

Трёхмерная графика

- § 66. Введение
- § 67. Работа с объектами
- § 68. Сеточные модели
- § 69. Модификаторы
- § 70. Кривые
- § 71. Материалы и текстуры
- § 72. Рендеринг
- § 73. Анимация
- § 74. Язык § 74. Язык VRML

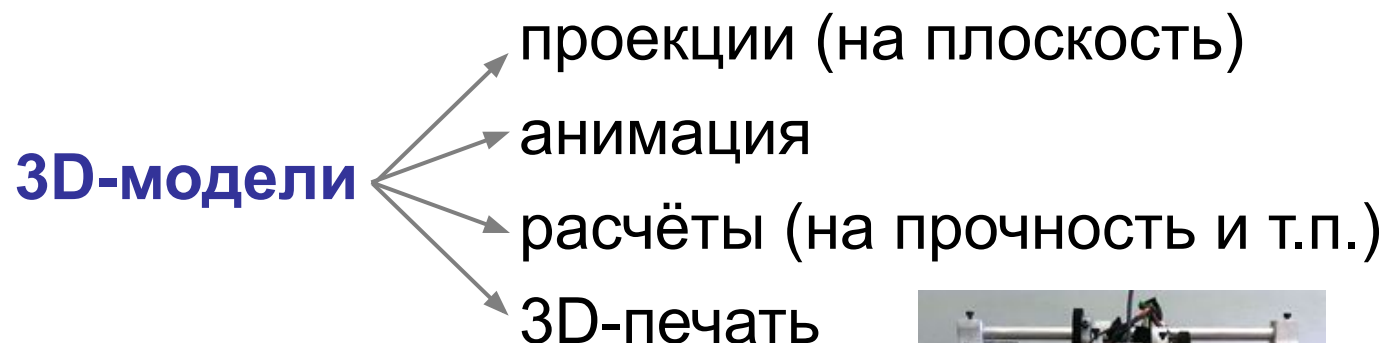
Трёхмерная графика

§ 66. Введение

Что такое 3D-графика?

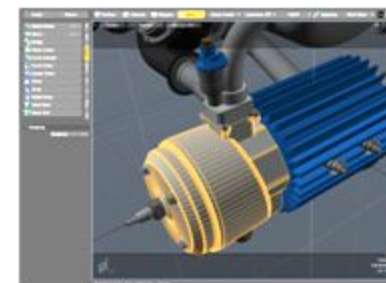
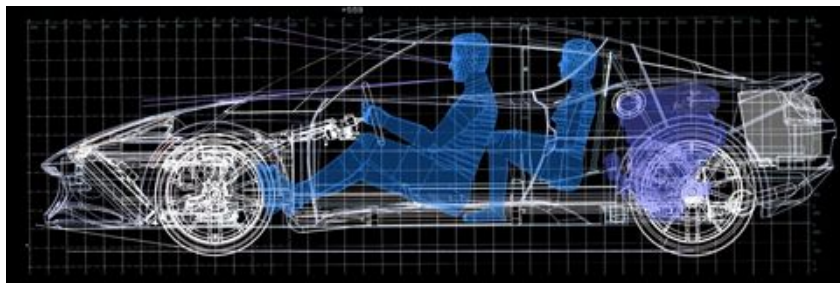
Трёхмерная графика (3D-графика) – это раздел компьютерной графики, который занимается созданием моделей и изображений *трёхмерных* объектов.

3D-модели: каждая точка имеет 3 координаты



Области применения

- САПР – системы автоматизированного проектирования

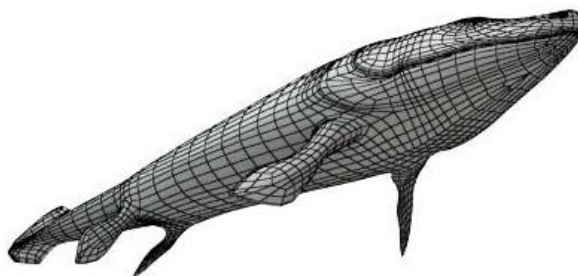


- компьютерные тренажеры и обучающие программы

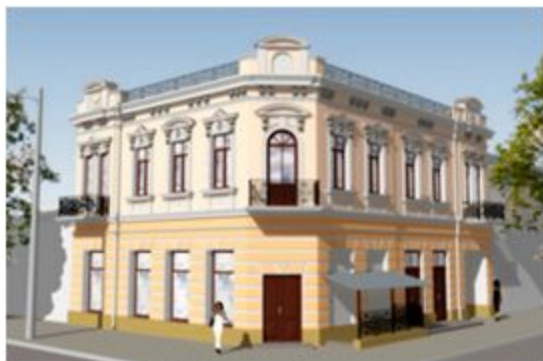


Области применения

- построение трёхмерных моделей в науке, промышленности, медицине



- дизайн зданий и интерьера



- компьютерные эффекты в кино и телевидении
- телевизионная реклама
- интерактивные игры

Этапы работы с 3D-моделями

- **моделирование** — создание трёхмерных моделей объектов
- **текстурирование** (раскраска) — наложение на модели рисунков (текстур), имитирующих материал
- **освещение** — установка и настройка источников света
- **анимация** — описание изменения объектов во времени (изменение положения, углов поворота, свойств)
- **съёмка** — установка камер (выбор точек съёмки), перемещение камер по сцене
- **рендеринг** (визуализация) — построение фотореалистичного изображения или анимации

Программы для 3D-моделирования



3ds MAX (www.autodesk.com)



Maya (www.autodesk.com)

AutoCAD (www.autodesk.com)



Cinema4D (www.maxon.net)



Blender (www.blender.org) – свободное ПО, версии для *Windows*, *Linux*, *Mac OS* и др.

Требования к компьютеру:

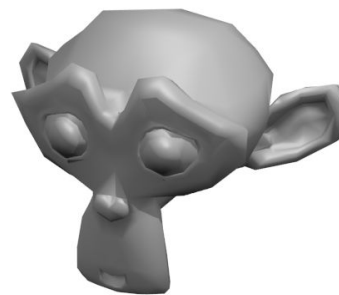
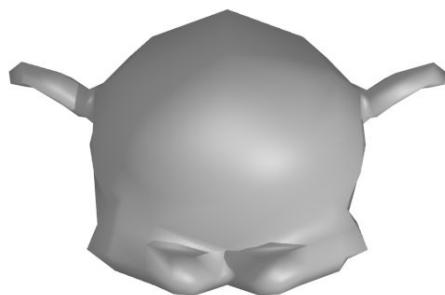
- мощный процессор
- оперативная память
- дисковая память

для версии **2.69**

Проекции

Проекция – плоское (двухмерное) изображение трёхмерного объекта.

