рис. 7, Б).
9. Набор инструментов для создания и настройки **Визуализации (Render)**: **Вызов окна настройки (Render Setup (F10))**, **Просмотр последней визуализации (Rendered frame window)**, **Визуализация изображения (render product (Shift+Q))**.

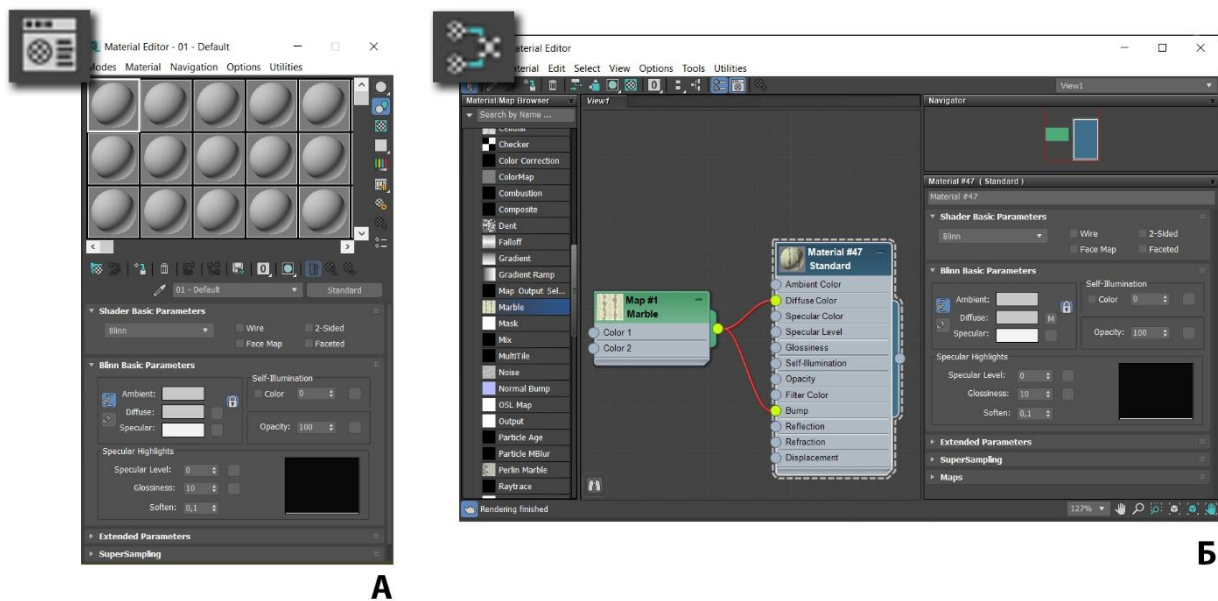


Рис. 7. Редакторы материалов в 3ds max: А – Material Editor, Б – Slate Material Editor

1.2. Окна проекций

Изначально интерфейс 3ds max отображает четыре окна проекций, но работать сразу в четырех проекция не удобно, поэтому для осуществляется переход в однооконный режим. Это осуществляется нажатием кнопки **Развернуть видовое окно (Maximize Viewport Toggle (Alt+W))** на панели навигации (рис.8).



Рис. 8. Инструмент Развернуть видовое окно (Maximize Viewport Toggle)

Для выбора стандартных проекций в однооконном режиме используется выбор нужной проекции в правом верхнем углу окна (рис.9, А), **Видовой куб (View Cub)** (рис. 9, Б) или первая буква в название стандартной проекции F- Front, T – Top, L- Left.

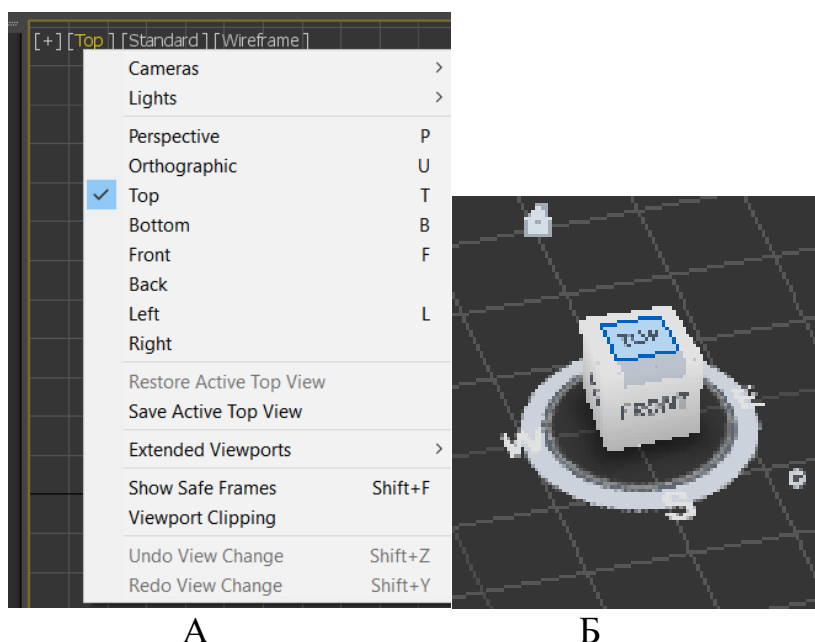


Рис. 9. Инструменты смены проекций: А – выбор проекции из меню, Б – Видовой куб

Для того что бы было удобно работать необходимо научиться манипулировать видом отображения. А первую очередь научиться вращать камеру относительно активного объекта это осуществляется с помощью инструмента **Орбита подобъекта (Orbit SubObject)** (рис. 10) или комбинации Alt+средняя кнопка мыши.



Рис. 10. Инструмент **Орбита подобъекта (Orbit SubObject)**

Для смещения камеры в плоскости экрана используется инструмент **Панорамирования (Pan tool)** (рис. 11) или средняя кнопка мыши.



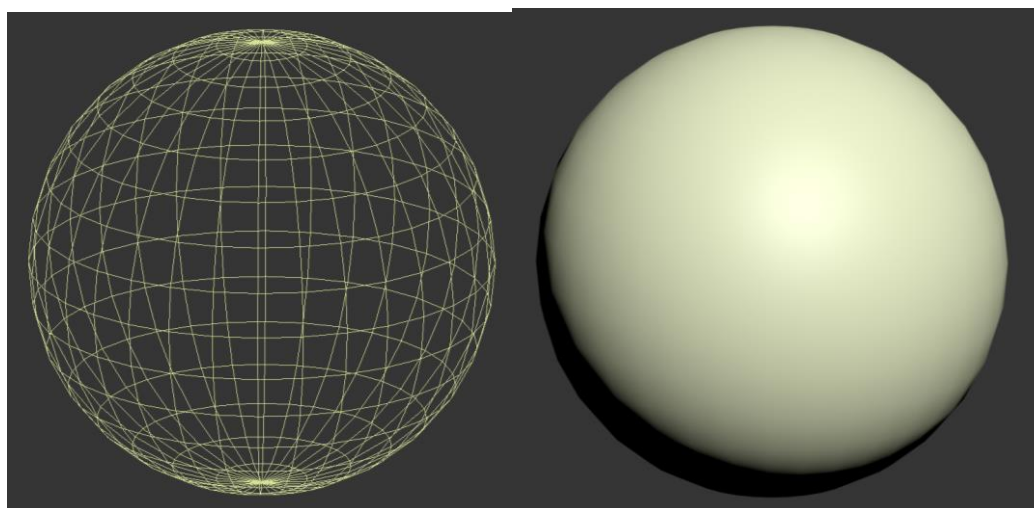
Рис. 11. Инструмент **Панорамирования (Pan tool)**

Для масштабирования объекта осуществляется или с помощью инструмента увеличение (**zoom**) (рис. 12) или с помощью вращения колесика мыши.



Рис. 12. Инструмент **Увеличение (Zoom)**

Для удобства моделирования в 3ds max приходится постоянно переключаться между разными режимами отображения объектов. Как правило для работы используется режим **Поверхности (Shaded)** и режим **Каркаса (Wireframe)** для перехода между ними осуществляется или нажатием клавиши F3 (рис.13) или выбором нужного режима в правом верхнем углу окна проекции (рис. 14).



