

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Российский государственный гуманитарный университет»
(ФГАОУ ВО «РГГУ»)**

ФАКУЛЬТЕТ «ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И БЕЗОПАСНОСТИ»
Кафедра «Информационных технологий и систем»

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»

Направленность: Информационно-коммуникационные технологии цифровой трансформации

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

РПД адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов

Москва 2026

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

Рабочая программа дисциплины

Составитель:

к.х.н., доц., доц. А.М. Подорожный

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

Информационных технологий и систем

№ 5 от 11.12.2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Пояснительная записка.....	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.....	4
1.3.	Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.....	5
2	Структура дисциплины.....	5
3	Содержание дисциплины.....	5
4	Образовательные технологии.....	6
5	Оценка планируемых результатов обучения.....	7
5.1.	Система оценивания.....	7
5.2.	Критерии выставления оценки по дисциплине.....	7
5.3.	Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	9
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	10
6.1.	Список литературы.....	10
6.2.	Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет».....	10
6.3.	Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.....	11
7	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
8	Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	11
9	Методические материалы.....	13
9.1.	Планы практических занятий. Методические указания по организации и проведению.....	13
9.2.	Иные материалы. Планы самостоятельной работы.....	26
Приложения		
	Приложение 1. Аннотация дисциплины.....	36

1 Пояснительная записка

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: изучение основ моделирования и технологий создания трехмерных объектов и сцен с помощью современных систем компьютерного дизайна для применения в различных предметных областях.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование систематизированного представления о принципах, методах, технологиях трехмерного моделирования объектов, сцен, персонажей, интерьеров и экстерьеров;

- получение навыков практической работы с современными системами компьютерного 3D-моделирования и дизайна для разработки приложений в различных предметных областях.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2. Способен разрабатывать, тестировать и адаптировать прикладное программное обеспечение	ПК-2.1. Знает основные среды для разработки программного обеспечения, методы тестирования и адаптации прикладного программного обеспечения.	Знать: средства программирования для 3D плагинов и движков, методы их тестирования и адаптации.
	ПК-2.2. Умеет разрабатывать, тестировать и адаптировать прикладное программное обеспечение.	Уметь: создавать, тестировать и адаптировать 3D скрипты, плагины и другие программные продукты.
	ПК-2.3. Владеет современными языками программирования и методиками разработки, тестирования и адаптации прикладного программного обеспечения.	Владеть: основами 3D моделирования и программирования, методиками разработки, тестирования и программирования прикладного ПО.
ПК-6. Способен настраивать, эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы	ПК-6.1. Знает методы настройки, порядок и мероприятия по эксплуатации и сопровождению информационных систем и сервисов.	Знать: основы компьютерного моделирования трехмерных объектов и сцен, технологии создания реалистичных сцен с использованием источников освещения, текстурных карт и материалов.
	ПК-6.2. Умеет организовывать настройку, эксплуатацию и сопровождение ИС и	Уметь: создавать и редактировать простые и детализированные 3D объекты, наносить текстуры на объекты со слож-

	сервисов.	ной поверхностью, моделировать трёхмерные сцены, настраивать источники света, камеры и осуществлять визуализацию.
	ПК-6.3. Владеет навыками управления конфигурацией ИС и сервисов в процессе эксплуатации, решения проблем и консультирования пользователей ИС и сервисов.	Владеть: навыками создания и обработки графических образов с использованием систем моделирования трехмерных сцен с помощью современных систем компьютерного моделирования и дизайна.

1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «3D-моделирование» относится к части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки «Прикладная информатика».

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, формируемые в ходе изучения дисциплин, «Архитектура вычислительных систем», «Физические основы информационных технологий», «Компьютерная графика в задачах цифровой трансформации».

Дисциплина изучается в 5 семестре курса обучения. В результате освоения дисциплины формируются компетенции, необходимые для освоения дисциплин «Мультимедиа технологии и системы», «Цифровая анимация и видео».

2 Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 академических часов.

Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
5	Лекции	14
5	Практические занятия	28
Всего:		42

Объем дисциплины в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 48 академических часов, 18 часов контроль.

3 Содержание дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Фрактальная графика	История развития, свойства, примеры. Системы Линденмайера, тергл-графика, примеры построения фигур. Области применения, программы, форматы фрактальной графики. Структуры с качественным самоподобием.

2.	Основы 3D моделирования.	Этапы построения 3d моделей. Полигональное, сплайновое, воксельное моделирования. Текстурирование: моделирование гляцевой и матовой поверхности, прозрачности, свойства текселя. Источники света: имитация солнца, искусственного освещения, прожектор, пасмурная погода, более сложные эффекты. Рендеринг реального времени и предварительный. Растеризация примитивов. Лучевые методы: Ray Casting, Ray Tracing, Path Tracing, более сложные методы рендеринга.
3.	Системы координат, проекции, ПО 3D графики.	Виды глобальных систем координат, статичные проекции, перспективная и ортогональная 3D проекции. Локальная система координат, применение, Pivot Point. Возможности и сферы применения ведущих 3d программных средств: AutoCad, 3D S Max, Maya, Blender, ZBrush,
4.	Полигональное моделирование.	Свойства сетки Mesh, вершин, ребер, граней, полигонов. Топология фигуры, ее роль. Преобразования примитивов, виды модификаторов, нормали, сглаживание. Копирование и клонирование, массивы, выравнивание, булевы операции, контейнеры. Методы редактирования вершин, ребер, граней и полигонов, возможности Soft Selection.
5.	Технология работы с материалами и текстурами.	Моделирование свойств поверхности. Ноды в Blender, вывод материалов. Принципиальный BSDF и другие шейдерные ноды, управление цветом, создание градиентов, излучения. Текстурирование, ноды текстур, нанесение внешних текстур. UV – координаты, нанесение швов, текстурные острова, деформация текстур.
6.	Сплайновое моделирование.	Основные принципы Surface – моделирования. Специальные команды модификатора Edit Spline: Cross-insert, Fuse, Areaselection. Способы создания сложной сетки объектов. Кривые NURBS – CV-curve и Point Curve. Построение основных поверхностей NURBS – Ruled, U-loft, Cap, Blend, Rail. Проецирование кривых на поверхности – Vector Projection. Вырезание отверстий в NURBS поверхностях.
7.	Источники света и визуализация сцен.	Концепция физически точной визуализации (рендеринга) - выбор материала, типа освещения, камеры и экспозиции. Установка и настройка физической съёмочной камеры. Базовая настройка экспозиции камеры. Изучение основных типов фотометрических источников света и способы их настройки. Способы установки различных источников света для имитации искусственного освещения. Визуализация фотореалистичных изображений для интерьеров, экстерьеров, скульптинга и различных сцен.

4 Образовательные технологии

Для проведения учебных занятий по дисциплине используются различные образовательные технологии. Для организации учебного процесса может быть использовано электронное обучение и (или) дистанционные образовательные технологии.

5 Оценка планируемых результатов обучения

5.1. Система оценивания

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну ра- боту	Всего
Текущий контроль: - защита отчета по практическому заданию - коллоквиум	4 балла	36 баллов
	4 балла	24 балла
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)		40 баллов
Итого за дисциплину		100 баллов

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей

100-балльная шка- ла	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55		E	
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
82-68/ С	«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	«неудовлетворительно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к коллоквиумам

Раздел 1. Фрактальная графика.

1. Понятие и основные свойства фрактальной графики. (ПК-2.1)
2. Системы Линденмайера. (ПК-2.1)
3. Применение фрактальной графики, структуры с качественным самоподобием. (ПК-2.1)

Раздел 2. Основы 3D моделирования

1. Способы создания моделей в 3D графике. (ПК-2.1)
2. Материалы и текстуры в 3D графике. (ПК-2.1)
3. Расчет освещения, рендеринг в 3D графике. (ПК-2.1)

Раздел 3. Системы координат, проекции, ПО 3D графики.

1. Глобальные системы координат, проекции в черчении и 3d графике. (ПК-2.2)
2. Локальная система координат, ее применение, Pivot Point. (ПК-2.2)
3. Возможности и сферы применения ведущих 3d программных средств. (ПК-2.2)

Раздел 4. Полигональное моделирование.

1. Сетка Mesh, топология объектов. (ПК-6.1)
2. Преобразования объектов и групп объектов. (ПК-6.1)
3. Редактирование вершин, рёбер, граней, полигонов. (ПК-6.1)

Раздел 5. Технология работы с материалами и текстурами.

1. Ноды моделирования поверхности в Blender. (ПК-6.3)
2. Методы создания внутренних и внешних текстур. (ПК-6.3)
3. Текстурные карты, модификаторы, совместное применение текстурных карт. (ПК-6.3)

Раздел 6. Сплайновое моделирование

1. Теоретические основы построения сплайнов и кривых Безье. (ПК-6.2)
2. Математическая основа, применение NURBS кривых. (ПК-6.2)
3. Принципы Surface – моделирования, команды модификатора Edit Spline. (ПК-6.2)
4. Способы создания сложной сетки объектов с помощью NURBS. (ПК-6.2)
5. Типы поверхностей, которые можно задать с помощью NURBS. (ПК-6.2)
6. Построение поверхностей NURBS различных видов. (ПК-6.2)
7. Модифицирование NURBS кривых: проецирование, вырезание отверстий. (ПК-6.2)

Раздел 7.