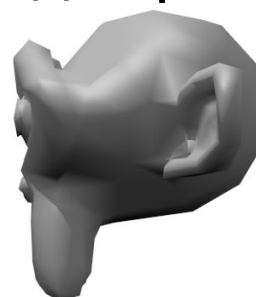
вид сверху: произвольная проекция:



вид спереди:

вид справа:

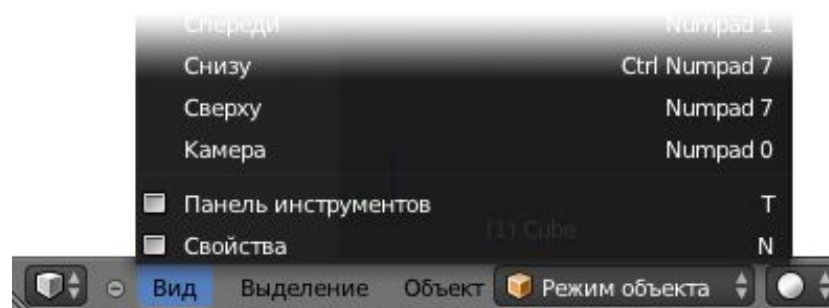
Сюзанна



Ctrl+Alt+Q: 4 проекции/только проекция пользователя

Управление проекциями

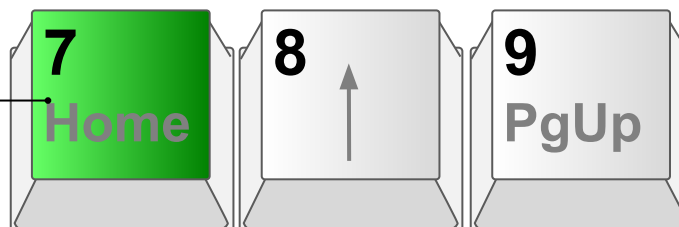
меню **Вид** (*View*)



ИЛИ...

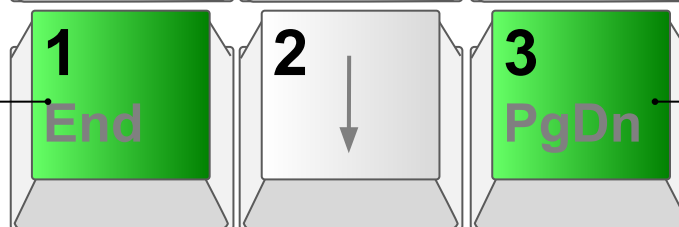
Num7

вид сверху
(+*Ctrl*: вид снизу)



вид спереди
(+*Ctrl*: вид сзади)

Num1



вид справа
(+*Ctrl*: вид слева)

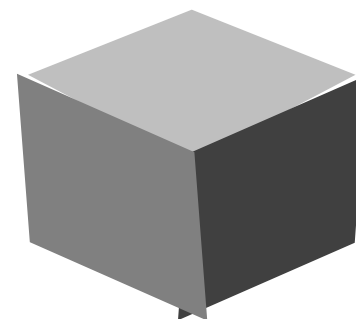
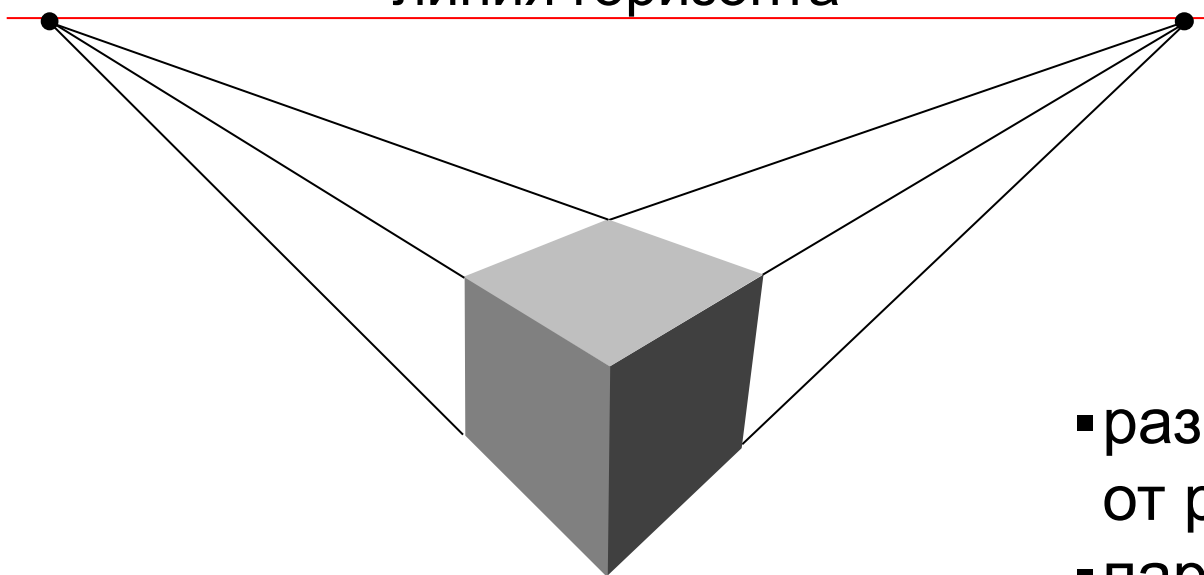
Num3

Ортогональные и перспективные проекции

перспективная

ортогональная

линия горизонта



- размеры не зависят от расстояния
- параллельные грани остаются параллельными

Сверху орто



Сверху персп.

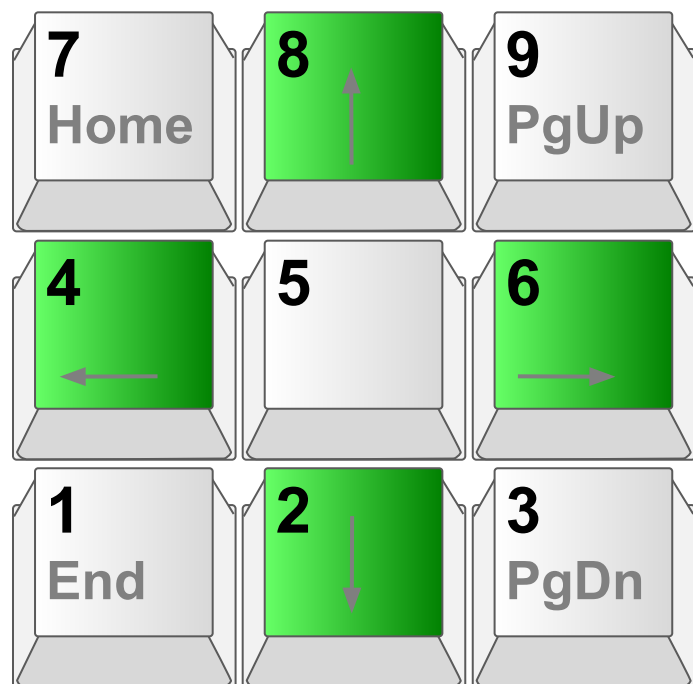
Num5 – ортогональная/перспективная

Управление видами

Колёсико мыши: изменить масштаб

При нажатом колёсике мыши: вращение проекции

+Shift: перемещение без вращения



Num2, Num4, Num6, Num8:
вращение проекции

+Ctrl: перемещение

Трёхмерная графика

§ 67. Работа с объектами

Выделение объектов



ПКМ: выделить объект!