А

Б

Рис. 13. Режимы отображения объекта: А – Режим каркаса; Б – режим поверхности

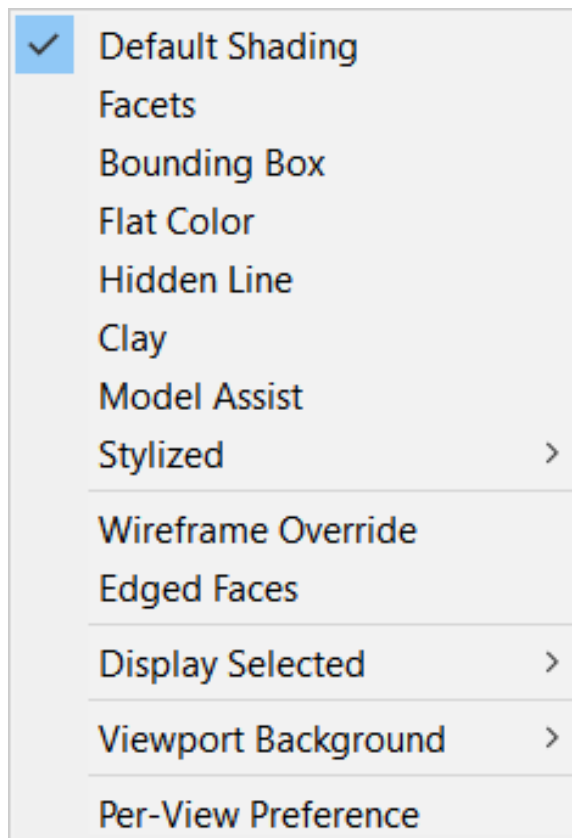


Рис.14. Выбор режима отображения

Для отображения сетки в режиме поверхностей используется команда **Ребра поверхностей (Edged Faces)** или кнопка F4 (рис. 15).

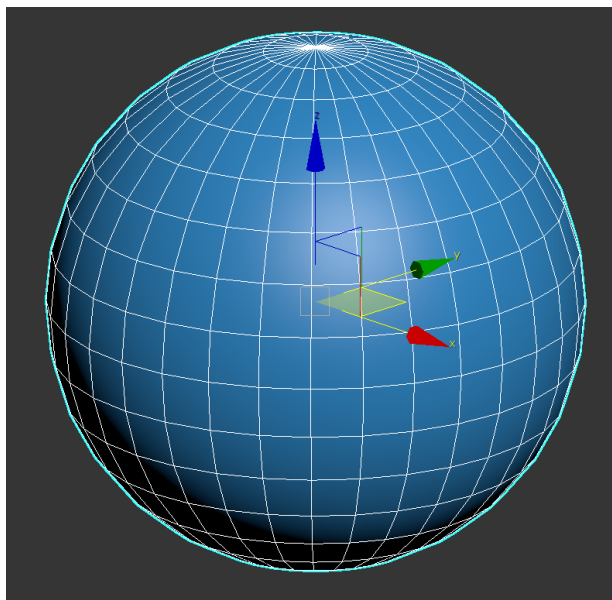


Рис. 15. Отображение ребер на поверхности объекта

1.3. Командная панель

Командная панель представляет собой один из наиболее важных и функциональных элементов интерфейса 3ds max. На этой панели находятся инструменты для создания и редактирования объектов, настройки анимации и определения параметров отображения объектов в окнах проекций (рис. 16).

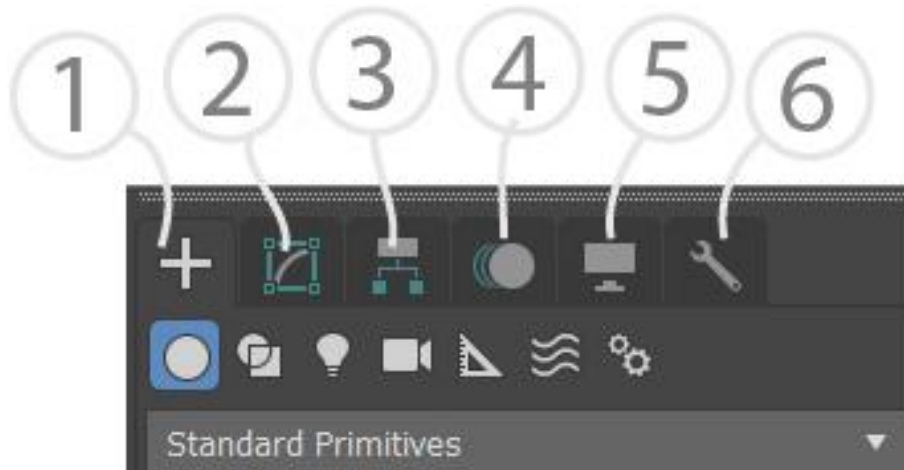


Рис. 16. Основные элементы командной панели

Среди которых как наиболее важные можно выделить:

1. Закладка **Создать (Create)** – позволяет создавать различные объекты в среде 3ds max, которые разделены на группы (рис 17).



Рис. 17. Основные типы объектов

Как основные группы тут можно выделить:

А. **Геометрические объекты (Geometry)** – стандартные объекты, которые можно создать в 3ds max. Это достаточно большой набор объектов разной формы, которые могут как использоваться в работе с приложением (деревья, окна, лестницы и т.д.). Кроме разного рода работ сюда относятся **Системы частиц (Particle Systems)** позволяющие создавать разного рода анимации с частицами и **объекты компоновки (Compound Objects)**, которые создаются путем взаимодействия нескольких объектов и т.д. (рис. 18).

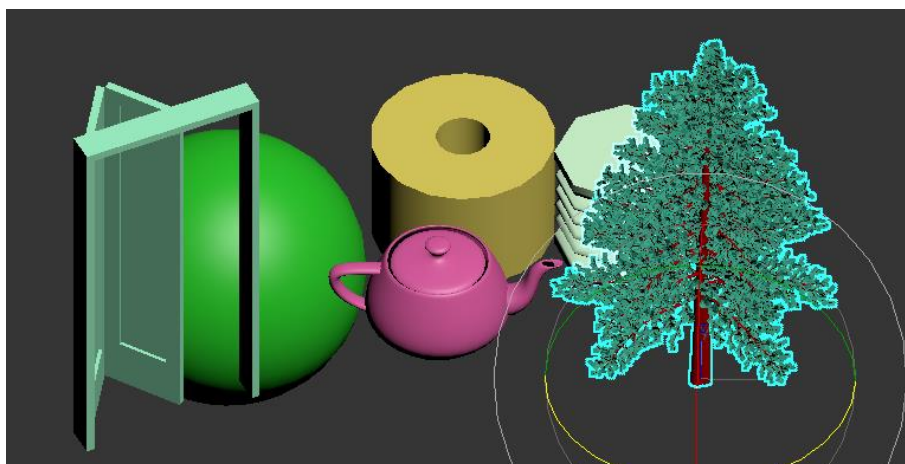


Рис.18. Пример геометрических объектов в 3ds max

В. **Формы (Shapes)** – наборы двухмерных форм, используемые как вспомогательные объекты или как основа для создания трехмерных объектов (рис. 19).

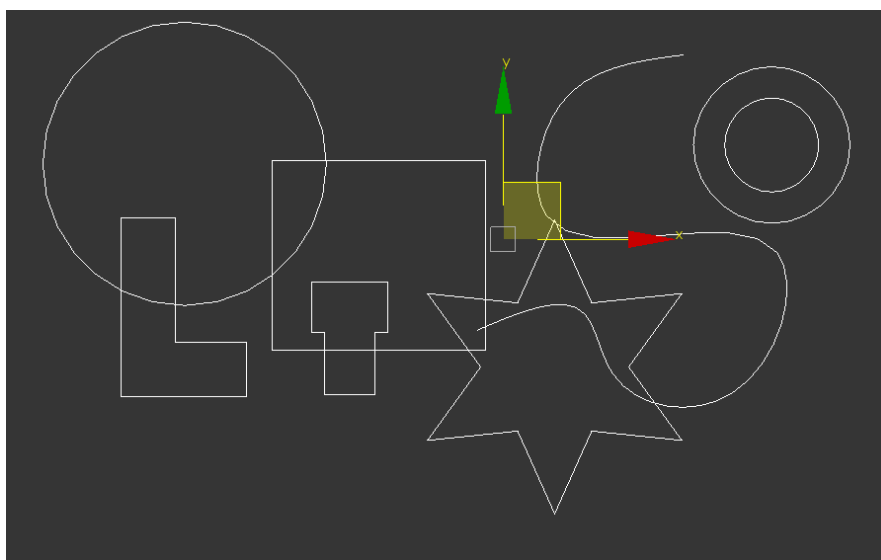


Рис. 19. Пример форм в 3ds max

С. **Источники света (Lights)** – объекты, имитирующие освещение в трехмерном пространстве 3ds max.

Д. **Камеры (Cameras)** – объекты, применяемые для создания фотореалистичной визуализации и анимации движения в 3ds max.

Е. **Вспомогательные объекты (Helpers)** – набор объектов, не имеющих заданной геометрической формы и служащих для помощи в работе в 3ds max или создании анимации;

Ф. **Пространственные деформаторы (Space Warps)** – набор объектов, которые взаимодействуют с трехмерными объектами для создания анимации;

Г. **Системные объекты (Systems)** – группа объектов, созданная разработчиками для упрощения анимации (**Кости (Bones)** и **Скелет (Biped)**) и освещения (**Солнечный свет (Sunlight)** и **Дневной свет (Daylight)**).