1. Стандартные источники света в 3D S MAX. (ПК-2.3)
2. Специальные методы освещения, придающие реалистичность. (ПК-2.3)
3. Теоретические основы работы с источниками света в системах компьютерной графики. (ПК-2.3)
4. Методы создания трехмерных объектов и сцен в 3D S MAX. (ПК-2.3)
5. Установка и настройка съемочных камер. (ПК-2.3)
6. Рендеринг и его место в системах компьютерной графики. (ПК-2.3)
7. Методы растеризации примитивов и виртуальных лучей. (ПК-2.3)
8. Концепции фотореалистичной визуализации объектов, сцен, интерьеров, экстерьеров и персонажей. (ПК-2.3)

Из вопросов коллоквиумов к зачету составляются билеты, по два вопроса в билете, обязательно из разных разделов.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Список литературы

Основная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 596 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20464-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589942>
2. Хворостов, Д. А. 3D Studio Max + VRay + Corona. Проектирование дизайна среды : учебное пособие / Д.А. Хворостов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2026. — 333 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1056727. - ISBN 978-5-16-021468-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2226471>
3. Лотгер, Р. Blender: новый уровень мастерства. Применение расширенных рабочих процессов - ноды геометрии, физической симуляции и 3D-трекинга камеры для производственных процессов Blender / Р. Лотгер. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 453 с. - ISBN 978-5-93700-164-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2150525>

Дополнительная литература

1. Чехлов, Д. А. V-Ray для Autodesk Maya: руководство по визуализации: практическое руководство. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 808 с. - ISBN 978-5-97060-870-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1210715>
2. Основы компьютерной графики [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П. С. Шпаков, Ю. Л. Юнаков, М. В. Шпакова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 398 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=507976>
3. Лисяк, В. В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать : учебное пособие / В. В. Лисяк ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 109 с. - ISBN 978-5-9275-3825-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1894436>

6.2. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет»

1. Рендер. Ведущий российский портал по 3D моделированию. Новости отрасли, мероприятия, электронный журнал, блоги специалистов, готовые модели, учебные ресурсы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://render.ru/>
2. Fotagecrate. База визуальных эффектов, звуков и треков, видеуроков, доступных для скачивания и использования. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://footagecrate.com/>
3. Видеосмайл. Отечественный обучающий ресурс с уроками по созданию визуальных эффектов и подвижной графики, обзорами плагинов и инструментов, курсами по работе в различных программах. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://videosmile.ru/>
4. 3ddd. База 3D и 2D-работ, где можно покупать готовые разработки и помещать свои, на определенных условиях обмена. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://3ddd.ru/>

6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsuh.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс
2. Гарант
5. Gumroad. Ресурс, где можно свободно продавать свой контент и покупать работы других авторов. Имеется много видеоуроков от ведущих специалистов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://gumroad.com/>
6. Международная реферативная наукометрическая БД Scopus, доступная в рамках национальной подписки в 2019 г.
7. Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант
8. 2.1. Fotagecrate. База визуальных эффектов, звуков и треков, видеоуроков, доступных для скачивания и использования. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://footagecrate.com/>

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации программы дисциплины требуется:

- компьютеры, позволяющие работать с современными графическими и мультимедиа редакторами;
- объединение компьютеров в локальную сеть компьютерного класса с высокоскоростным выходом в интернет;
- для лекционного курса – посадочные места по количеству обучающихся, доска, мультимедиа проектор с экраном;
- оснащенное компьютером рабочее место преподавателя.

Технические средства обучения: сканер, аудио колонки и аудио наушники.

Используемое программное обеспечение:

1. Windows 10
2. Microsoft Office 2013 Pro
3. Mozilla Firefox 52.8.1 ESR
4. 3D S Max
5. Blender 3.1.2
6. Kaspersky Endpoint Security
7. Платформа ZOOM

8 Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

• для слепых и слабовидящих: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или могут быть заменены устным ответом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; письменные задания оформляют-

ся увеличенным шрифтом; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих: лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме; экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих: в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих: в печатной форме, в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих: устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE; дисплеем Брайля PAC Mate 20; принтером Брайля EmBraille ViewPlus;

- для глухих и слабослышащих: автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих; акустический усилитель и колонки;

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1; компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

9 Методические материалы

9.1. Планы практических занятий. Методические указания по организации и проведению

Практическое задание №1. Моделирование в Blender.

- Рабочий стол Blender.
- Изменения сцены и объектов.

- Рендеринг и сохранение файла.
- Меш-объекты в Blender.
- Режим редактирования. Изменение формы объектов.
- Инструмент «Экструдировать».
- Инструмент «Подразделить».
- Модификаторы булевых операций.

Практическое задание №3. Создание примитивов в 3D S Max.

- Общие положения.
- Построение примитивов.
- Операции с объектами.
- Создание объектов из примитивов.

Практическое задание №3. Редактирование вершин, граней и полигональных поверхностей.

- Уровень Vertex в Edit Poly.
- Уровень Edge в Edit Poly.
- Уровень Polygon в Edit Poly.
- Создание вазы и тарелки.
- Операции с контейнерами и закреплением объектов.
- Создание головы персонажа.

Практическое задание № 4. Наложение текстур на поверхности 3D-объектов.

- Редактор Material Editor.
- Параметры свечения и прозрачности.
- Карты текстур.
- Маппинг.
- Применение к объектам материала Камень.
- Создание стекла.
- Создание зеркала.
- Создание оштукатуренной стены.

Практическое задание № 5. Визуализация 3D-объектов.

- Выбор разрешения и размеров изображения.
- Параметры окружающей среды.
- Расчет трассировки лучей.
- Выбор материалов.
- Работа с камерами.
- Выбор формата файла.
- Визуализация созданных ранее объектов.

Пример пошаговой инструкции к практическому заданию.

Практическое задание № 1 МОДЕЛИРОВАНИЕ В BLENDER

Blender – это пакет для создания трёхмерной компьютерной графики, анимации и

интерактивных приложений. Скачивается абсолютно свободно с сайта www.blender.org.

Загрузите программу Blender, появится окно программы, показанное на рисунке 1:

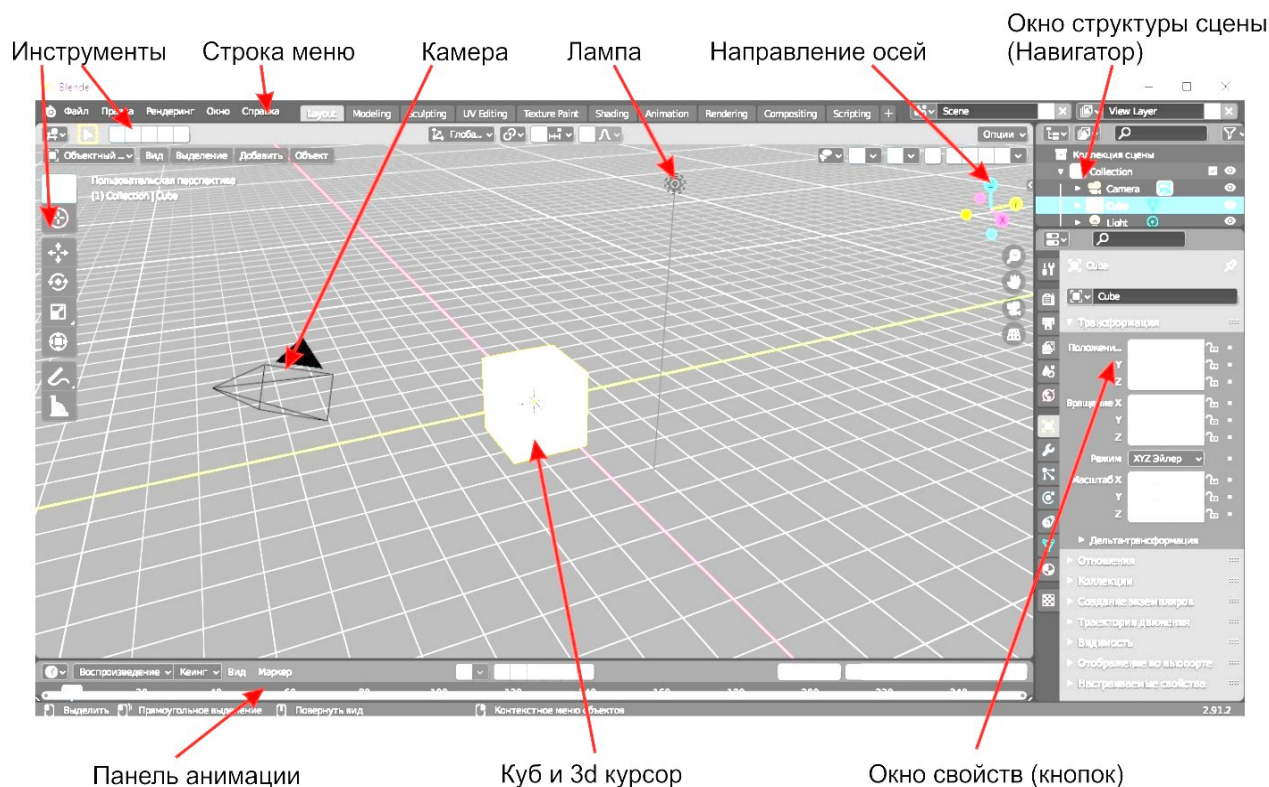





Рис. 1. Окно программы Blender.

В 3D окне можно наблюдать две пересекающиеся в центре линии (красную и зелёную) – оси координат X и Y, 3D-курсор, куб, лампы и камеру.

- **Куб** – это исходный отображаемый объект. Если он не нужен, его можно будет удалить.
- **Лампа**  служит источником света, без неё конечное изображение было бы чёрным.
- **Камера**  необходима для отображения конечного изображения. В точке камеры как бы находится наблюдатель.
- **3D-курсор**  в центре куба используется для определения места добавления новых объектов. Его можно перемещать мышкой при нажатом инструменте **Курсор**.

Многие команды в Blender предпочтительно отдавать с клавиатуры. Хотя их всегда можно найти в виде кнопок на рабочем столе.

1. Изменения сцены и объектов

Навигация в окне просмотра с помощью клавиатуры.

Чтобы изменять вид в окне просмотра, используют клавиши **NumLock** (дополнительную цифровую клавиатуру). Назначение клавиш NumLock:

- **0** – пространство обзора камеры;
- **1** – вид спереди;
- **3** – вид справа;
- **7** – вид сверху;
- **2** и **8** – поворот сцены вращением плоскости XOY ;
- **4, 6, 9** – поворот сцены вокруг оси Z ;
- **5** – переход между ортогональной и перспективной проекцией;
- **+** и **-** – изменение масштаба сцены

1.1. Пользуясь указанными клавишами, произвольно измените вид сцены. А потом клавишами верните сцену в то же положение осей $X Y Z$, камеры и лампы.

Навигация в окне просмотра с помощью мыши.

Здесь используются следующие операции:

- прокрутка колеса мыши меняет масштаб;
- движение мыши при нажатом колесе поворачивает сцену (не крутите его, просто нажмите как кнопку);
- движение мыши при нажатом колесе + **Shift** передвигает сцену.

Курсор мыши должен находиться в 3D-окне.

1.2. Произвольно измените вид сцены командами мыши, а потом верните сцену примерно в то же положение.

Первоначально на сцене присутствуют три объекта: **куб, камера и лампа**. Их можно передвигать, поворачивать, масштабировать, с помощью соответствующих инструментов. Но перед этим объекты надо выделять.

Выделение объекта в Blender осуществляется щелчком левой кнопки мыши по нему. Контур выделенного объекта становится розовым. Чтобы выделить несколько объектов, надо щёлкать по ним по очереди правой кнопкой мыши при зажатой клавише **Shift**. Если было выделено несколько объектов, нажатие клавиши **A** приводит к сбрасыванию выделения со всех объектов, а последующее нажатие – к выделению всех объектов.