Shift+ПКМ: выделить несколько объектов

A: выделить всё/снять выделение со всех

B: выделить нужные объекты прямоугольной рамкой

ПКМ, затем **Ctrl+ЛКМ:** произвольным контуром

C: выделить нужные объекты круглой кистью

колесико регулирует размер кисти

ЛКМ – завершить выделение

нажать на колесико – отменить выделение объекта

Num. (*Вид – Показать выделенное*) – приблизить выделенные объекты

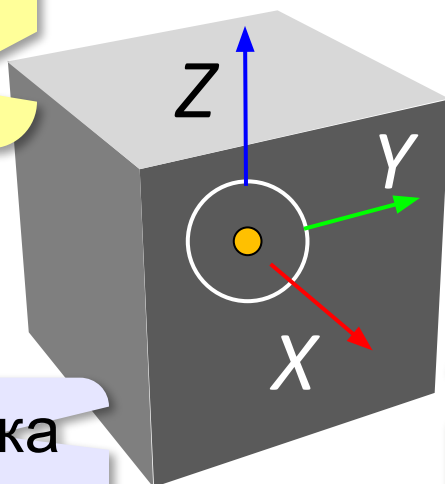
Num/ (*Вид – Глобальный/Локальный вид*) – скрыть все, кроме выделенных объектов

Преобразования

Перемещение:



свободное
перемещение
в плоскости
проекции



опорная точка
(*origin*)

включение
манипулятора

перемещение
вдоль одной оси

G: перемещение в
плоскости проекции

ЛКМ: фиксация

G, X: перемещение вдоль оси X

G, Y: перемещение вдоль оси Y

G, Z: перемещение вдоль оси Z

Преобразования

Вращение:

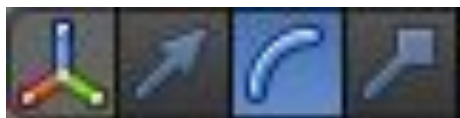
R (*rotate*): вращение в плоскости проекции

R, X: вращение вокруг оси X

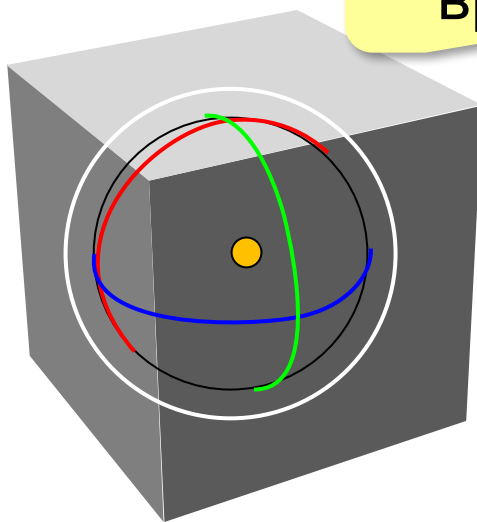
R, Y: вращение вокруг оси Y

R, Z: вращение вокруг оси Z

ЛКМ: закончить



манипулятор
вращения



Преобразования

Размеры объекта:

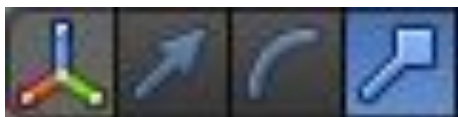
S (*scale*): все размеры одновременно

S, **X**: только по оси X

S, **Y**: только по оси Y

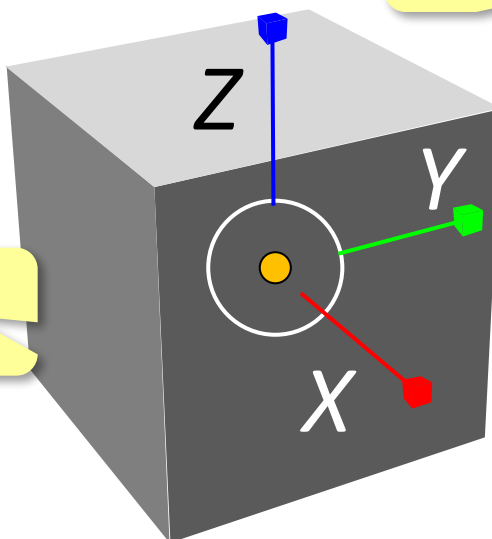
S, **Z**: только по оси Z

ЛКМ: закончить

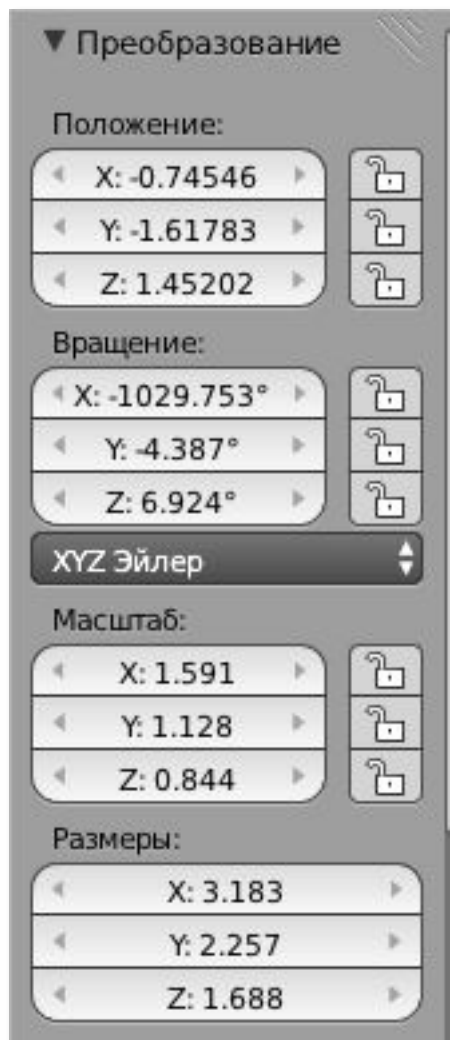


по одной оси

все сразу



Преобразования



N: показать/скрыть панель преобразований

Shift+D: создать копию объекта

ЛКМ: зафиксировать

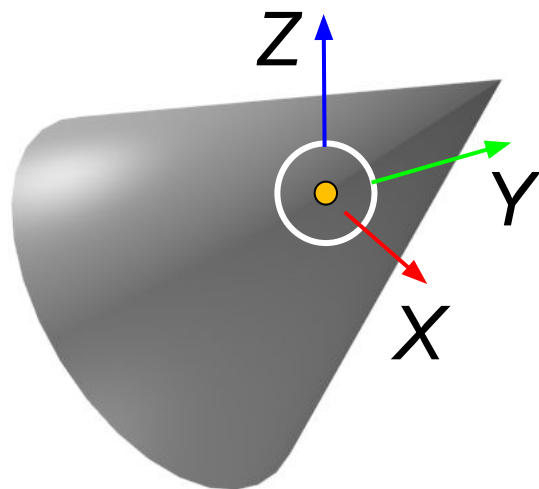
X: перемещать только вдоль оси X

Y: перемещать только вдоль оси Y

Z: перемещать только вдоль оси Z

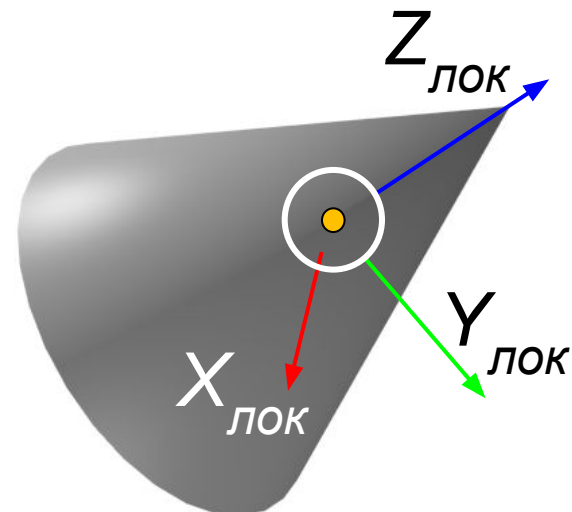
Del: удалить выделенные объекты

Системы координат



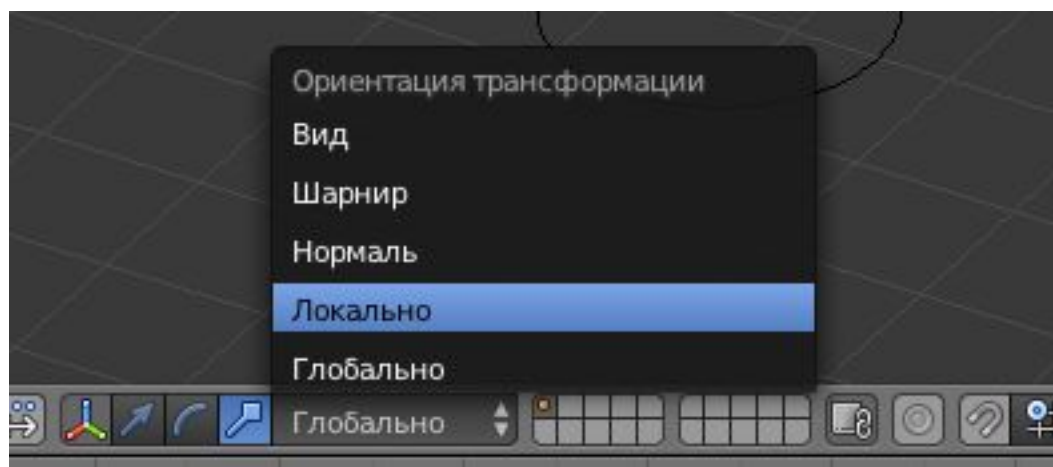
глобальная («мировая»)

не зависит от положения объекта



локальная

связана с объектом



Слои

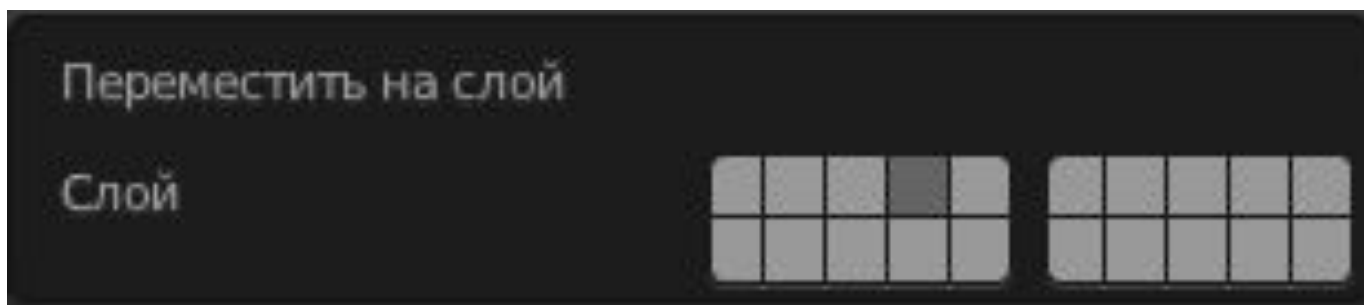
активный слой

есть объекты



Shift+ЛКМ: выделить несколько слоёв

М: перевести объект на другой слой



Связывание объектов

Задача: привязать к столу стоящие на нём предметы.

Стол: **родительский** объект

Чашка: дочерний объект

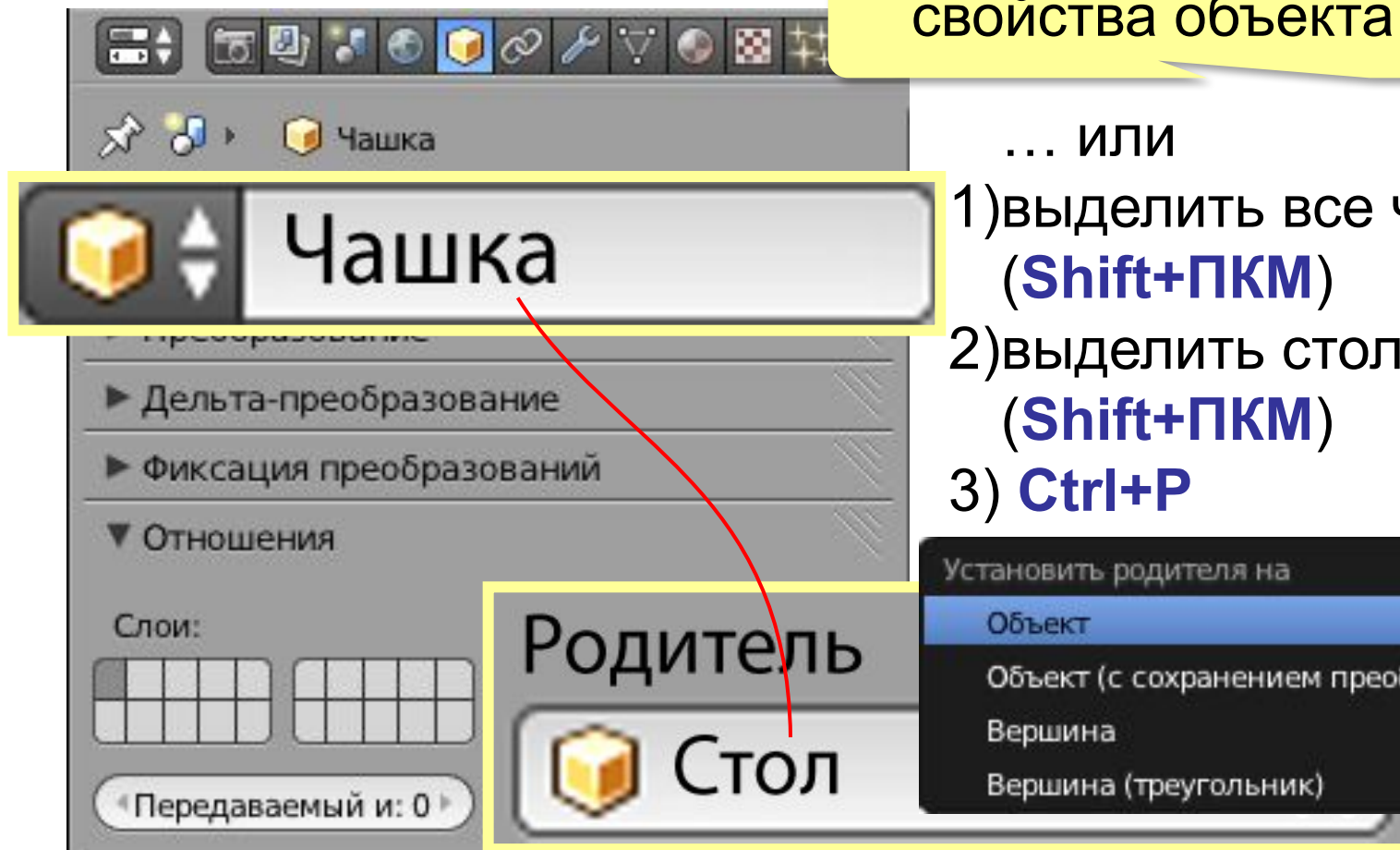
свойства объекта

... или

- 1) выделить все чашки
(**Shift+ПКМ**)
- 2) выделить стол
(**Shift+ПКМ**)
- 3) **Ctrl+P**