2. Зкладка **Модификация (Modify)** – содержит в себе команды, позволяющие редактировать объекты наборы модификаторов позволяющих изменять различные группы объектов (рис.20)

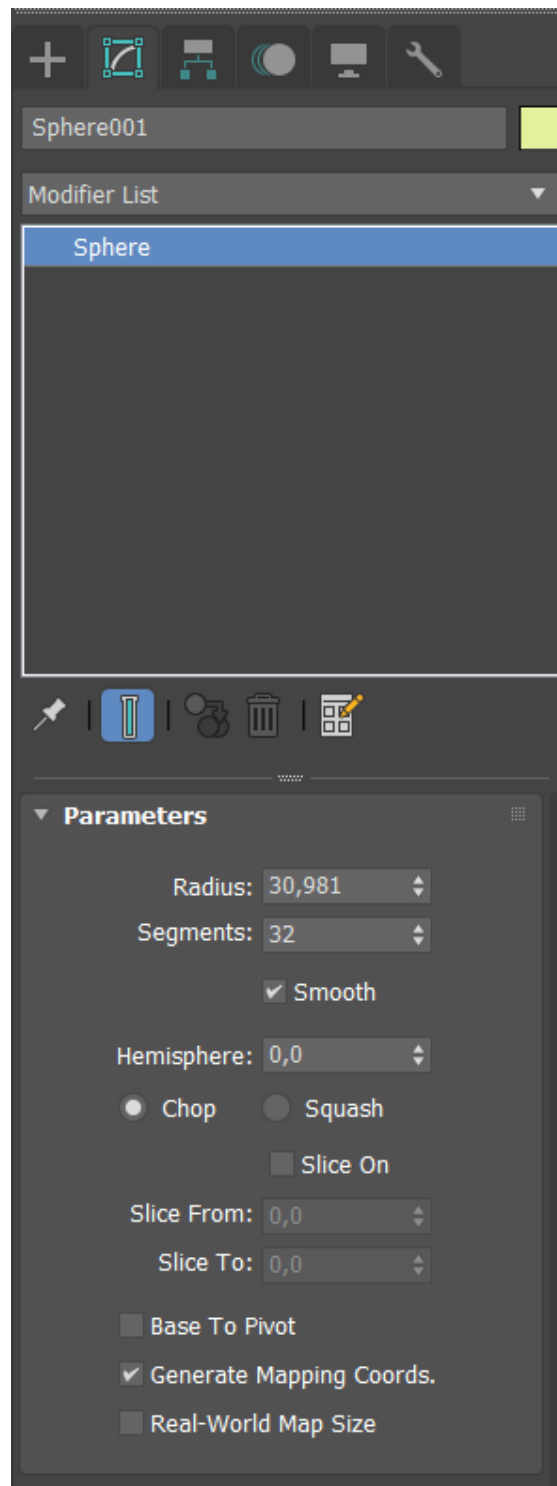


Рис. 20. Панель Модификация (Modify)

3. Закладка **Иерархия (Hierarchy)** содержит возможность настройки **направляющих (Pivot)**, параметров обратной кинематики (**ИК**) и возможность ограничения связей (**Link Info**);

Для изменения позиции опорной точки необходимо включить режим манипулирования опорной точкой нажав кнопку **Воздействовать только на сводную точку (Affect Pivot Only)** (рисунок 21).

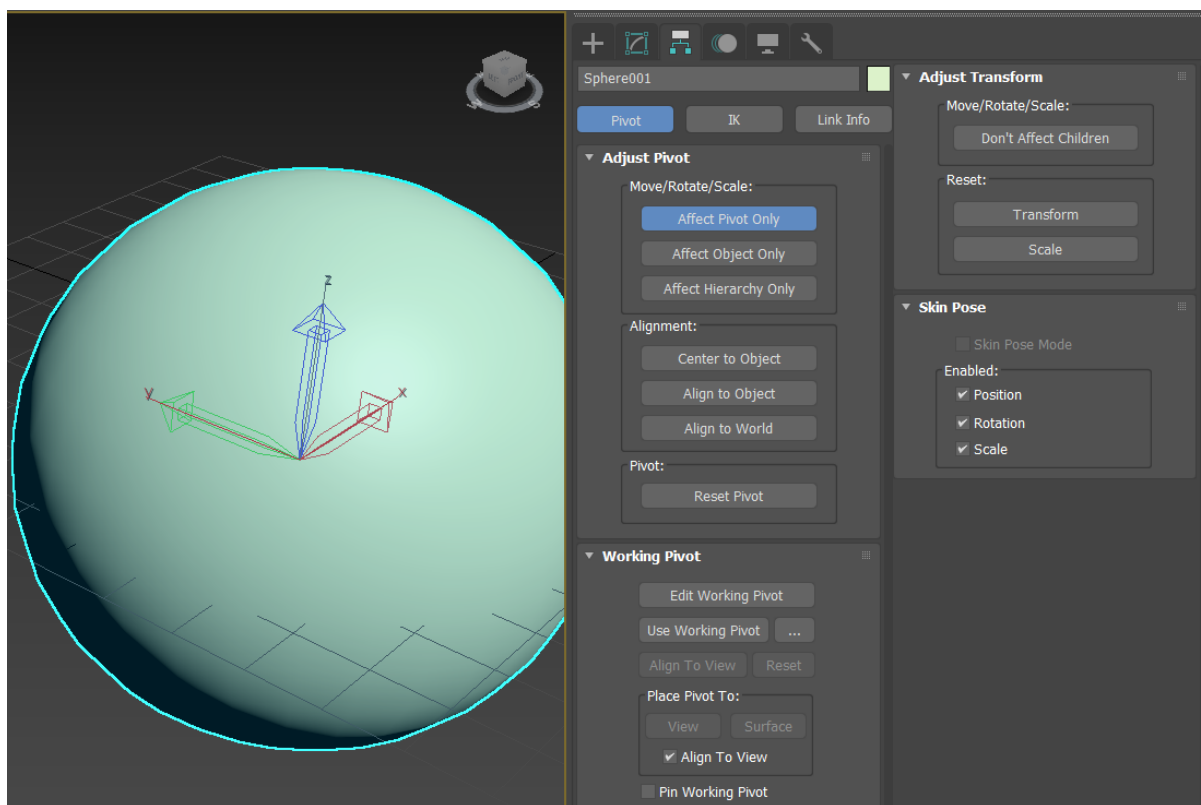


Рис. 21. Изменение положения направляющих

4. Закладка **Движение (Motion)** – содержит основные параметры анимации объектов и инструменты для создания процедурной анимации на основе контроллеров;

5. Закладка **Экран (Display)** содержит в себе параметры отображения объектов в 3ds max;

6. Закладка **Утилиты (Utilities)** – содержит в себе набор дополнительных модулей, расширяющих возможности программы.

2. Работа с примитивами в среде 3ds max

Первой задачей, которая будет стоять перед нами будет получение навыка манипулирования объектами в среде моделирования 3ds max. Для это мы построим из простых геометрических форм Парфенон (рис. 22).



Рис. 22. Парфенон

Для начала в окне вида **Сверху (Тор)** с помощью инструмента **Коробка (Box)** мы строим основание нашего Парфенона, приблизительными размерами длинна 300, ширина 200, высота 10 (рис. 23).

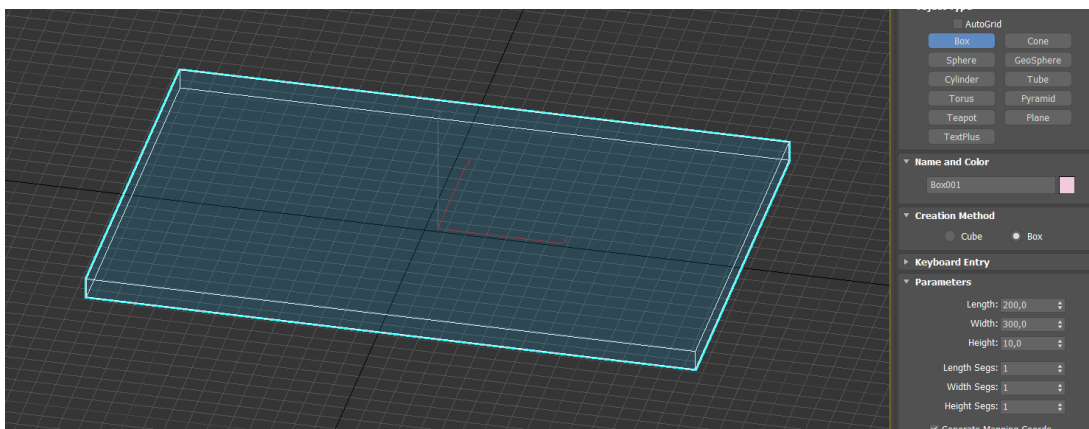


Рис. 23. Создание основание Парфенона

Затем используя инструмент **Выделить и пропорционально масштабировать (Select and Uniform Scale)** и удерживая клавишу **Shift** копируем основание, уменьшив размер (рис. 24).