Модификацию объекта можно проводить с помощью следующих клавиш:

- **G** – перемещение или захват (Grab) объекта;
- **S** – масштабирование (Scale) объекта;
- **R** – вращение (Rotate) объекта.

Далее надо, не нажимая кнопку мышки, двигать объект до получения нужного результата. После чего щёлкнуть левой кнопкой для модификации объекта или правой для отказа от модификации.

Например, чтобы изменить размер куба по всем осям с помощью клавиатуры необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выделить куб;
2. Нажать клавишу **S**, чтобы включить режим масштабирования;
3. Перемещать курсор мыши, пока объект не достигнет необходимого размера (кнопку не нажимать);

- Щёлкнуть левой клавишей мыши, чтобы согласиться с изменениями, или правой – чтобы отказаться от них.

Вместо клавиш можно использовать соответствующие кнопки с левой стороны рабочего стола программы. Здесь модификации реализуются при нажатой левой кнопке мыши.

При нажатой клавише **Ctrl**, модификации будут пошаговыми (на определённую величину). Это относится к использованию как клавиш, так и кнопок рабочего стола.

Модификацию с точными параметрами можно провести на панели **Трансформация**, расположенной с правой стороны рабочего стола.¹ Если нажать клавишу **N**, то эта панель открывается сбоку на 3d сцене. Боковую модель можно также открыть и закрыть в меню **Вид**. Ставим нужную величину, и параметр меняется.

- Выделите куб, нажмите кнопку **Переместить**, и подвиньте куб на **-5** единиц по оси **X**, на **8** единиц по оси **Y**, на **-10** единиц по оси **Z**, выставив соответствующие величины на панели **Трансформация**.

Далее воспользуемся клавиатурным способом модификации.

- Нажмите **S**, потом **X**. Удерживая **Ctrl**, движением мыши добейтесь увеличения размера кубика по оси **X** в **3** раза, добиваясь соответствующего значения на панели **Трансформация**. Далее аналогично увеличьте полученный брусок по оси **Y** в **1,3** раза, а по оси **Z** уменьшите его в **2** раза (нужно поставить значение **0,5**). Здесь движением мышки точных значений добиться непросто, оставьте наиболее приближённые к заданным величинам.

- Поверните брусок по оси **X** на **15°**, по оси **Y** на **10°**, используя кнопки интерфейса или клавиатуру, по выбору.

2. Рендеринг и сохранение файла

Сцена, созданная в программе Blender – это еще не изображение. Чтобы получить из сцены графический файл, необходимо провести рендеринг. Для этого можно нажать **F12**, получится конечное изображение.

Конечное изображение не совпадает с видом сцены. Потому что сцену мы видим сверху (так установлено по умолчанию), а изображение получается, как вид из камеры. Отображаемая сторона, удалённость и др. на получившейся картинке зависят от того, где размещена и как повернута камера.

- Нажмите **F12**, в исходном положении будет видна только часть бруска. Удалите окно рендеринга. Нажмите **0**, светлая область показывает то, что отображает камера. Она «видит» только часть бруска.

Если передвигать, вращать, масштабировать камеру, с помощью соответствующих инструментов, то поле камеры будет меняться, объекты будут попадать, частично попадать, не попадать в поле зрения камеры.

- Щёлкните мышкой по камере, включите инструмент **Поворот**, и вращайте камеру до тех пор, пока брусок не окажется примерно в центре пространства обзора камеры, включая и выключая пространство обзора клавишей **0**. Рендеринг (**F12**) подтверждает это.

¹ Если нажать клавишу **N**, то эта панель открывается сбоку на 3d сцене. Боковую модель можно также открыть и закрыть в меню **Вид**.

Можно изменять виртуальные «оптические свойства камеры». В частности, если уменьшить угол обзора камеры, то объект в камере будет крупнее.

2.3. Щелкните правой кнопкой мыши по камере, и нажмите левой кнопкой **Угол обзора камеры**. Далее, не нажимая кнопки, движением мыши можно менять угол обзора (см. рисунок 2). Сделайте так, чтобы брусок в камере выглядел крупнее.

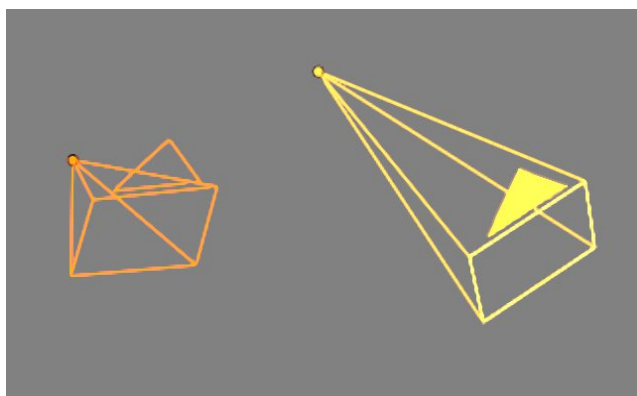


Рис. 2. Камеры с широким (слева) и узким (справа) углами обзора.

2.4. Если в конечном изображении освещены не все грани – перенесите лампу поближе к объекту, чтобы освещение стало лучше.

2.5. Сохраните полученный файл в свою папку в формате **.blend** через меню **Файл**. А далее сохраните конечное изображение в любом растровом формате на экране рендера командой **Изображение → Сохранить как**.

Создаваемые объекты надо сохранять. Они могут понадобиться для дальнейшей работы.

3. Меш-объекты в программе Blender

В данном разделе рассказывается о создании Меш-объектов (примитивов, изменяя которые можно получать более сложные объекты) и использовании модификаторов для изменения их положения, размера, угла поворота.²

В программе Blender есть два основных режима:

- **Объектный Режим**, Object Mode;
- **Режим Редактирования**, Edit Mode.

Здесь будем использовать Объектный режим. По умолчанию Blender открывается в Объектном режиме, в нём действия выполняются над объектами в целом. Режим Редактирования используется для изменения формы объекта. Для переключения между этими двумя режимами используется клавиша **Tab**.

Имеется ещё несколько других режимов. С ними можно познакомиться в меню, расположенном слева вверху, над инструментами. Оно называется **меню 3d вида**.

Новый объект всегда располагается там, где находится 3D-курсор. Чтобы поменять положение 3D-курсора, достаточно щелкнуть мышкой в выбранном месте.

Для добавления нового объекта на сцену используют меню **Добавить** в заголовке окна 3D-вида. Меню также можно вызвать комбинацией клавиш **Shift+A**. Из меню видно, что в сцену можно добавлять множество разных объектов. Но здесь рассматриваются только Меш.

Таблица 1. Краткое описание меш-объектов

² Mesh переводится как Сетка. Это фундаментальное понятие 3d графики. Чаще всего объекты представляют собой геометрические фигуры, состоящие из набора плоских многоугольников. Рёбра этих многоугольников составляют сетку Меш.

Mesh-объект	Описание
Плоскость	Простейший двухмерный меш-объект. Используя Режим пропорционального редактирования, из плоскостей можно создать холмистую местность.
Куб	Основной 3D меш-объект. Хорошо подходит для конструирования прямоугольных моделей
Окружность	Не отображается как 3D объект пока не заполнен (fill), но его можно выдавливать (extrude) и изменять форму.
Сфера	Похожа на глобус, состоящий из параллелей и меридианов.
UV Сфера	Сфера, сформированная из треугольников.
Цилиндр	Закрыт с обеих сторон. Если убрать оба конца – получится труба.
Конус.	Основная закрытая коническая форма
Тор	Меш в форме бублика
Обезьяна	Забавный меш-объект по имени Сюзанна, который один из разработчиков программы, Виллем-Пол ван Овербрюгер, решил добавить в список меш-объектов.

Создание модели молекулы воды

Молекула воды создается по образцу, приведенному на рисунке 3.

- 3.1. Запустите Blender, удалите куб, выделив его мышкой. В центр сцены добавьте из меш-меню цилиндр.
- 3.2. Уменьшите цилиндр по осям **X** и **Y** одинаково в несколько раз от прежних размеров, включив **S + X**, затем **S + Y** (при нажатом **Ctrl**), а по оси **Z** увеличьте в несколько раз (**S + Z**).
- 3.3. Переключитесь в вид спереди, нажав **1** на панели клавиатуры **Num Lock**. Затем поверните цилиндр по оси **Y** на 90° .
- 3.4. Продублируйте цилиндр, нажав **Shift + D**, или в меню правой кнопки мыши. Копию переместите по оси **X** так, чтобы два цилиндра касались друг друга.
- 3.5. Поскольку в молекуле воды угол связи Н-О-Н равен 104.5 градусов, то следует развернуть левый цилиндр по оси **Y** на

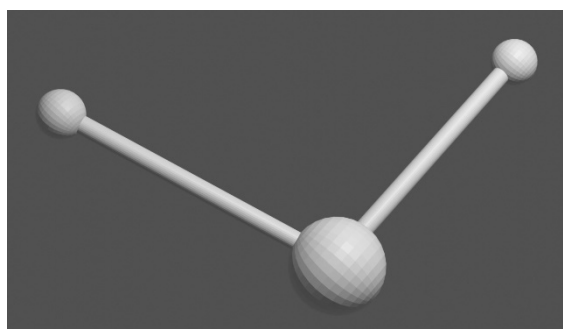


Рис. 3. Модель молекулы воды.

14.5⁰ (104.5 - 90). После этого совместите концы цилиндров инструментом **Перемещение**.

- 3.6.** Разместите 3D-курсор в точке соединения двух цилиндров щелчком мыши, включив инструмент **Курсор**. Добавьте сферу, которая будет служить моделью атома кислорода.
- 3.7.** Два раза продублировать сферу, а дубликаты перенести на концы цилиндров. Дублирование удобно делать: **Shift + D**, перенос инструментом **Перемещение**.
- 3.8.** Уменьшите крайние шары и увеличьте центральный примерно до таких же размеров, как на рисунке. Крайние шары нужно уменьшить на одинаковую величину.
- 3.9.** Щелкните поочередно по созданным объектам при нажатой клавише **Shift**, затем объедините все элементы модели командой **Ctrl + J**.
- 3.10.** А теперь, перемещая, поворачивая, масштабируя молекулу и камеру, контролируя манипуляции с помощью **0 Num Lock**, добейтесь того, чтобы молекула целиком оказалась в поле обзора камеры.
- 3.11.** Совершите рендеринг: **F12**, сохраните конечный объект в растровом формате, а также сцену в формате Блендера.