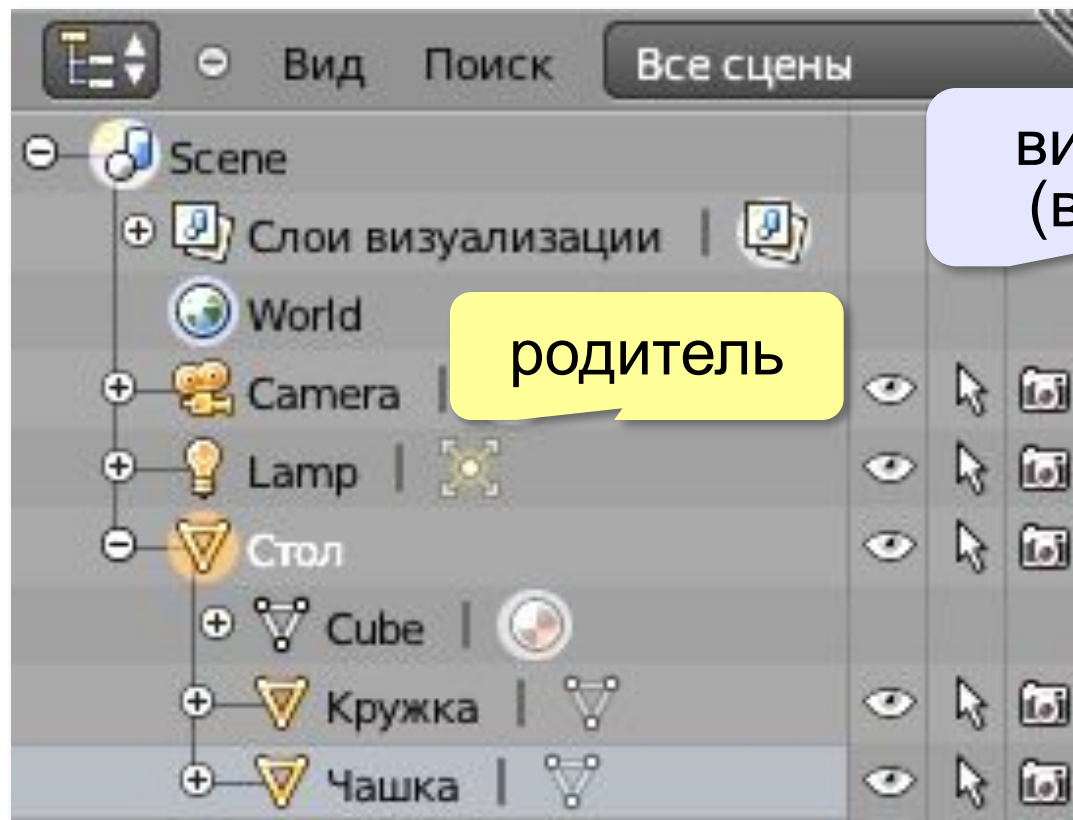
Установить родителя на

Объект	Ctrl P
Объект (с сохранением преобразований)	Ctrl P
Вершина	Ctrl P
Вершина (треугольник)	Ctrl P



Структура проекта

Окно *Структура проекта*:



ВИДИМОСТЬ
(ВКЛ/ОТКЛ)

ВОЗМОЖНОСТЬ
ВЫДЕЛЕНИЯ
(ВКЛ/ОТКЛ)

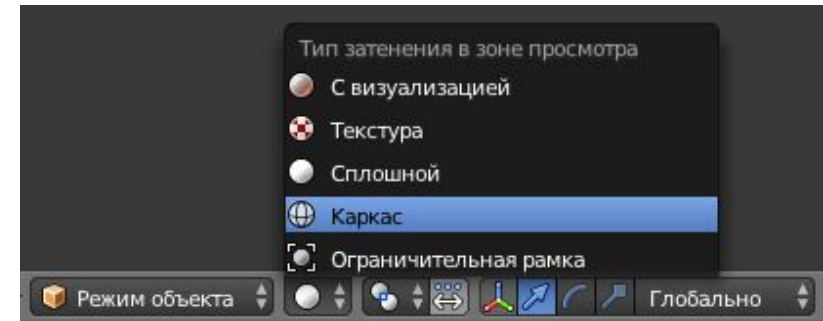
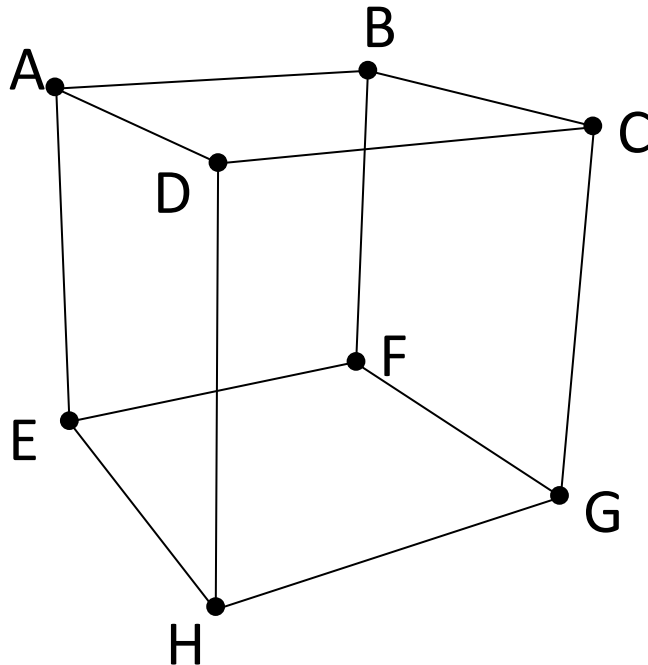
учитывать при рендеринге
(ВКЛ/ОТКЛ)

Трёхмерная графика

§ 68. Сеточные модели

Что такое сеточная модель?

Режим **Каркас** (*Wireframe*):



- 8 **вершин** (*vertex*) – A, B, C, D, E, F, G и H;
- 12 **рёбер** (*edge*) – AB, AD, BC, CD, EF, EH, FG, GH, AE, BF, CG и DH
- 6 **граней** (*face*) – ABCD, EFGH, ABFE, CDHG, ADHE и BCGF

Что такое сеточная модель?

Сеточная модель (*mesh*) – это поверхность, которая строится на сетке из рёбер.

Грани:

- треугольники
- четырёхугольники
- многоугольники (полигоны)

полигональные
модели



Все тела (в т.ч. сферы!) состоят из граней!

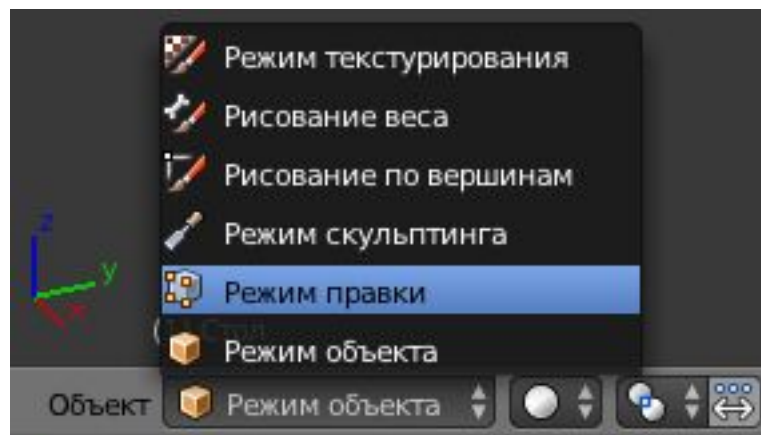
Векторный формат: хранятся координаты вершин.