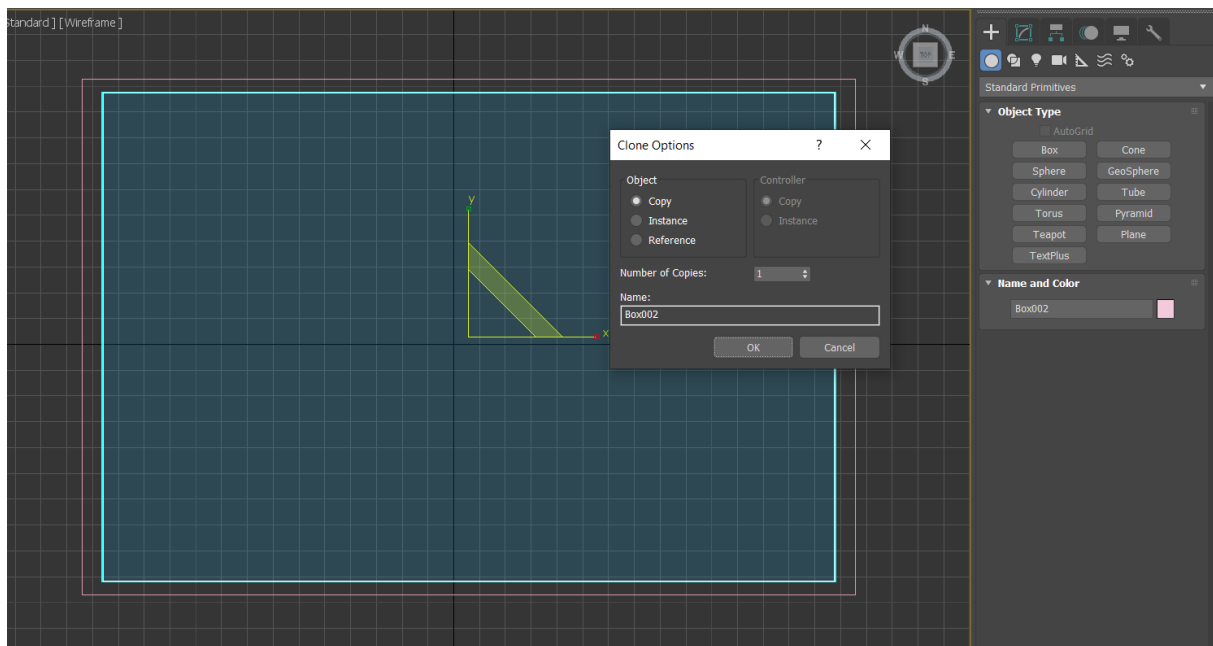


Рис. 24. Создание копии

Следующим шагом является выравнивание ступеней основания. Для этого используется **Инструмент привязку (Snaps toggle (S))** по ребрам (рис.25).

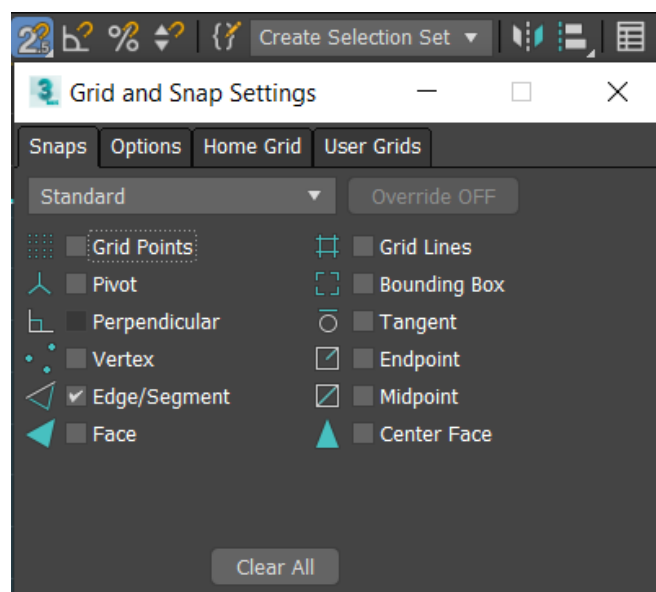


Рис. 25. Настройка привязки

Используя инструмент **Выделить и переместить (Select and Move)** выделяем Коробку (**Box**) и перетаскиваем его вверх по оси Z (рис.26).

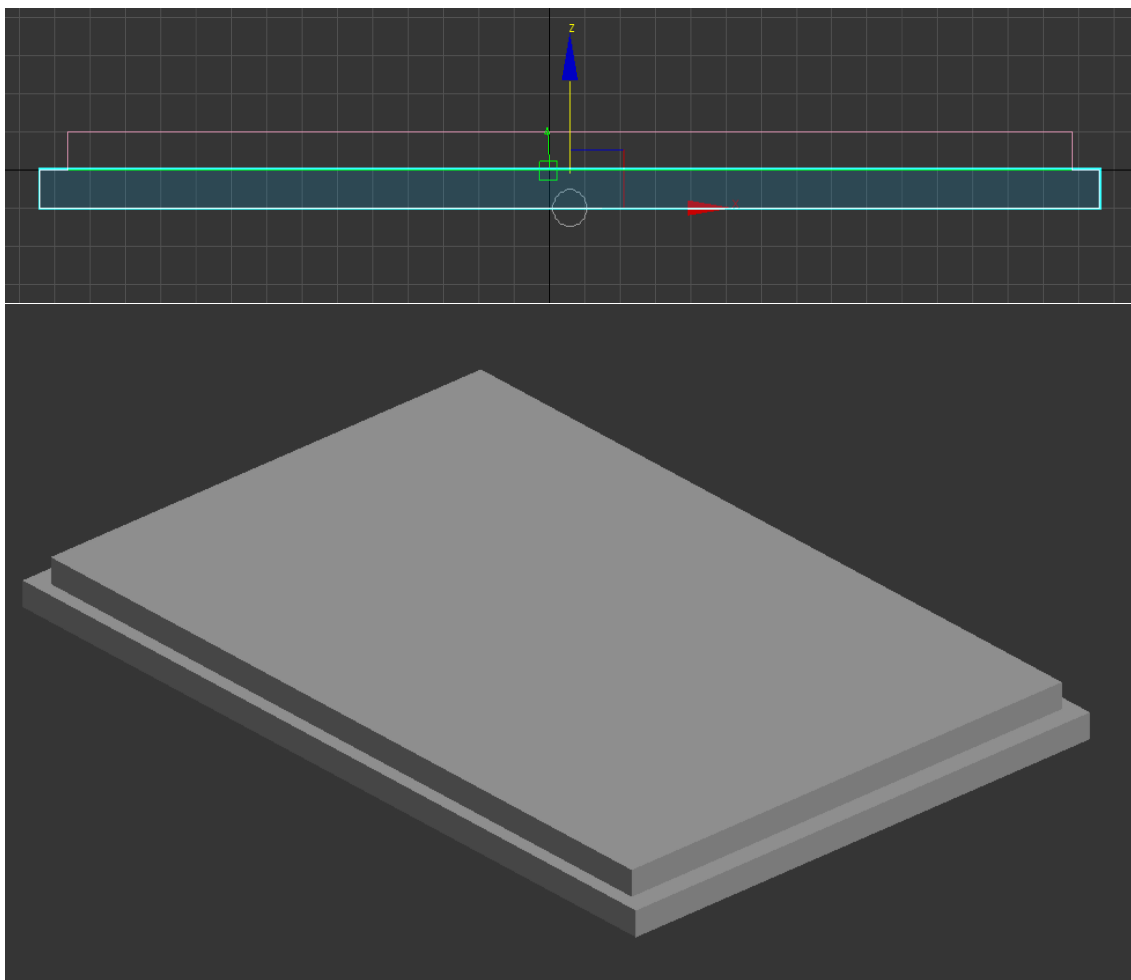


Рис. 26. Перемещение основания Парфенона

Затем используя геометрический объект **Цилиндр (Cylinder)** создаем первую колонну нашего Парфенона (рис. 27).