4. Режим редактирования. Изменение формы объектов

Здесь описаны способы изменения формы отдельных объектов. В Blender такие изменения производятся в режиме редактирования. Для перехода в этот режим нужно нажать клавишу **Tab** или выбрать **Режим редактирования** в заголовке окна 3D-вида.

Определить, находитесь ли вы в Режиме редактирования, можно по оранжевым или черным точкам и линиям на поверхности выбранного объекта. Черным цветом обозначаются невыделенные вершины и ребра, оранжевым – выделенные вершины и ребра. После создания объекта и перехода в режим редактирования, у него будут выделены все части (в таком состоянии они подсвечены оранжевым цветом). Если снять выделение, составные части объекта обозначаются черным цветом.

Опции Выделения в режиме редактирования

В режиме редактирования можно выделять либо только вершины, либо рёбра, либо грани, в зависимости от того, какой режим включён в данный момент (рисунок 4). Кнопки переключения видов выделения находятся в заголовке 3D-окна.

Как видно из рисунка, режимы выделения рёбер и граней похожи, но при выделении рёбер они выглядят более контрастно.

После выделения требуемого элемента, его можно передвигать, а в случае рёбер и граней ещё изменять размер и поворачивать. Для этого используются те же основные команды модификации, что и для объектов: **G** – перемещение, **S** – масштабирование, **R** – вращение.

Наиболее распространенные случаи при выделении вершин описаны в таблице ниже. При выделении ребер и граней поступают аналогично.

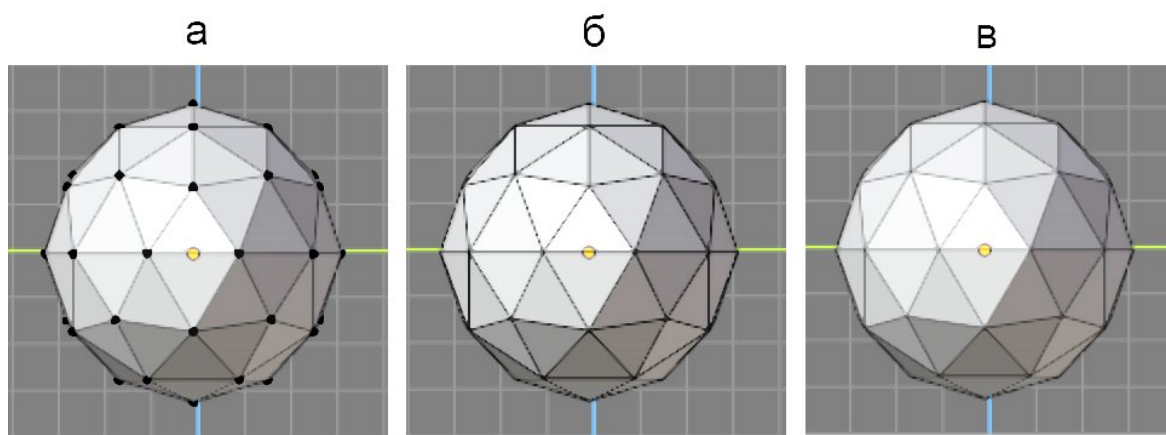


Рис. 4. Режимы выделения: а – вершин, б – рёбер, в – граней

Таблица 2. Способы выделение элементов

Что сделать	Как сделать
Выбрать одну вершину	Щелкнуть по ней правой кнопкой мышки (ПКМ).
Выбрать несколько вершин	Удерживая клавишу Shift , щелкать по ним ПКМ
Выделить группу вершин прямоугольником	Нажать клавишу B , включится инструмент выбора прямоугольником. Выделить прямоугольную область методом протягивания при нажатой ЛКМ. Будут выделены все вершины, попавшие под прямоугольник.
Выделить группу вершин окружностью.	Нажать клавишу C , включится инструмент выбора окружностью. Установить нужный размер окружности клавишами + и - на (прокрутка колеса мыши работает аналогично + и -). После щелчка ЛКМ будут выделены все вершины, попавшие в окружность.
Выбрать все вершины.	Нажать клавишу «A» один раз
Снять выделение со всех вершин	Нажать повторно клавишу «A» один раз

Режим Пропорционального редактирования

Режим Пропорционального редактирования используется для создания плавных форм объекта при редактировании вершин (рисунок 5). Без пропорционального редактирования деформируется только выделенная вершина (или вершины) с резкой границей между изменёнными и не изменёнными вершинами. При пропорциональном редактировании в той или иной степени участвуют и соседние вершины. При этом можно применить разные опции пропорционального редактирования.

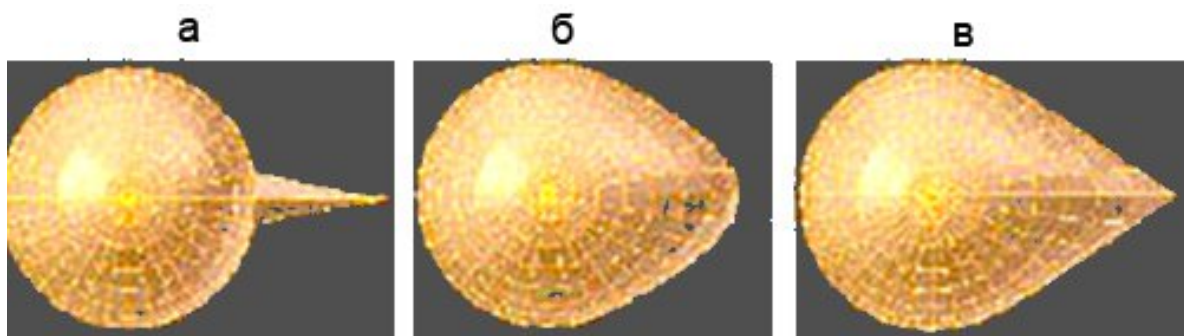



Рис. 5. Пропорциональное редактирование: а – отсутствует, б – режим Мягкий спад, в – режим Острый спад

Для включения режима Пропорционального редактирования используется клавиша **O**, или небольшая кнопка с кругом в меню 3D-вида (после нажатия клавиши, кнопка становится ярко освещенной). Справа от кнопки загорается дополнительный спи-сок , который позволяет выбрать опции пропорционального редактирования.

Создание 3d макета капли

- 4.1. Запустите Blender. Удалите куб. Добавьте на сцену сферу: **Добавить** → **Меш** → **UVсфера**.
- 4.2. Переключитесь на вид спереди: **Num 1**. Увеличьте сферу, покрутив колесо мыши.
- 4.3. Переключитесь в режим редактирования. Далее выделите вершины клавишей **Tab** или кнопкой **Выделение вершин** в заголовке 3D-вида.
- 4.4. Сбросьте выделение, щелчком мыши по любому месту сцены. Выделите самую верхнюю вершину сцены щелчком по ней, она станет светлой.
- 4.5. Включите режим редактирования **Сгладить**, далее режим перемещения (клавишей **G** или кнопкой на панели инструментов), появляется серая окружность. Мышкой сделайте ее диаметр на 70-80% меньше диаметра сферы и потяните вверх. Верхняя часть сферы вытянется.
- 4.6. Теперь сделаем верхнюю часть капли более острой. Включите режим **Остро**, нажмите **G**, уменьшите диаметр серой сферы и потяните вверх.
- 4.7. Для достижения более плавного сопряжения двух вытягиваний, можно поэкспериментировать с другими видами вытягивания, с количеством затронутых вершин, с масштабированием.
- 4.8. Перейдите в объектный режим, и в меню правой кнопки включите: **Гладкое затенение**. Произойдет сглаживание капли. Далее тоже можно отредактировать форму



Рис. 6. Капля (непрозрачная)

объекта, освещение и пр.

4.9 Переключитесь на вид из камеры: **Num 0**. Сохраните сцену в формате Блендера, сделайте рендеринг и сохраните каплю в растровом формате. В конечно счёте должна получиться примерно такая капля, как на рисунке 6.

5. Инструмент «Экструдировать»

Инструмент Extrude (в переводе с англ. – выдавливать, выпячивать и т.п.) позволяет изменять mesh-объекты за счет создания копий вершин, рёбер и граней и их последующего перемещения, а также изменения размеров (если это ребра или грани).

Экструзия является одним из наиболее часто используемых инструментов 3d моделирования. В Blender инструмент работает после включения **Режима редактирования**. При включении этого режима появляются новые инструменты, из них два относятся к экструзии.

Дополнительные возможности открываются в меню **Меш** → **Экструзия**. При этом в разных режимах редактирования (вершин, рёбер, граней) доступны различные инструменты. Наиболее полный набор появляется при выделении всех вершин (для этого надо нажать клавишу **A**).

Рассмотрим несколько примеров (рисунок 7).

5.1. В начале у нас имеется куб. Переключимся на вид из камеры (**0** на панели **NumLock**) и включим режим редактирования (можно через меню, а можно клавишей **Tab**).

Прежде всего, необходимо включить соответствующий режим: редактирование вершин, либо ребер, либо граней. В каждом из этих режимов можно выделять лишь один тип указанных подобъектов.

Допустим, нам надо экструдировать вершину. Для этого:

5.2. Включите режим: **Выделение вершин**, мышкой выберите вершину. Нажмите **E**, появляется новая вершина, положение которой можно отрегулировать с помощью мыши. Кликните мышкой, изменения будут приняты.

Появилась не только новая вершина, но и еще одно ребро, связывающее эту вершину с исходной.