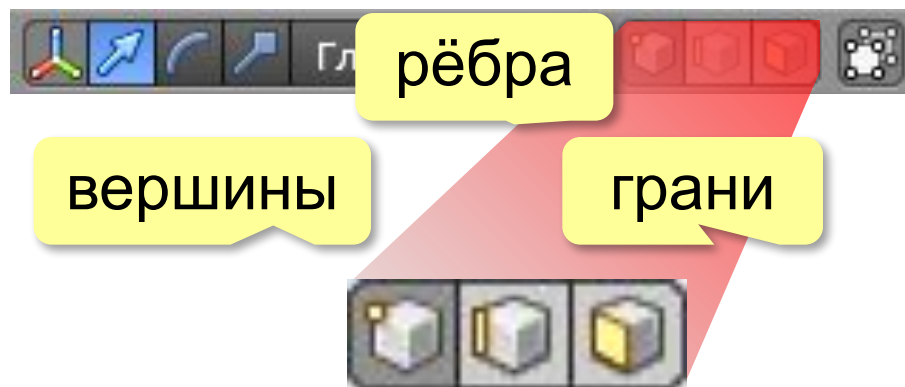
Чем больше граней, тем сложнее расчёты!

Редактирование сетки

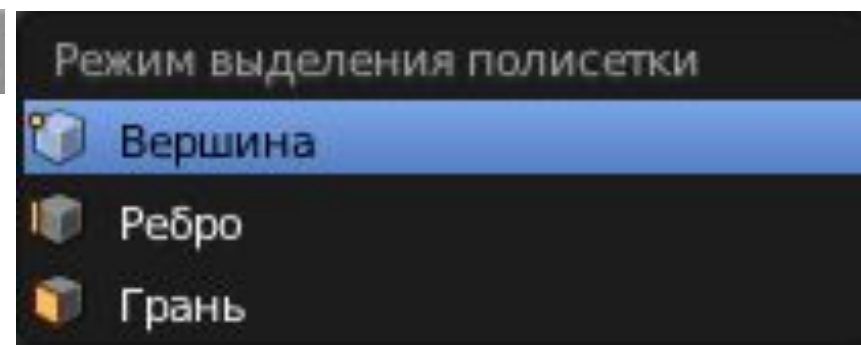
Tab – перейти в режим редактирования сетки (*Edit mode*)



Выбор объектов:



или **Ctrl+Tab**:



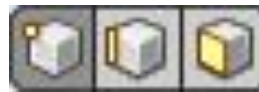
+Shift – несколько



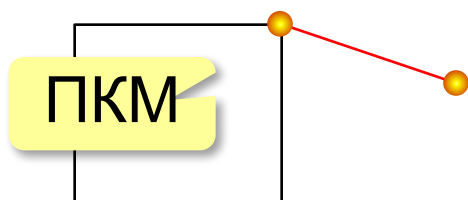
выделять только видимые

Редактирование сеточной модели

в режиме работы с вершинами:



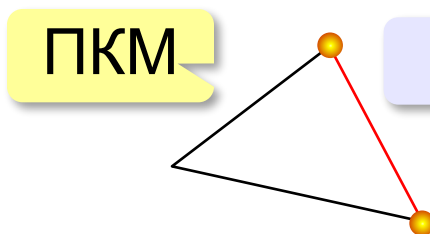
Ctrl+ЛКМ – новая **вершина**, соединённая с выделенной



Ctrl+ЛКМ

Ctrl+V – меню для вершин

новое **ребро**

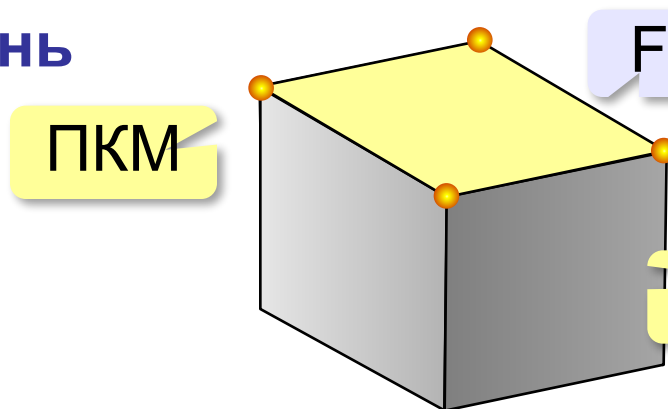


F

Ctrl+E – меню для рёбер

Shift+ПКМ

новая **грань**



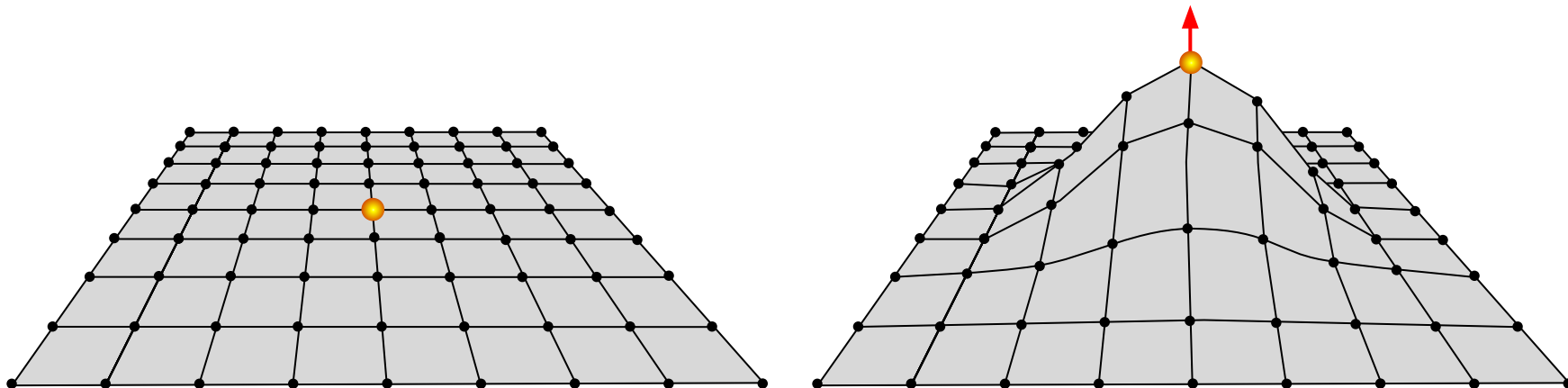
F

Ctrl+F – меню для граней

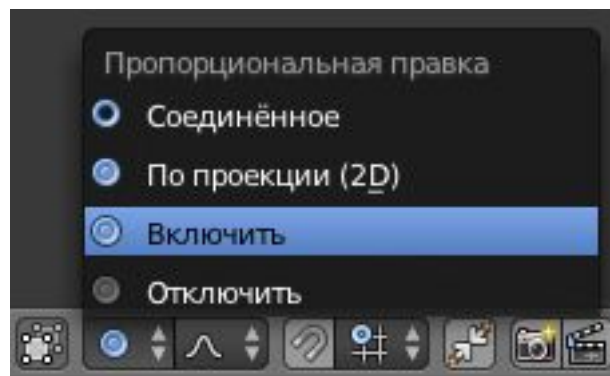
Shift+ПКМ

Редактирование сеточной модели

Пропорциональное редактирование:



Включение:



Деление рёбер и граней

Добавление:

Выдавить

Выдавить участок

Подразделить

▼ Подразделить

Количество разрезов

1

Гладкость

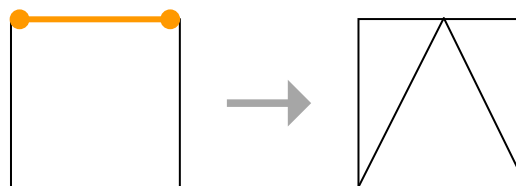
0.000

☐ Режим 3/4-угольников

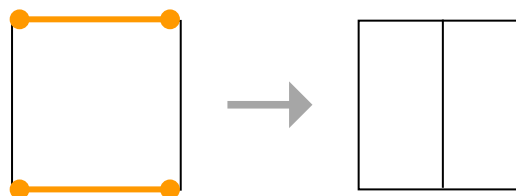
Тип угловых 4-угольников

Прямое разрезание

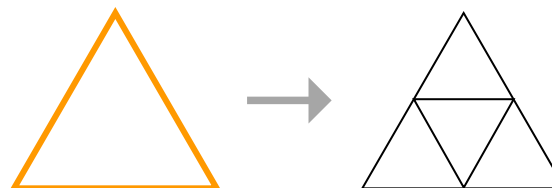
одно ребро:



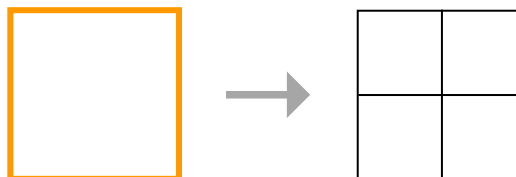
два ребра:



треугольная грань:



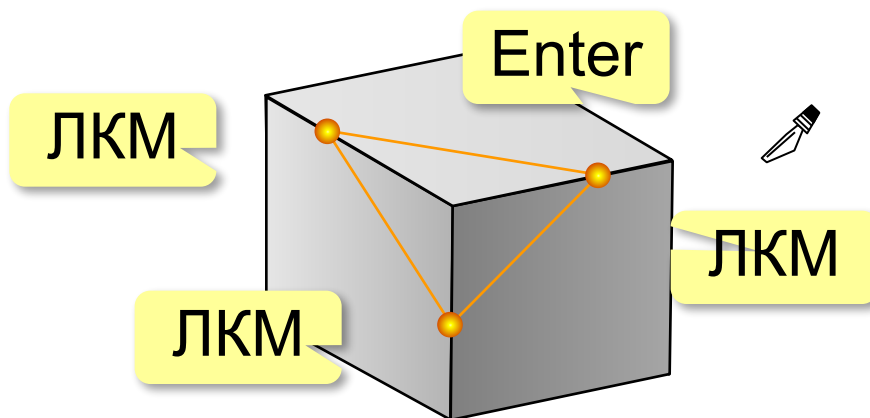
четырёхугольная грань:



Деление рёбер и граней: Нож

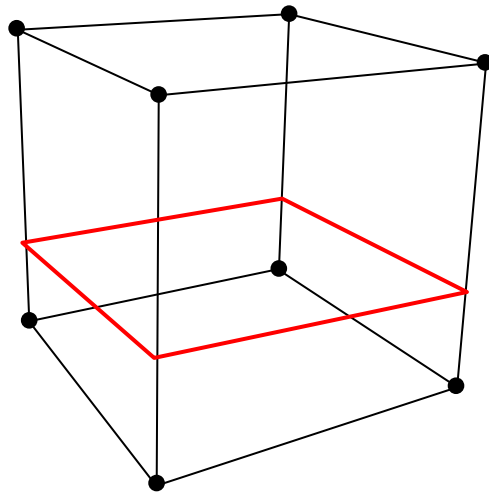
Нож (*Knife*):

при нажатой **К** резать **ЛКМ**, *Enter* – завершить

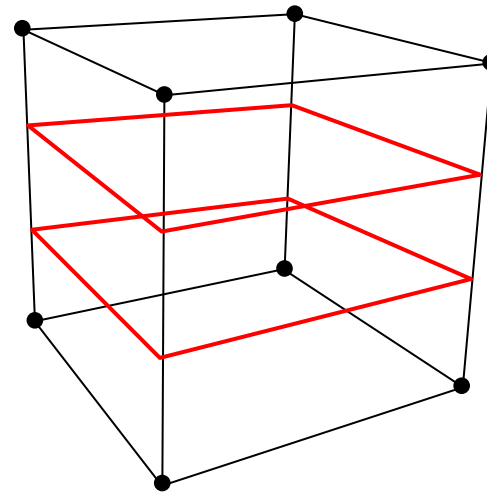


Деление рёбер и граней

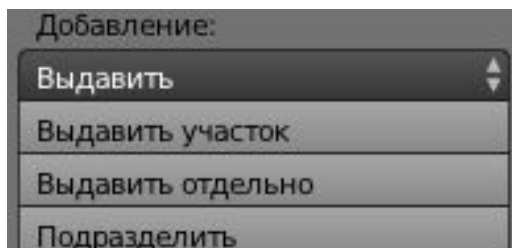
одинокое сечение



множественное сечение



Разрезать петель со сдвигом (*Loop Cut and Slide*):



Колёсико мыши – менять число сечений

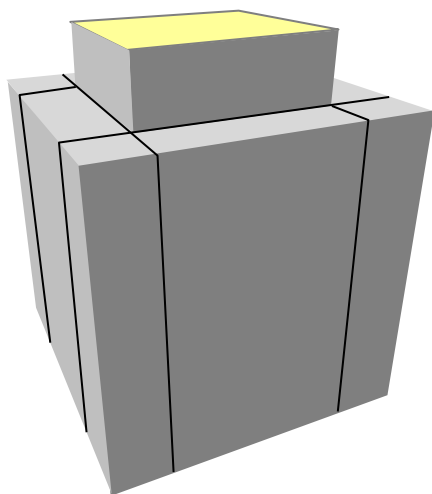
ЛКМ – зафиксировать число сечений

ЛКМ – зафиксировать сдвиг

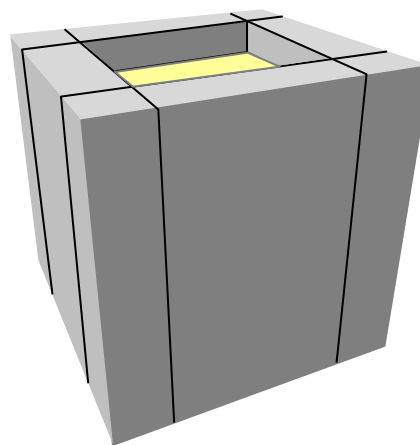
Разрезать петлёй со сдвигом

Выдавливание (*Extrude*)