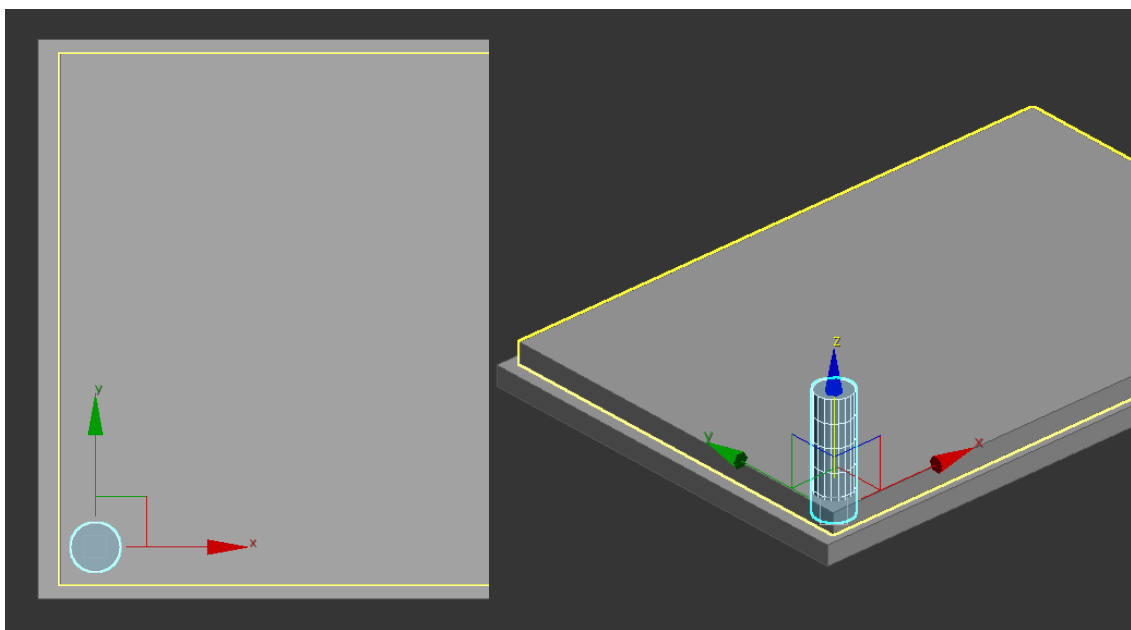


Рис. 27. Создание колонны Парфенона

Затем используя параметры в панели **Модификации (Modify)** выбираем необходимые размеры (рис. 28)

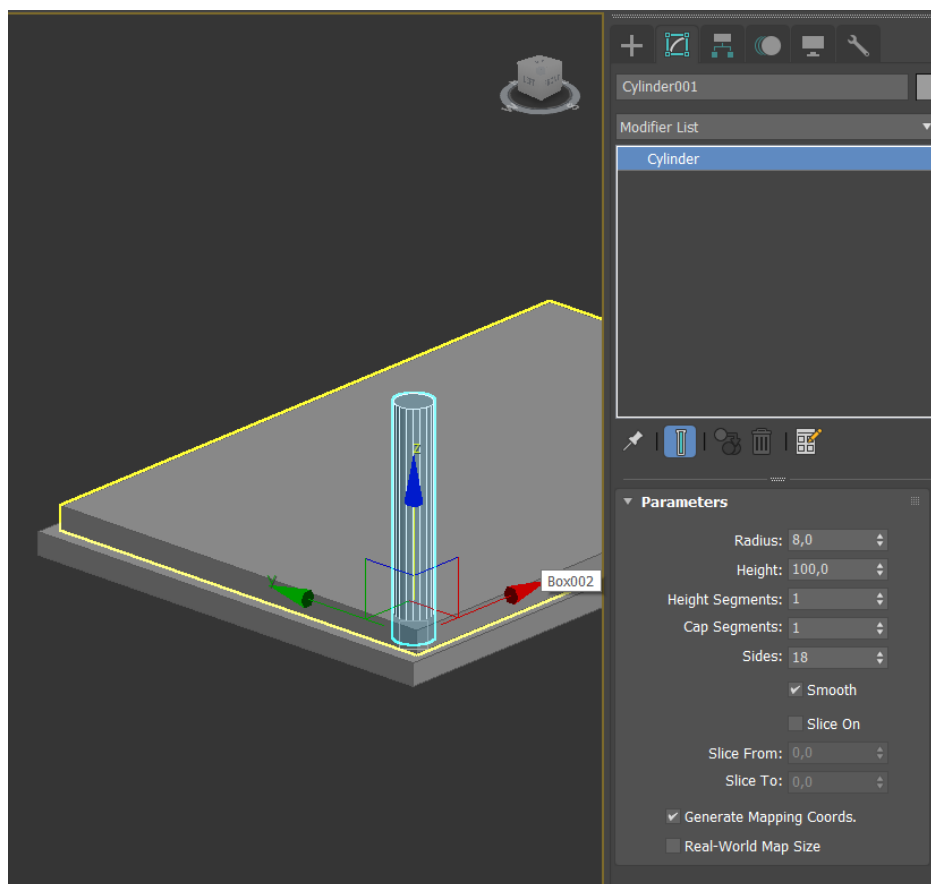


Рис. 28. Изменение параметров цилиндра в панели Modify

Выделив проекцию цилиндра на виде **Сверху (Top)** и нажав клавишу **Shift** отводим мышь в сторону. В окне задаем нужное количество элементов и создаем массив (рис.28). Затем выделив полученные элементы и удерживая клавишу **Shift** создаем второй ряд колонн (рис. 30).

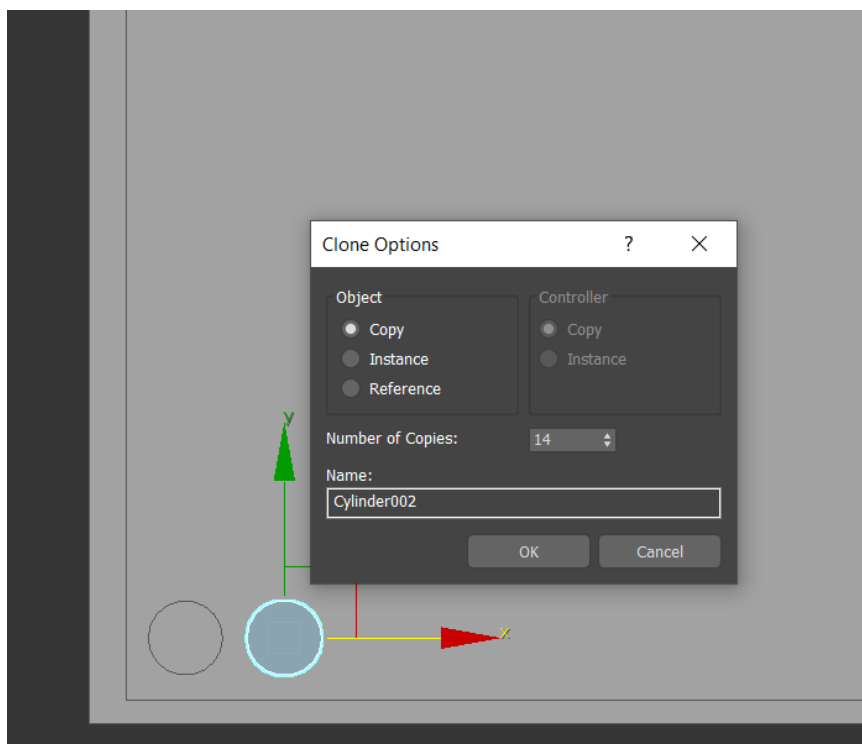


Рис. 29. Создание копий колонны

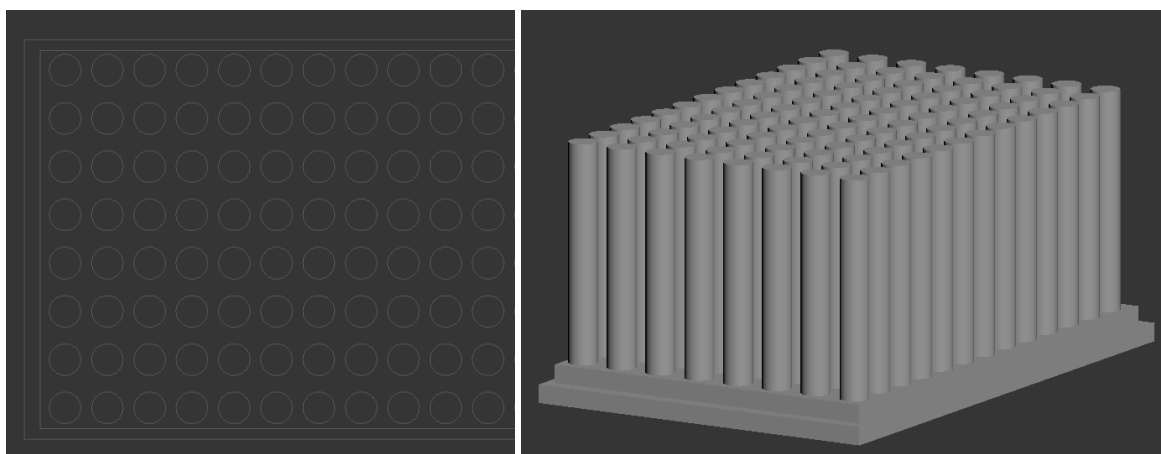


Рисунок 30. Создание второго ряда колонн

Используя геометрический объект, **Пирамида (Pyramid)**, создаем крышу Парфенону (рис.31). И выравниваем его по верхним граням колон с использованием **Инструмент привязка (Snaps toggle (S))** (рис 32).