Теперь попробуем выдавить ребро, причём точно по какой-либо оси, например,

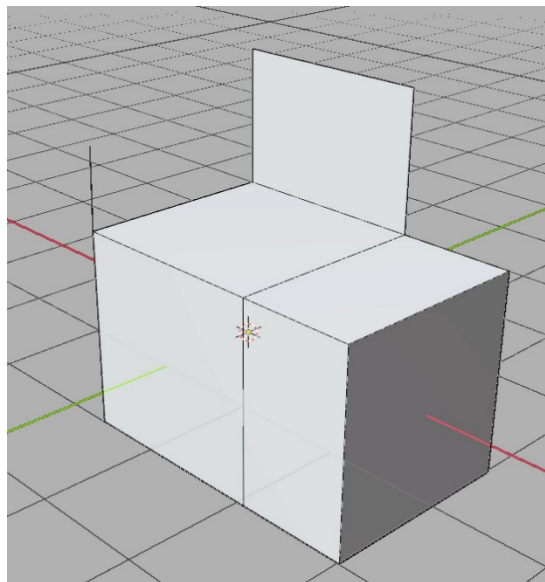


Рис. 7. Экструзия вершины, ребра, грани из куба

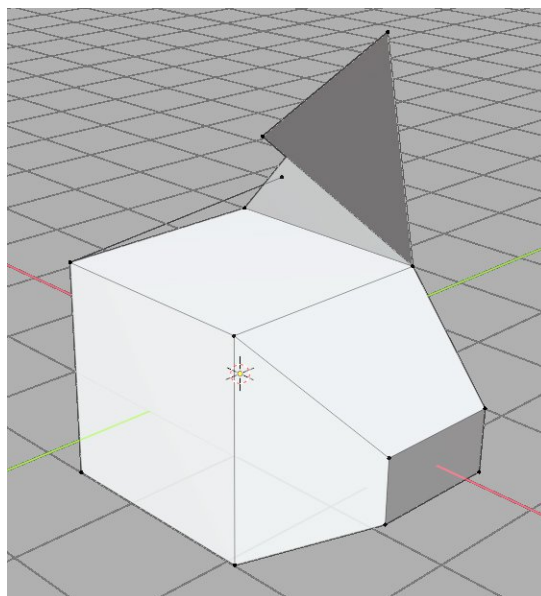


Рис. 8. Изменение размеров и положения подобъектов

вверх по оси Z. Для экструзии точно по требуемому направлению, нужно после нажатия E выбрать ось с помощью клавиш X, Y или Z. А если требуется выдать на точную величину, нужно при перемещении зажать Ctrl.

5.3. Включите режим редактирование ребер, мышкой выберите ребро, нажмите E, затем Z, переместите новое ребро мышью, и кнопкой мыши закрепите изменения.


Экструдирование боковой грани куба по оси X.

5.4. Выберите боковую грань куба, которую нужно выдать, нажмите E, затем X. Движением мышки выберите положение для подобъекта, кликом закрепите изменения.

Можно изменить положение и размер нового подобъекта, а также его повернуть с помощью известных модификаторов: G (перемещение), R (вращение), S (размер).

5.5. Выполните перемещение новой вершины, поворот ребра, уменьшение размера грани, как на рисунке 8.

Посмотрите на рисунок 9. «Самолёт Стелс» был сделан из куба путем его превращения в брусок с разной длиной, шириной, высотой, экструдирования граней и ребер, перемещения, масштабирования, поворота вершин, граней, ребер. Симметричные крылья лучше делать с использованием Ctrl.

5.6. Сделайте такой же самолёт самостоятельно, но используйте не клавиатуру, а кнопки рабочего стола (для экструзии применяйте кнопку: ).

5.7. Сохраните сцену в формате Блендера, сделайте рендеринг и сохраните модель

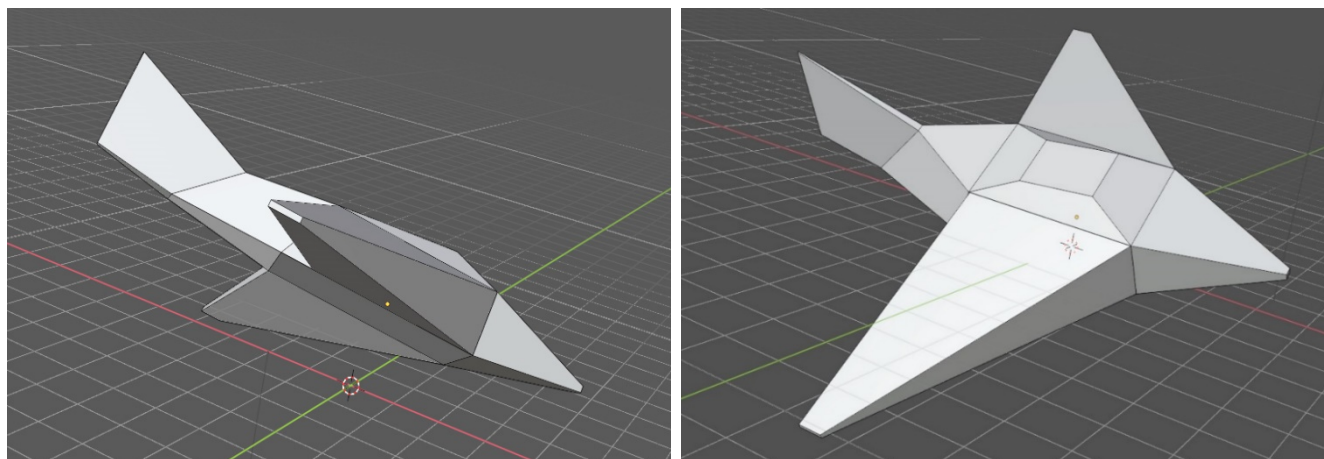


Рис. 9. Модель самолёта

самолёта в растровом формате.

6. Инструмент «Подразделить»

Часто mesh-объект (куб, плоскость и др.) имеет недостаточное количество вершин, ребер или граней для создания из него более сложного объекта. Разделить грань или ребро на части позволяет инструмент **Подразделить** (Subdivide); он используется в **Режиме редактирования**.

Доступ к инструменту можно получить через контекстное меню мыши, где есть строка: **Подразделить**. Если выделена грань, то вместо нее образуется четыре новых грани. Если выделено ребро, то на его месте появятся два новых ребра. А после нажатия клавиши W можно выбрать несколько граней или ребер, и осуществлять более сложные подразделения.

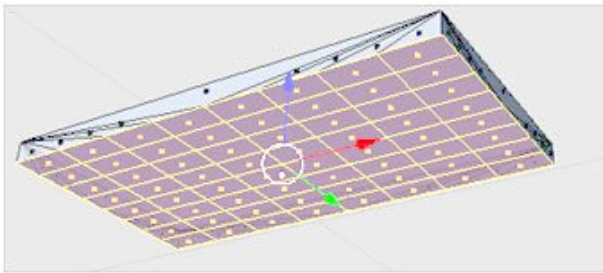


Рис. 10. Операция Subdivide

Например, если надо из бруска сделать стол с помощью экструдирования, то для выдавливания ножек граней будет недостаточно. На рисунке 10 нижняя сторона бруска «разрезана» таким образом, что в итоге получилось 64 грани. Теперь достаточно выбрать грани на нижней части бруска и выдавить ножки с помощью инструмента **Экструзии**.

Последовательность действий:

- Мышкой выделить элемент (ребро, грань).
- В меню правой кнопки выбирать: **Подразделить**.
- Можно повторить подразделение несколько раз, чтобы получить более мелкие составные части.
- Кликом мышки принять изменения.

Надо сказать, что последовательное провести эту операцию к нескольким рёбрам или граням не получится.

Создание модели стола из куба.

- 6.1. Сожмите куб по оси **Z**, сделайте его похожим на доску, не толще, чем на рисунке 11 (можно тоньше, стол будет использоваться в других работах).
- 6.2. Увеличьте размер по оси **X** в полтора раза. Следите за изменением значения в окне Трансформация. После приближения к желаемому размеру, поставьте в окошке масштабирования по оси **X** **1.500**.
- 6.3. Поверните сделанную доску так, чтобы была видна нижняя поверхность. Легче всего нажать на колесо прокрутки мыши, и двигать мышку до тех пор, пока ось **Z** не будет направлена вниз.
- 6.4. Разделите нижнюю поверхность на 256 частей, выделив нижнюю грань и проведя операцию: **Подразделить** 4 раза.
- 6.5. Сделайте ножки для стола, выделив угловые грани (чуть отстоящие от угла) и применив для них инструмент: **Экструдировать**. Ножки надо сделать одинакового размера. Для этого в появившемся окне с параметрами надо поставить для всех ножек одинаковую величину экструзии по оси **Z**.
- 6.6. Переверните, подвиньте стол в нормальное положение, как на рисунке 11. Сохраните сцену в формате Блендера, сделайте рендеринг и сохраните модель стола в растровом формате.

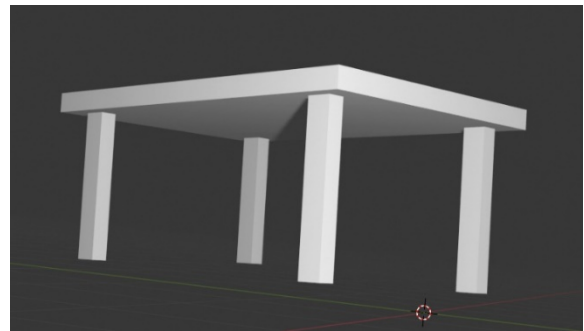



Рис. 11. Модель стола

7. Модификаторы булевых операций



Чаще всего булевы (логические) операции применяются для создания сложных объектов из более простых. Доступ к модификаторам булевых операций в русскоязычном варианте неочевиден. Надо нажать значок:  **Настройка модификаторов** справа от рабочего стола, раскрыть список **Добавить модификатор**, и в столбце **Генерация** выбрать **Логический**. Появляется окно с логических модификаторов.

Действия модификаторов:

- Пересечение (Intersect). Результатом является объект, образованный пересечением двух исходных объектов.
- Объединение (Union). Результатом является объект, образованный объединением двух исходных объектов.
- Разница (Difference). Результатом является объект, образованный вычитанием второго из первого, т.е. от первого объекта отрезается часть, которую перекрыл второй объект. Что из чего будет вычитаться, зависит от того, какой объект был выделен первым.

Выполним над операции пересечения, объединения и разности с кубом и сферой.

Имейте в виду, что объект-результат появляется на том же месте, что и исходные объекты (один из них остается). Чтобы лучше было видно получившийся в результате объект, нужно его переместить в сторону.

7.1. При запуске Блендера на сцене уже имеется куб. Для лучшего обзора объектов перейдите из сплошного режима в каркасный. Для этого надо в верхней части рабочего стола кнопку  **Отображать в режиме сплошного затенения** заменить на  **Отображать объект в виде каркасных граней**.

7.2. Создайте сферу с тем же центром, что и у куба, выполнив: **Добавить** → **Меш** → **UV-сфера**. Увеличьте размер сферы так, чтобы ее было видно за пределами куба, нажав клавишу **S** и двигая мышкой. Снова включите сплошной режим и установите размеры созданных объектов примерно такие, как на рисунке 12.