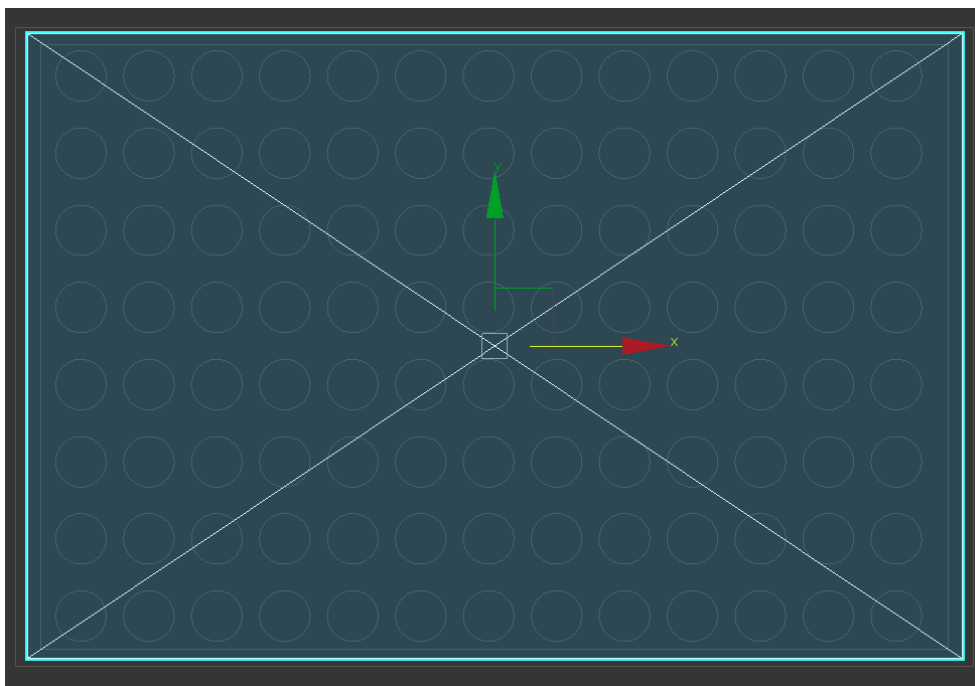


Рис. 31. Создание крыши Парфенона

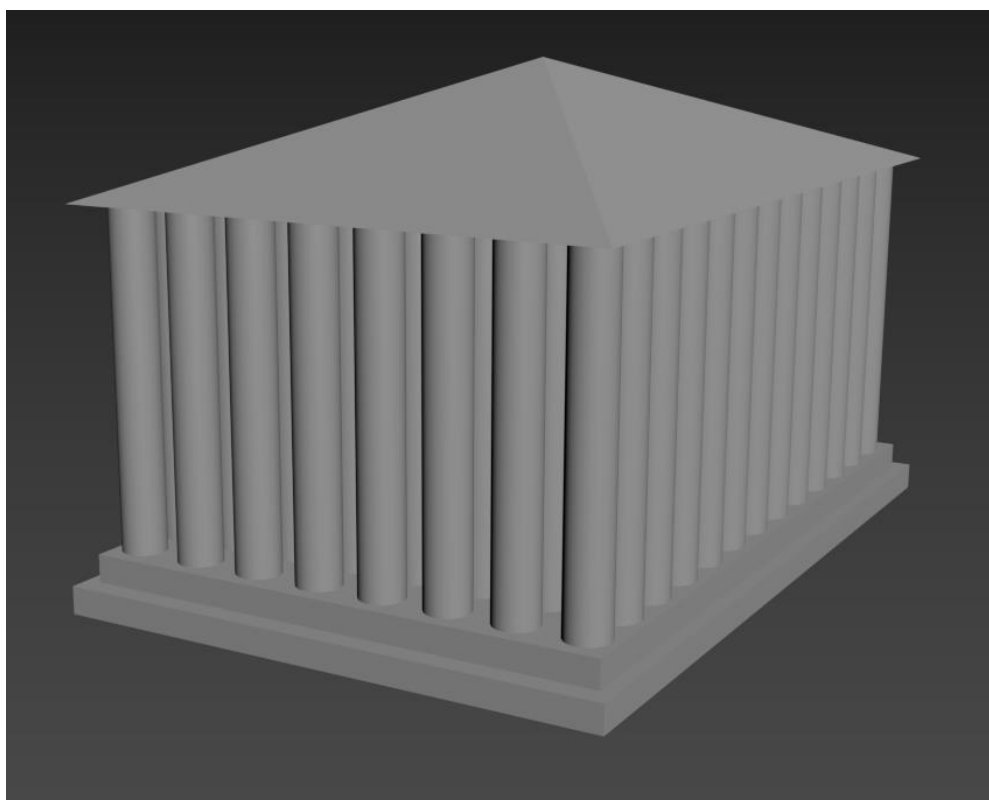


Рис. 32. Готовый набор объектов

Вопросы для контроля

1. Какие основные инструменты манипулирования объектами существуют в 3ds max?
2. Для чего нужны привязки в среде 3ds max?
3. Чем отличаются режимы отображения объектов и для чего они нужны?
4. Какие основные группы объектов можно выделить в среде 3ds max?
5. Какие основные закладки есть на командной панели и за что они отвечают?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ 3DS MAX. РАБОТА В EDITABLE POLY

Цель работы: познакомиться с основными методами моделирования в 3ds max и получить навык моделирования сложных геометрических форм на основе полигональных сеток (Editable Poly).

Содержание работы

1. Методы редактирования поверхностей в среде 3ds max

Для создания сложных геометрических форм в среде 3ds max необходимо рассмотреть методы редактирования поверхностей. На данный момент 3ds max поддерживает четыре таких метода:

- **Редактирование сеток (Editable Mesh)** – метод, основанный на редактировании треугольных граней (**Face**) (рисунок 33). Эта особенность моделирования накладывает некоторые ограничения на возможности моделирования, но в целом позволяет реализовывать достаточно сложные геометрические формы.

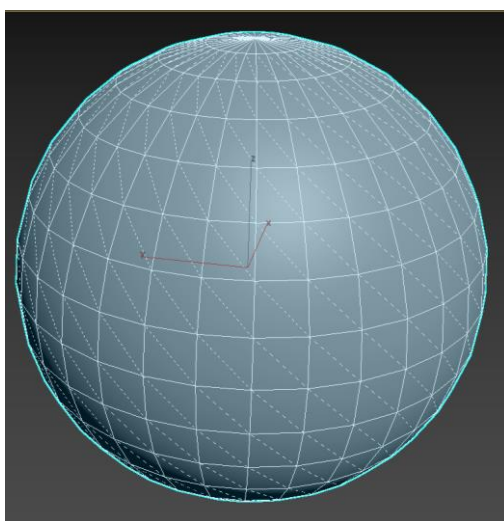


Рис. 33. Режим редактирования сеток

- **Редактирование полигонов (Editable Poly)** – данный режим редактирования берет свое начало из предыдущего, в связи с этим имеет схожий функционал, но поверхностями для редактирования в данном случае выступает полигон, то есть многоугольная плоскость. Этот режим является основным для моделирования объектов в 3ds max в связи с чем имеет более удобный инструментарий чем предыдущий.

- **Редактирование лоскутов (Editable Patch)** – при моделировании на основе лоскутов в основе заложены сплайны Безье в связи с чем моделирование в данном режиме несколько сходно с использованием векторного редактора только в объеме (рисунок 34)

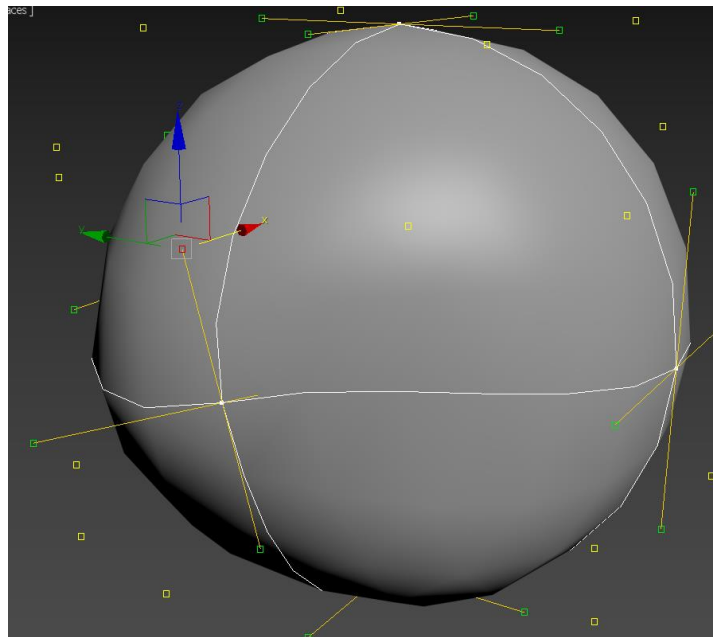


Рис. 34. Режим редактирования на основе лоскутов

- **Редактирование на основе NURBS поверхностей (NURBS Surface)** – этот метод моделирования основан на использовании основан **неоднородных рациональных В-сплайнах (Non Uniform Rational B-Splines, NURBS)**. Этот метод представляет пользователю широкий инструментарий для моделирования (рисунок 35) однако он достаточно сложен в использовании.