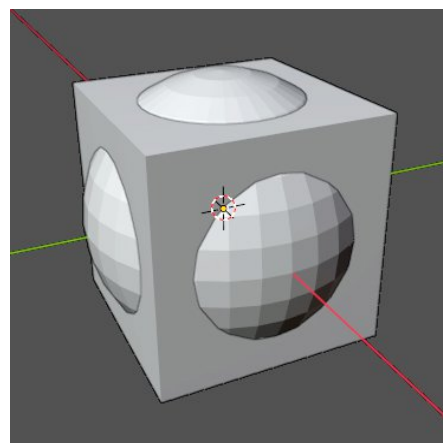


Рис. 12. Исходные объекты

7.3. Для изучения трёх видов модификаторов сделаем несколько копий объектов (на случай, если что-то с первого раза не получится). Выделяем с нажатым **Shift** куб и сферу, далее набираем **Ctrl C** → **Ctrl V**, и отодвигаем один из объектов в сторону.

7.4. Для первой пары объектов создайте пересечение: щелкните по кубу, вызовите окно логических модификаторов (как описано выше) выберите **Пересечение**, в строке **Объект** выберите сферу, совмещенную с данным кубом.

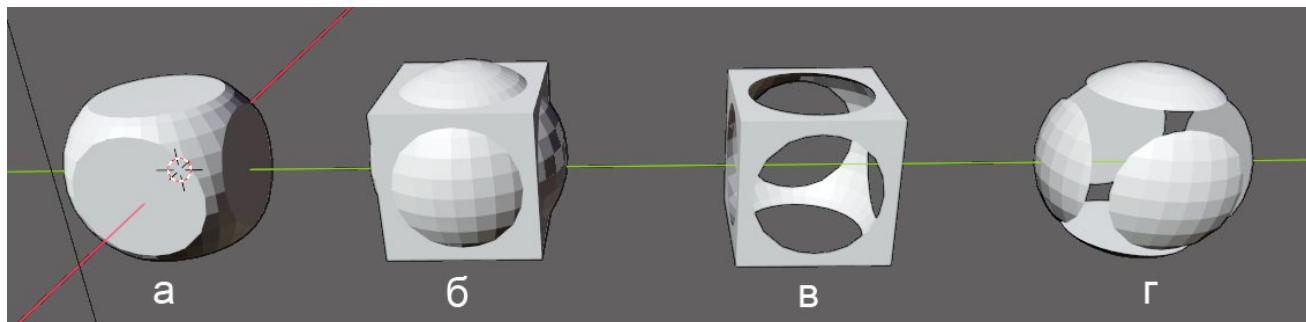


Рис. 13. Логические операции с кубом и сферой: а – пересечение, б – объединение, в – исключение сферы из куба, г – исключение куба из сферы.

7.5. Затем в строке **Логический** надо щелкнуть по кавычке и выбрать **Применить** (или набрать **Ctrl A**). У нас трансформирован первый объект: куб, а второй объект (сфе-

ра) остался без изменения. Переместите один из совмещенных объектов, и удалите сферу, оставив фигуру пересечения куба со сферой, как на рисунке 13-а.

7.6. Прodelайте те же операции для получения фигуры объединения куба со сферой (рис 13-б).

7.7. Создайте фигуру исключения сферы из куба (рис. 13-в).

7.8. Создайте фигуру исключения куба из сферы (рис 13-г).

7.9. Удалите со сцены всё, кроме созданных 4-х фигур. Сохраните сцену в формате Блендера, сделайте рендеринг и сохраните модель стола в растровом формате.

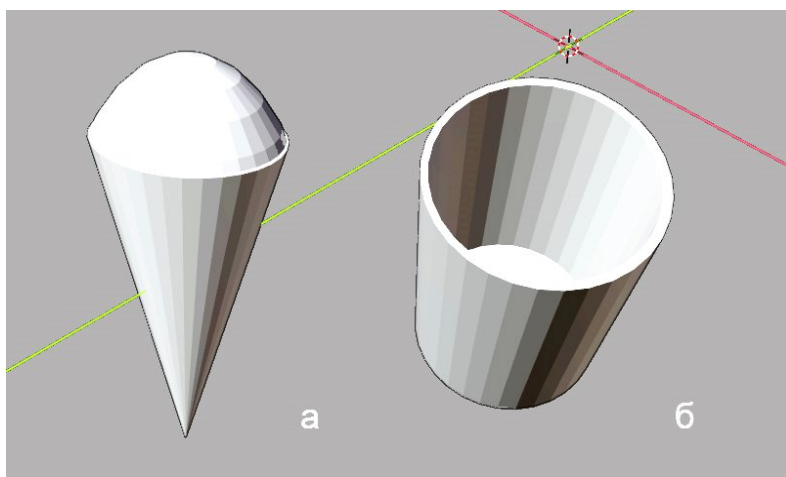


Рис. 14. Объекты самостоятельного моделирования

7.10. Самостоятельно создайте объект 14-а «Мороженое в рожке» с помощью нескольких булевых операций.

7.11. Создайте с помощью нескольких булевых операций объект 14-б «Стеклянный стакан» (причём не цилиндрический, а немного конический).

7.12. Сохраните сцену рис. 14 в формате Блендера, сделайте рендеринг и сохраните модели мороженого и стакана в растровом формате.

9.2. Иные материалы. Планы самостоятельной работы.

Самостоятельная работа №1. Окрашивание объектов в Blender

- Вкладка «Настройки материалов».
- Монтаж двухцветного объекта (игровой кубик).
- Окраска капли сока с нодой BSDF и без нее.
- Нанесение текстуры (стол).
- Создание UV развертки (мороженое в стаканчике).

Самостоятельная работа №2. Редактирование каркасно-сеточной структуры 3D-объекта.

- Общие сведения.
- Редактирование сетки Edit Mesh.
- Редактирование многогранников Edit Poly.
- Плавное выделение Soft Selection.
- Видоизменения интерьера.
- Создание структурного объекта.

Самостоятельная работа №3. Разработка 3D-объектов на основе сплайнов.

- Редактирование линий.
- Редактирование геометрических фигур.
- Работа в Editable Spline.
- Создание фужера.
- Создание фонтана.
- Создание консервного ножа.
- Создание сплайнового каркаса.
- Построение поверхности с помощью Surface.
- Создание вазона с растением.
- Моделирование ложки.

Самостоятельная работа №4. Размещение источников света и принципы освещения 3D-сцены.

- Стандартный, дневной и фотометрический свет.
- Освещение объектов различными источниками света.
- Освещение объектов прожекторами.
- Освещение сцены несколькими объектами.
- Моделирование солнечного света.
- Освещение небесным куполом Skylight.
- Освещение комнаты.
- Создание стола с настольной лампой.
- Создание софитов.

Самостоятельная работа №5. Создание модели робота в любом 3D редакторе.

Робот должен иметь разумную конструкцию: в реальном мире не должен упасть или разрушиться, иметь понятные органы движения.

Самостоятельная работа №6. Создание 3D сцены.

Должны присутствовать несколько объектов, сюжетно связанных друг с другом, а также твердая поверхность и атмосфера.

Пример самостоятельной работы.

Самостоятельная работа № 2

РЕДАКТИРОВАНИЕ КАРКАСНО-СЕТОЧНОЙ СТРУКТУРЫ 3D-ОБЪЕКТА

Цель работы: научиться видоизменять структуру 3D-объекта.

1. Общие сведения

Редактирование каркасно-сеточной структуры позволяет с высокой точностью изменять форму объектов. Такая работа проводится в тех случаях, когда необходимо создавать точные объекты повышенной сложности: лица игровых персонажей, компьютерную анимацию в фильмах, точное моделирование автомобилей и т. д. Однако в ходе редактирования плоские полигоны остаются, в чём легко убедиться, отключив для объекта параметр **Smooth** (сглаживание).

Все полигоны **Objects** состоят из подобъектов **Sub-objects** – совокупности простых геометрических форм, трансформация которых позволяют получить любые формы. В 3ds Max имеется пять уровней выделения подобъектов, которые можно включить как в списке модификаторов, так и в виде отдельных кнопок (рисунок 1):

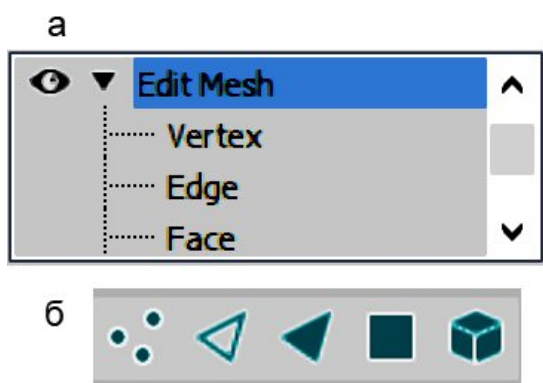



Рис. 1. Включение подобъектов: а – в списке модификаторов, б – в виде кнопок.

- **Vertex** (Вершина) - точка в пространстве, определяемая значениями координатных осей;
- **Edge** (Ребро) - прямая линия, соединяющая две вершины;
- **Face** (Грань) - треугольник, состоящий из трех вершин и трех соединяющих ребер;
- **Polygon** (Многоугольник) - плоская поверхность, состоящая более чем из одной грани;
- **Element** (Элемент) - совокупность нескольких граней с общими вершинами.

Выделение подобъектов сетки


Для редактирования подобъектов нужно преобразовать объект в редактируемую сетку Editable Mesh. Это можно сделать несколькими способами:

1. В **Modify** выполнить **Modifier List** → **Edit Mesh** (Редактировать сетку).
2. Выделить объект, в главном меню выбрать **Modifiers** → **Mesh Editing** → **Edit Mesh**;
3. Включить вкладку  **Modify** и далее **Mesh Select** (Выделение сетки)
4. Выделить объект и в контекстном меню **Transform** (Преобразовать) выбрать **Convert To** (Преобразовать в) → **Convert To Editable Mesh** (Преобразовать в редактируемую сетку);

Во всех случаях справа внизу появится окно с примерно одинаковым набором команд. Но более полный набор параметров выводится при использовании первого и второго из указанных способов. Кроме того, первый и второй способы обратимы, эти команды можно стереть, выбрав в контекстном меню **Delete**. То есть, они по двум причинам предпочтительнее необратимых способов 3 и 4.

При работе с большими сценами использование модификаторов для редактирования сеток требует больших затрат оперативной памяти, т.к. модификаторы хранят в памяти все преобразования и команды, что может затруднить, или сделать невозможной работу на аппаратуре невысокого класса. Тогда лучше перейти в режим работы с редактируемыми сетками (Editable Mesh). То есть, способы 3 и 4 являются предпочтительными с точки зрения затрат оперативной памяти. Но тогда нельзя будет отменить сделанную команду.

- 1.1. После включения 3ds Max нажмите **Alt+W**, или кнопку **Maximize Viewport Toggle**, самую крайнюю в нижнем левом углу интерфейса. Останется только трёхмерная проекция. При повторном нажатии этой кнопки восстановятся исходные 4 вида. Для удобства работы используйте одно из этих положений.

1.2. Создайте сферу и рядом бокс. Примените к сфере команду **Modifier List** → **Edit Mesh**, нажмите **Vertex**, появляются вершины. Для наглядности включите также кнопку  **Show end result on/off toggle** (Показываем конечный результат включением/выключением тумблера), при этом в объемной проекции становятся видны рёбра.

2. Редактирование сетки **Edit Mesh**

Каждую вершину можно выделить и переместить её. При нажатом **Ctrl** можно выделить несколько вершин, их можно не только перемещать, но вращать, масштабировать относительно друг друга. Даже если выделить вершины, не имеющих общих рёбер, они всё равно будут двигаться в одном направлении. Вершины двигаются не сами по себе, за ними тянутся связанные с ними рёбра и грани.

2.1. Выделите вершины и передвиньте их, снаружи и внутрь сферы. При нажатом **Ctrl** выделите несколько вершин, примените к ним разные команды. Вершины двигаются вместе. Выделите несмежные вершины и к ним примените команды. Их движения также синхронны. Обратите внимание, что грани перестали быть плоскими.

Более сложные команды можно проводить с помощью свитков панели **Edit Mesh** или команд правой кнопки мыши, где появляются списки **tools 1** и **tools 2** (здесь команд меньше, чем в свитках).

Рассмотрим в режиме **Vertex** команды редактирования, помещенные в свиток **Edit Geometry** (Редактирование геометрии).

Attach (Объединить) – команда позволяет объединить объекты друг с другом на любом уровне выделения. Возникает новый объект с общим именем, цветом и свойствами.

2.2. Кликните по любому элементу сферы, нажмите **Attach** затем кликните по боксу. Он приобретает цвет сферы, на нем проявляются вершины и рёбра. Эти вершины тоже можно деформировать, в том числе вместе с вершинами сферы. Это теперь единый объект.

Команда **Detach** (Отсоединить) позволяет разъединять объект на несколько независимых объектов. Для этого нужно выделить отсоединяемую часть и нажать кнопку **Detach**.

В 3ds Max можно устанавливать разные способы выделения объектов.

2.3. Выберите **Edit** → **Selection Region** → **Lasso Region**, после чего с помощью лассо выделите полученный неправильный шестигранник. Нажмите **Detach**, появляется окно, в котором можно дать новому объекту имя, или сделать выделенную часть не отдельным объектом, а клоном или элементом. Не выставляя флажков, сохраните объект – вершины в шестиграннике исчезли, он отделился.

Команда **Weld** (Объединить) используется для объединения вершин объекта. Чтобы применить команду, необходимо выделить несколько вершин объекта и нажать кнопку **Selected** (Выбранные). При этом в поле справа должно быть установлено состояние, при котором эта команда выполняема.

2.4. Выделите две и более вершины и нажмите **Selected**, поставив в окошко значение **0,1cm**. Если появляется окошко, говорящее о том, что команду выполнить нельзя, то измените число в несколько раз в большую или меньшую сторону. При выполнении команды выделенные вершины превращаются в одну, с которой можно выполнять преобразования.

Команда **Break** (Разбить) обратна соединению. Она позволяет разделять одну вер-

шину на несколько, с созданием смежных граней. Чтобы увидеть разделенные вершины, надо их сместить в пространстве.

2.5. Выделите вершину и нажмите **Break**, после чего применяйте к этой вершине операцию перемещения. Оказывается, что вершина разбивается на 8 и более вершин отодвигается один из треугольников, у которого ребро, противоположное вершине, остается на месте. Внутри – чёрная «изнанка» нашей деформированной сферы.

Команда **Chamfer** (Скосить) позволяет разделять ребра и вершины, создавая эффект скоса. При применении команды к ребру вместо него образуется плоскость и несколько новых ребер, окружающих эту плоскость. Ширина отступа задается в поле справа от кнопки Chamfer.

2.6. Перейдите на шестигранник, выделите ребро и примените к нему операцию **Chamfer** (на простой фигуре результат будет заметнее).

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

Помимо базовых трансформаций, к вершинам также можно применять различные имеющиеся в Modifier List модификаторы, их десятки. Перед применением модификаторов к вершинам, их нужно сначала выделить.

В качестве примера рассмотрим модификатор **Lattice** (решетка), он превращает объект в решётку из полигонов двух видов: прутья – Struts и узлы – Joints. Можно настроить довольно много параметров, характеризующих размеры, форму, текстуру, другие свойства этих полигонов.

2.7. Включите модификатор **Lattice**, поставьте положение **Both** (применение к вершинам и рёбрам). Если получилась крупная, непонятная фигура, то для обоих видов полигонов надо поставить очень маленькие значения радиусов. А потом их можно увеличивать, изменять другие параметры. Сделайте из семигранника решётку произвольной формы.

3. Редактирование многогранников Edit Poly

Помимо преобразования Editable Mesh, в 3ds Max существует возможность преобразования объекта в редактируемый многогранник (**Editable Poly**). Преобразовать объект в редактируемый многогранник можно из его контекстного меню или в панели Modify (Изменить).

Редактируемый многогранник является более поздней и совершенной разработкой. Здесь в добавление к уже описанному имеются другие, иногда довольно сложные инструменты. Рассмотрим некоторые из них.

Команда **Extrude** (Выдавить) позволяет выдавливать рёбра, грани, полигоны и элементы. Выдавливание состоит в смещении элемента вдоль своей нормали. Для выдавливания следует выбрать необходимый уровень редактирования, выделить нужные подобъекты. Подобъекты можно переместить (выдавить) движением мышки, либо задать значение смещения в поле справа от команды.

3.1. Создайте **GeoSphere** (геосферу), примените к ней **Modifier List** → **Edit Poly**, выделите **Vertex**, включите **Ignore Backfacing** (чтобы команды не дублировались на противоположной стороне).

3.2. Выделите любую вершину, нажмите **Extrude**, вернитесь к вершине и потяните её мышкой. На поверхности сферы образовалась пирамида (что легко установить, покрутив видовой куб). **Extrude** выключите. Выделите область с несколькими верши-

нами, примените к ним **Extrude**, получается несколько одинаковых пирамидок.

- 3.3. Выделите ещё раз вершину, но теперь нажмите кнопку **Setting** справа от **Extrude**, появляется панель с числовыми данными. Нажмите несколько раз на +, потом на **P**, должны получиться ступенчатая пирамида, каждая ступень круче предыдущей.

Команды **Push/Pull** (вытягивание/вдавливание рельефа) и **Relax** – разглаживание рельефа) относятся к простейшим инструментам Скульптинга. Это цифровое изобразительное искусство, в ходе которого на компьютере создаются реалистичные 3d модели, похожие на скульптуры из пластилина или глины.

- 3.4. Перейдите в свиток **Paint Deformation**, выделите вершину, нажмите **Push/Pull**, вернитесь к вершине и совместите с ней возникший зелёный круг с перпендикуляром. Появляется конус, не имеющий резкой границы с поверхностью сферы. По окончании операции **Push/Pull** тоже надо выключать.

- 3.5. Выделите несколько соседних вершин, и к ним примените **Push/Pull**, появляется выпуклость из нескольких вершин, с плавными переходами. Поставьте в **Push/Pull Value** отрицательное число, выделите одну или несколько вершин и нажмите **Push/Pull**. На поверхности сферы должна образоваться вмятина.

- 3.6. Выделите половину области с несколькими вершинами, созданную в 3.2. Примените к ней команду **Relax**. Выделенная часть становится практически шарообразной. Но при масштабировании становятся заметным, что небольшие пирамидки всё же присутствуют.

Инструмент **QuickSlice** создаёт новые рёбра. Им удобно что-то резать. Он может вырезать в объекте проёмы, может разрезать объект на части. А также способен производить с объектом трудно объяснимые трансформации.

- 3.7. Уберите флажок **Ignore Backfacing** (будем резать насквозь). Выделите несколько вершин, нажмите **QuickSlice**, после чего на клавиатуре нажмите **Delete**. Получился сквозной проем в сфере, причем с обратной стороны дыра больше.

*Здесь хорошо заметно, что по умолчанию внутренняя поверхность 3d объекта не существует. Внутри 3d фигуры находится чёрное пространство (за исключением участков, подвергавшихся преобразованиям в свитках **Edit Poly**).*

- 3.8. Нажмите **QuickSlice**, вернитесь в вид 3d проекции. Курсор немного изменяет свой вид, и от него отходит луч, пересекающий сферу. Кликните по другой стороне луча, он превращается в линию, которую легко можно вращать, захватывая разные участки сферы. Поставьте луч примерно на диаметр сферы и нажмите **Delete**. Сфера разделилась на две части.

- 3.9. Но это всё равно один объект. В этом легко убедиться, перейдя опять на вкладку **Create** и попытавшись перемещать, вращать, масштабировать фигуру. Обе половины двигаются абсолютно одинаково.

Как видно из интерфейса **Edit Poly**, в свитках **Edit Verticles**, **Edit Geometry**, **Paint Deformation** есть и другие инструменты с интересными и полезными свойствами. Кроме того, мы рассмотрели только интерфейс кнопки **Vertex**, не нажимали **Edge**, **Face**, **Polygon**, **Element**, а там есть масса отличий, много новых инструментов и свойств.

3d Studio Max настолько мощная программа, что кратко описать все тонкости работы с ним невозможно. Требуется длительная работа для того, чтобы их освоить.


4. Плавное выделение **Soft Selection**

Возникает среди других свитков при появлении сетки **Editable Poly** или **Editable**

Mesh (у свитка в Editable Poly больше инструментов). Определяет ослабление выделения по параметрам:

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

Параметры **Pinch** (Заострение) и **Bubble** (Закругление) непосредственно определяют характер взаимодействия соседних вершин при их трансформациях. Их влияние отражается на приведенном в свитке графике. Для разных значений параметров Soft Selection при трансформации будут затронуты разные вершины, и в разной степени.