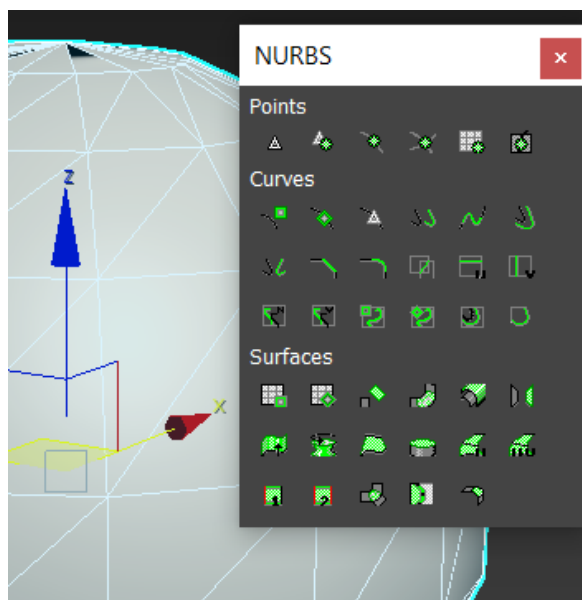


Рис. 35. Инструменты для работы в режиме NURBS Surface

Для использования этих методов моделирования объект преобразуется в соответствующую поверхность. Для этого щелчком правой кнопки мыши вызывается контекстное меню программы (рисунок 36) и выбирается пункт **Преобразовать в... (Convert To...)**.

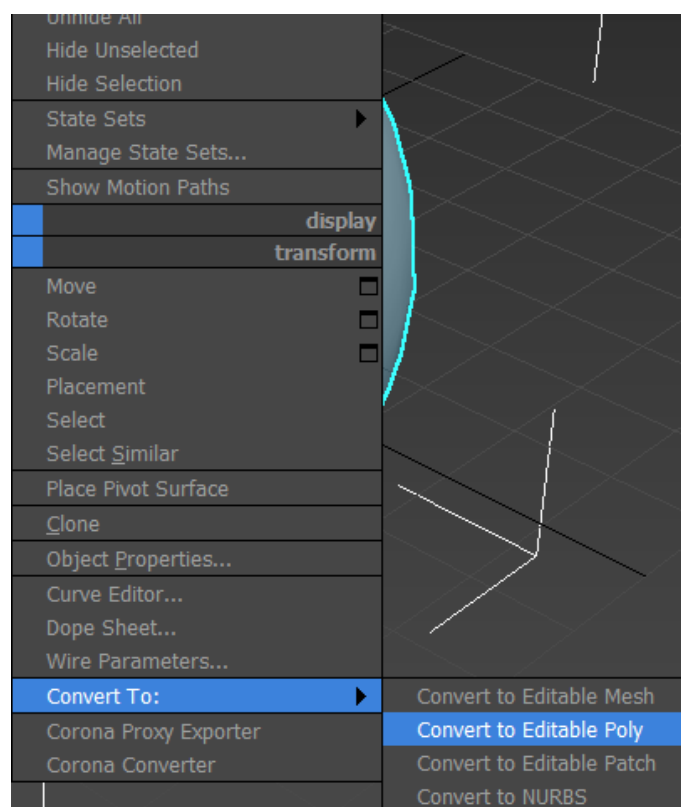


Рис. 36. Выбор преобразования геометрического объекта

2. Создание модели шахматного коня средствами полигонального моделирования

Для удобства создания шахматного коня был выбран вспомогательное изображение (рис. 51). Данное изображение удерживая левую кнопку мыши перетягиванием на созданную плоскость (рис.52).



Рис. 51. Вспомогательный рисунок

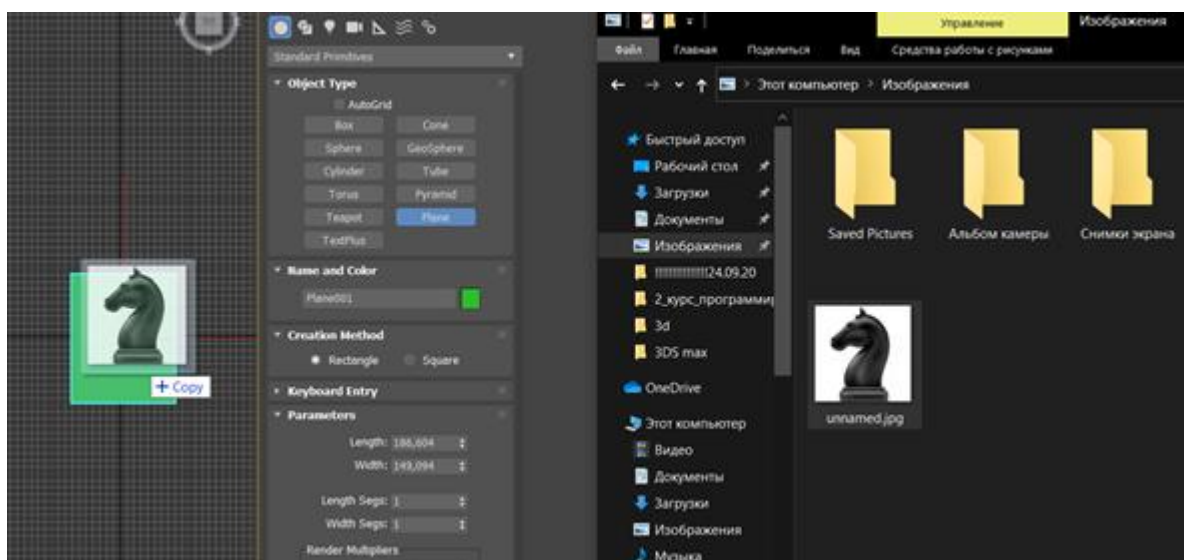


Рис. 52. Применение вспомогательного рисунка к плоскости

Затем создаем еще одну плоскость, которую конвертируем в EditablePoly и удерживая клавишу Shift повторяем контур воспитательного рисунка вытягивая новые полигоны (рис. 53)

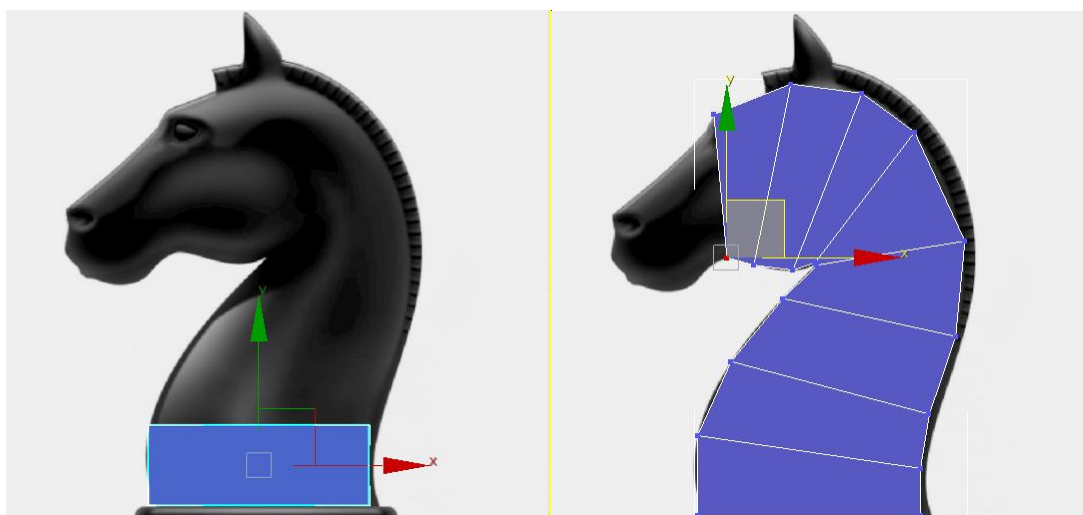


Рис. 53. Моделирование основания модели

После чего осуществляется выделение паралельно стоящих ребер с помощью команды **Кольцо (Ring)** и добавление новых сечений необходимых для добавления объема с помощью команды **Соединение (Connect)** (рис.54).

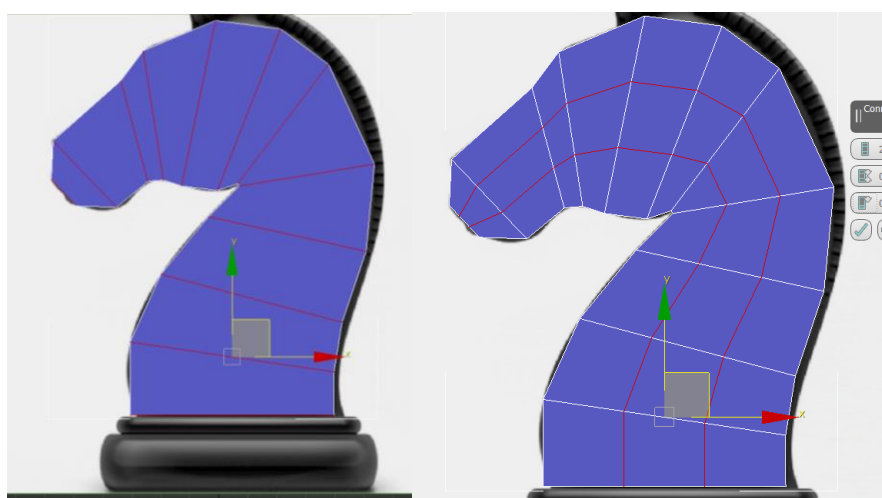


Рис. 54. Увеличение числа полигонов модели

Следующим этапом является добавление объема создаваемой фигуре. Для этого удерживая клавишу Shift сдвигаем **Контур (Border)** созданного набора полигонов по оси Z (рис. 55)

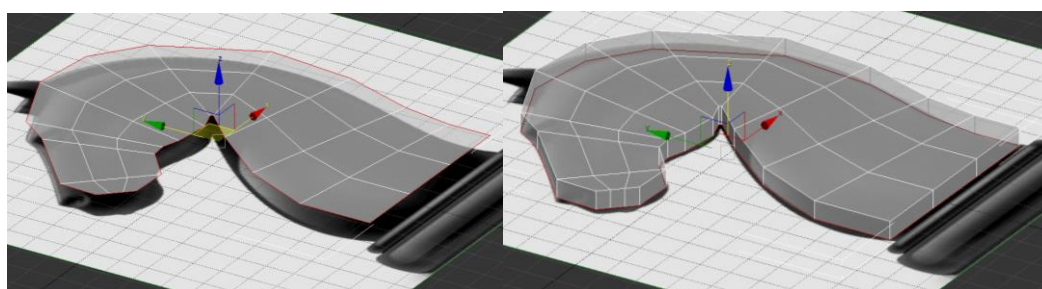


Рис. 55. Добавление толщины создаваемой модели

Затем двигая точки придаем созданной заготовке более похожий на голову коня внешний вид (рис. 56)

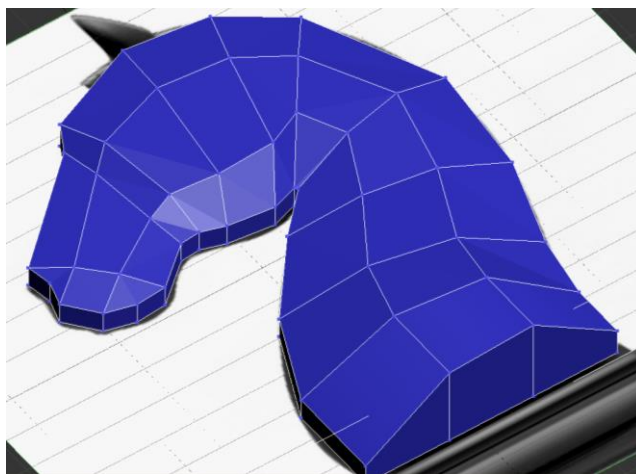


Рис. 56. Придание нужной формы созданным полигонам

После чего используя команду **Выдавливание (Extrude)** создаем ухо и гриву модели, а так таким образом детализируем модель до требуемого уровня (рис. 57).

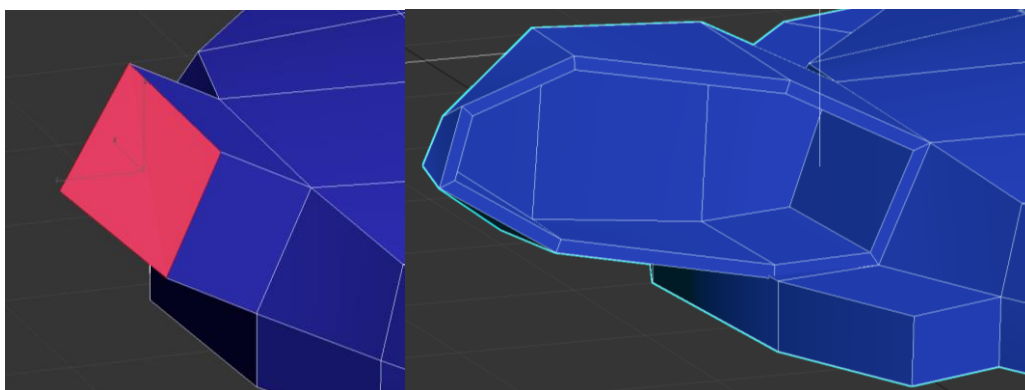


Рис. 57. Выдавливание деталей на модели головы лошади

Затем добавляя сечения с помощью команды **Резать (Cut)** добавляем детализации модели для придания ей большего сходства с изображением на вспомогательном рисунке (рис. 58).

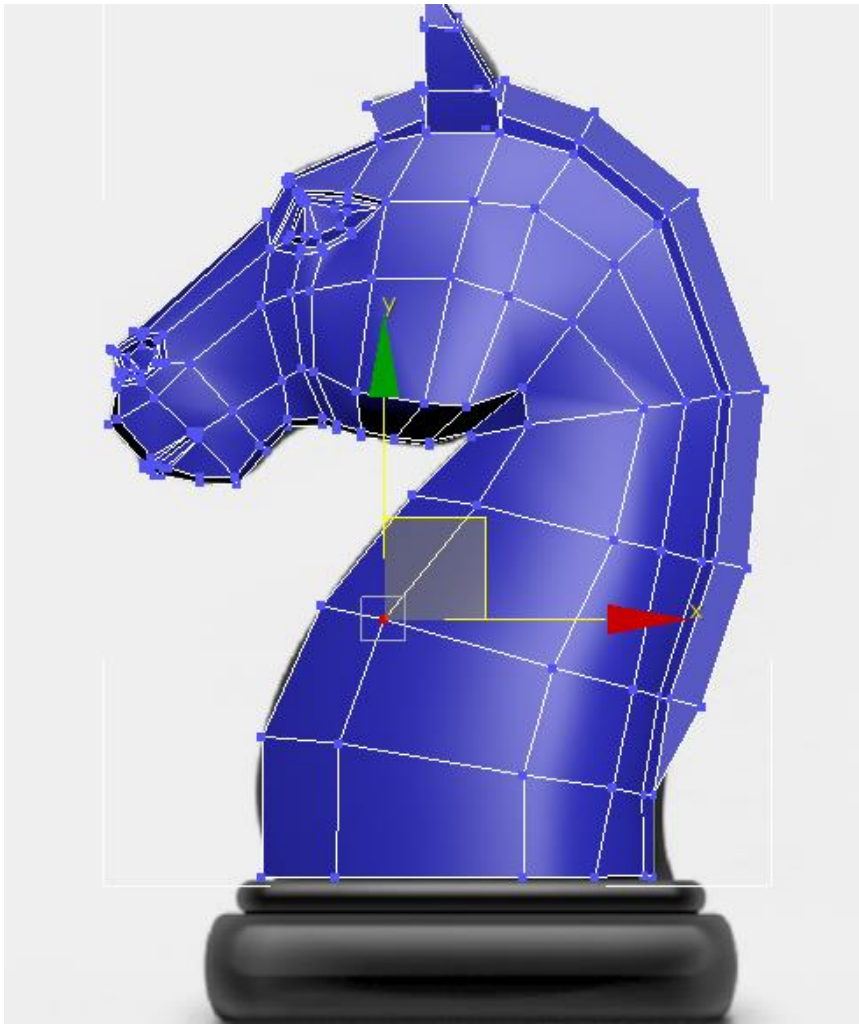


Рис. 58. Приблизительный результат моделирования

Вопросы для контроля

1. Какие методы редактирования поверхностей существуют в 3ds max?
2. Какими основными подобъектами можно манипулировать в 3ds max?
3. Какие команды используются для создания нового сечения на поверхности объекта?
4. Какие команды используются для объединения точек?

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Интерфейс программы 3DS MAX. Манипулирование объектами в среде 3DS MAX.....	4
1. Знакомство с интерфейсом 3 DS MAX.....	4
1.1. Панель инструментов.....	5
1.2. Окна проекций.....	8
1.3. Командная панель.....	12
2. Работа с примитивами в среде 3DS MAX.....	15
Лабораторная работа № 2. Средства моделирования в среде 3DS MAX. Работа в EDITABLE POLY.....	22
1. Методы редактирования поверхностей в среде 3DS MAX.....	22
2. Создание модели шахматного коня средствами полигонального моделирования.....	25

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОЛИГОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн»
(профиль «Промышленный дизайн»)
всех форм обучения

Составители:
Кузовкин Алексей Викторович
Суворов Александр Петрович
Золототрубова Юлия Сергеевна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 16.11.2021
Уч.-изд.л. 1,86

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
396026 Воронеж, Московский просп., 14