- 4.1. Постройте сферу, включите для нее модификатор **Edit Poly** или **Edit Mesh**, включите **Vertex** и **Ignore Backfacing**.
- 4.2. Выделите вершину и осторожно вытягивайте её из сферы, приблизительно вдоль нормали, для контроля вращайте видовой куб. На сфере должен получиться выступ с острой вершиной и плавными границами, остальные вершины остались на месте.
- 4.3. Раскройте **Soft Selection**, включите **Use Soft Selection**, поставьте значение параметра **Falloff** примерно в 3 раза меньшее диаметра сферы. Далее будем вытягивать вершины при разных значениях **Pinch** и **Bubble**.
- 4.4. Выделите вершину, вокруг нее другие вершины становятся желтыми, зелеными, синими. Это показывает, в какой степени они будут затронуты при изменении выделенной, красной вершины, что придаст плавность редактированию. Поставьте нулевые значения в поля **Pinch** и **Bubble** и вытяните вершину приблизительно по нормали. На сфере тоже получается выступ с острой вершиной, но соседние вершины становятся затронутыми выделением.
- 4.5. Выделите ещё вершину и поставьте **Pinch = 2**, **Bubble = 0**. Имеющийся на свитке график изменился. Вытяните вершину из сферы, тоже получается выступ с острой вершиной, но по краям его на сфере имеются углубления. Похоже на график, изображенный на свитке.
- 4.6. Ещё выделите вершину и поставьте **Pinch = 0**, **Bubble = 2**. При вытягивании получается выступ в виде площадки с ямкой посередине. И это похоже на график в свитке Soft Selection.
- 4.7. Для следующей выделенной вершины, меняя **Pinch** и **Bubble**, добейтесь графика с приблизительно горизонтальной площадкой. Теперь при вытягивании вдоль нормали получается выступ без острой вершины. Имеются несколько вершин, рёбра которых образуют тупые углы, что лучше видно при включении кнопки , **Show end result on/off toggle**.

*Таким образом, свиток **Soft Selection** позволяет реализовать трансформации с участием соседних вершин, что лучше соответствует форме объектов реального мира.*

5. Видоизменения комнаты

- 5.1. Откройте созданную в предыдущей работе комнату, разгруппируйте объекты, выберите чайник.

Далее от чайника надо отделить крышку, перевернуть её и положить на стол.

- 5.2. Переходим в **Edit Poly**, выделяем **Element**. Оказывается, стандартный чайник со-

стоит из 4-х элементов. Отделяем крышку, переворачиваем, нажимаем **Detach** – крышка превратилась в отдельный объект. В этом легко убедиться, вернувшись во вкладку **Create**. Крышка и чайник выделяются и редактируются отдельно.

5.3. Далее надо передвинуть и повернуть крышку чайника так, чтобы она опиралась на поверхность стола двумя точками, как в реальном мире. Контроль осуществляется по проекциям **Left** и **Front**.

Следующее задание: произвольно видоизменить чайник, изменить его размеры и форму, но так, чтобы крышка плотно закрывалась (можно поменять её диаметр), а носик и ручка остались функциональными.

Среди модификаторов есть те, которые деформируют объекты простыми методами. К ним относятся:

- *Bend – сгиб;*
- *Taper – конус (заострение);*
- *Twist – скручивание;*
- *Noise – шум;*
- *Lattice – превращение в решетку;*
- *Slice – разрезание объекта;*
- *Relax – разглаживание;*
- *Stretch – вытягивание;*
- *Wave – волны по поверхности;*
- *Ripple – рябь, пульсация;*
- *Rush – надувание.*

5.4. Ещё раз включите для чайника **Edit Poly** → **Element**, для выделенной центральной части примените модификаторы (можно несколько), поэкспериментируйте с параметрами. Но в конце должен получиться сосуд, к которому прочно прикреплены носик и ручка (за ручку легко взяться).

5.5. Если у вас возникли нежелательные эффекты (например, чайник перестаёт выделяться, с ним ничего нельзя сделать) – вернитесь назад и исключите какие-либо из модификаторов. До тех пор, пока объект не станет вести себя нормально.

5.6. Поставьте чайник на поверхность стола с помощью инструмента **Align**. Сначала выделяем стол, потом кликаем по **Align**, потом выделяем чайник. В таблице выравниваем только по **Z Position, Current Object** ставим на **Maximum, Target Object** на **Minimum** (верх стола совмещается с низом чайника).

5.7. Берём крышку чайника, передвигаем и вращаем её до совмещения с верхом чайника, который она должна закрывать (обязательно во всех трёх проекциях: сверху, снизу, сбоку).

5.8. Если крышка закрывает чайник неплотно, то нужно увеличить её диаметр. Включаем масштабирование, и аккуратно изменяем крышку по **X** и **Y** на несколько процентов (одинаково), процент покажется в окошках **X:** и **Y:** в нижней части экрана.

5.9. Крышку обратно ставим на стол, двумя точками, выравниваем крышку и чайник по поверхности стола инструментом **Align**.

5.10. Изогните ножки стола. Для этого можно воспользоваться модификатором **Bend**, изогнуть ножку по одной из осей параметром **Angle**, затем выйти из модификатора и повернуть изгиб в сторону угла стола.


6. Создание структурного объекта

6.1. На командной панели **Create** нажмите кнопку **Shapes**, выберите инструмент **Rec-**


tangle и нарисуйте прямоугольник в окне проекции **Top**. Перейдите на командную панель **Modify** и в свитке параметров введите значения **36** в полях **Length** и **Width**.

- 6.2. В списке модификаторов выберите **Extrude**. Введите **Amount = 60**. Введите **Segments = 6**, чтобы разбить башню по высоте на шесть сегментов. Снимите флажки **Cap Start** (Накрыть снизу) и **Cap End** (Накрыть сверху), чтобы удалить верхнее и нижнее основания объекта.
- 6.3. В списке модификаторов выберите **Taper**. Введите **Amount = -0,5**. В результате верхнее основание станет меньше нижнего. Далее выберите модификатор **Lattice**, он позволяет визуализировать вершины и ребра.
- 6.4. Создайте другой объект: **GeoSphere** радиусом **20**.
- 6.5. Нажмите кнопку **Select Object** (Выделить Объект) на главной панели инструментов и щелкните по башне. Выделите строчку **Lattice** в стеке модификаторов и, щелкнув правой кнопкой мыши, выберите команду копировать. В результате параметры модификатора будут скопированы в буфер.
- 6.6. Выделите геосферу. Щелкните правой кнопкой мыши на строчке **GeoSphere** в стеке модификаторов. Выберите в появившемся меню команду **Paste Instanced** (Вставить как образец).

В результате, модификатор, воздействующий на геосферу, приобретёт **двустороннюю связь с оригиналом**. Имя модификатора, отмеченного при этом курсивом, является образцом. При изменении значения модификатора **Lattice** Геосферы, будут меняться параметры этого модификатора на Башне.

- 6.7. В параметрах геосферы поставьте галочку на **Struts Only from Edges** (Только перемычки из ребер), чтобы убрать сферы в узлах решетки. В разделе **Struts** (Перемычки) введите **Radius = 0,8**, **Sides = 6**. Во вкладке отображения модификаторов включите режим  **Make unique**, чтобы получилась независимая копия.

Теперь полученное изображение геосферы можно будет объединить с изображением башни. Далее опять работаем с башней.

- 6.8. Выделите башню. В окне модификаторов включите **Taper**, а далее в списке модификаторов выбираем **Edit Mesh** (Правка сетки). Решётка исчезнет. В **Edit Mesh** выберите режим **Face** (Грань).
- 6.9. Щелкните правой кнопкой мыши в поле проекций, выберите **Object Properties**, вкладку **Display Properties**, в ней установить флажок на **Backface Cull** сняв галочку **Edges Only**, чтобы увидеть все смежные ребра.
- 6.10. Выберите вариант **Edge** (Ребро). Выделяющей рамкой необходимо выделить все ребра, нажать в параметрах кнопку **Visible** (Видимый) и кнопку  **Show End Result on/off toggle**. Должен получиться результат, показанный на рисунке 2 слева.

6.12. Измените параметры **Заострения** так, чтобы получилось изображение рисунке 2

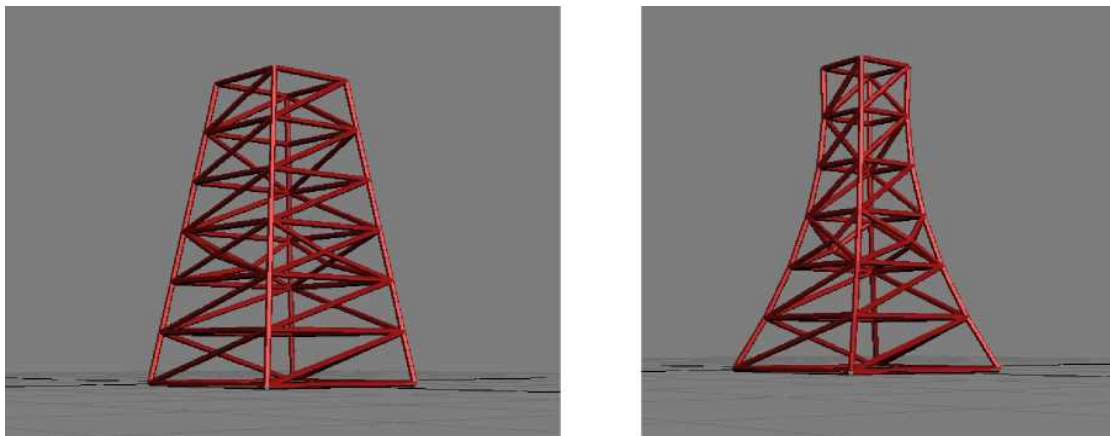


Рис. 2. Конечный вид структурного объекта.

справа.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: изучение основ моделирования и технологий создания трехмерных объектов и сцен с помощью современных систем компьютерного дизайна для применения в различных предметных областях.

Задачи дисциплины:

- формирование систематизированного представления о принципах, методах, технологиях трехмерного компьютерного моделирования объектов, сцен, персонажей, интерьеров и экстерьеров;
- получение навыков практической работы с современными системами компьютерного 3D-моделирования и дизайна для разработки приложений в различных предметных областях.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: средства программирования для 3D плагинов и движков, методы их тестирования и адаптации; основы компьютерного моделирования трехмерных объектов и сцен, технологии создания реалистичных сцен с использованием источников освещения, текстурных карт и материалов.

Уметь: создавать, тестировать и адаптировать 3D скрипты, плагины и другие программные продукты; создавать и редактировать простые и детализированные 3D объекты, наносить текстуры на объекты со сложной поверхностью, моделировать трёхмерные сцены, настраивать источники света, камеры и осуществлять визуализацию.

Владеть: основами 3D моделирования и программирования, методиками разработки, тестирования и программирования прикладного ПО; навыками создания и обработки графических образов с использованием систем моделирования трехмерных сцен с помощью современных систем компьютерного моделирования и дизайна.