выдавливание наружу



выдавливание вовнутрь



E (*extrude*): выдавить выделенную грань по нормали

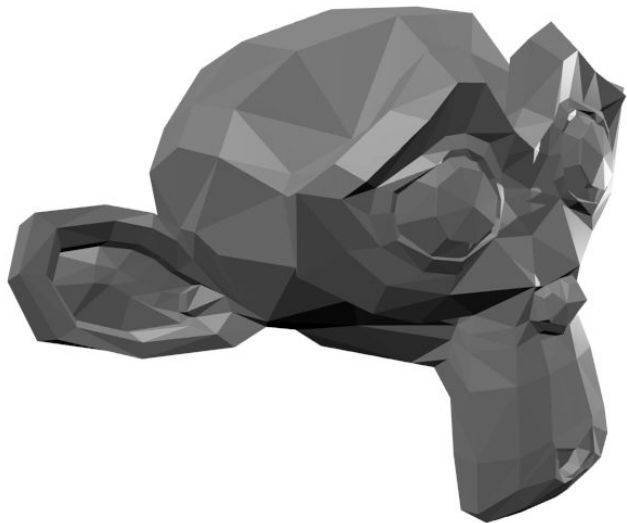
E, X: выдавить вдоль оси X

E, Y: выдавить вдоль оси Y

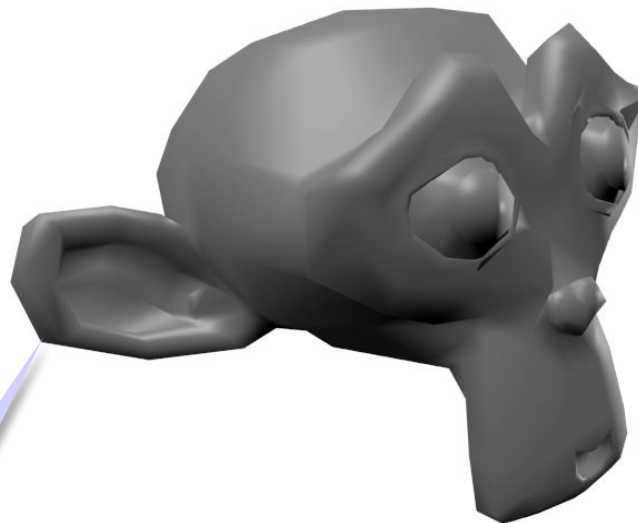
E, Z: выдавить вдоль оси Z

Сглаживание (*Smooth*)

без сглаживания



со сглаживанием



Затенение:

Гладко

Плоско



Сглаживание (затенение) только при выводе (число граней не меняется)!

Трёхмерная графика

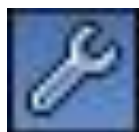
§ 69. Модификаторы

Что такое модификатор?

Модификатор – это преобразование объекта, которое выполняется автоматически при выводе проекции на экран или построении готового изображения (*рендеринге*).

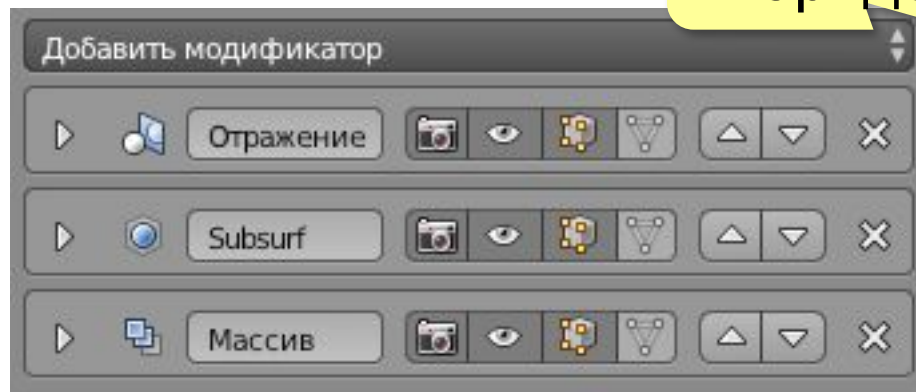


Это неразрушающая операция!



Стек модификаторов:

изменить
порядок



применяется
первым

применяется
последним

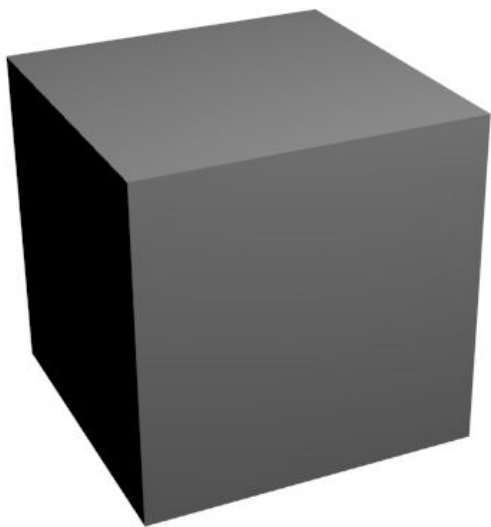
Применить модификатор = изменить сетку!

Сглаживание

Подразделение поверхности

(*Subsurf* = *Subdivision surface*):

без сглаживания



уровень 1
(24 грани)



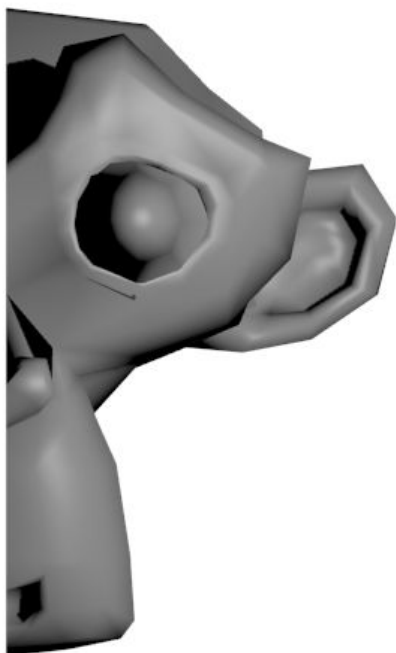
уровень 4
(1536 граней)



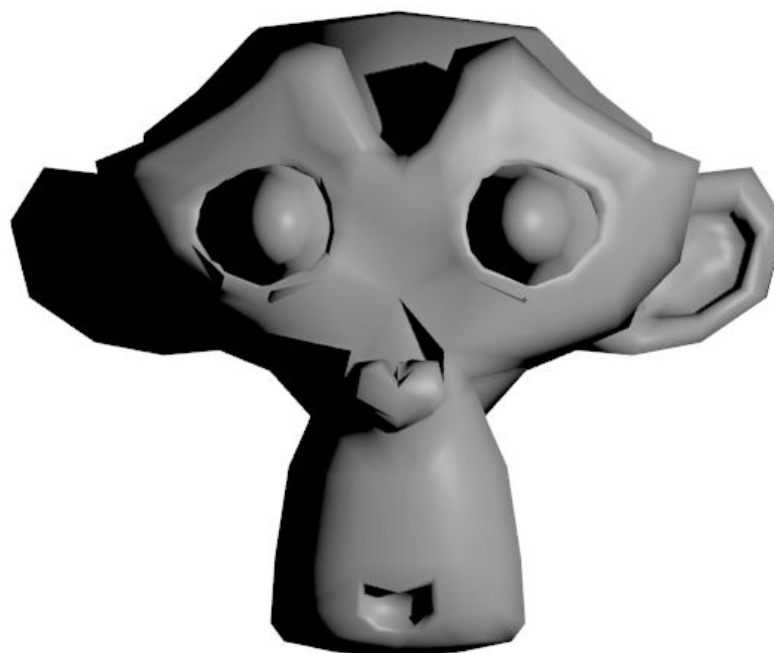
Симметрия

Зеркало (*Mirror*):

половина головы

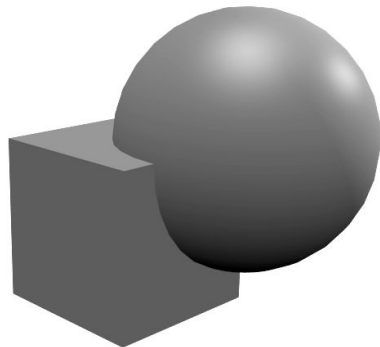


с модификатором *Зеркало*

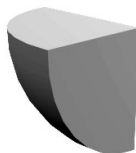


Логические операции

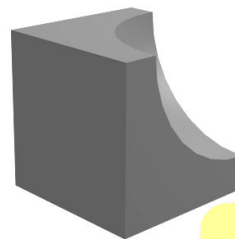
объединение
(Union):



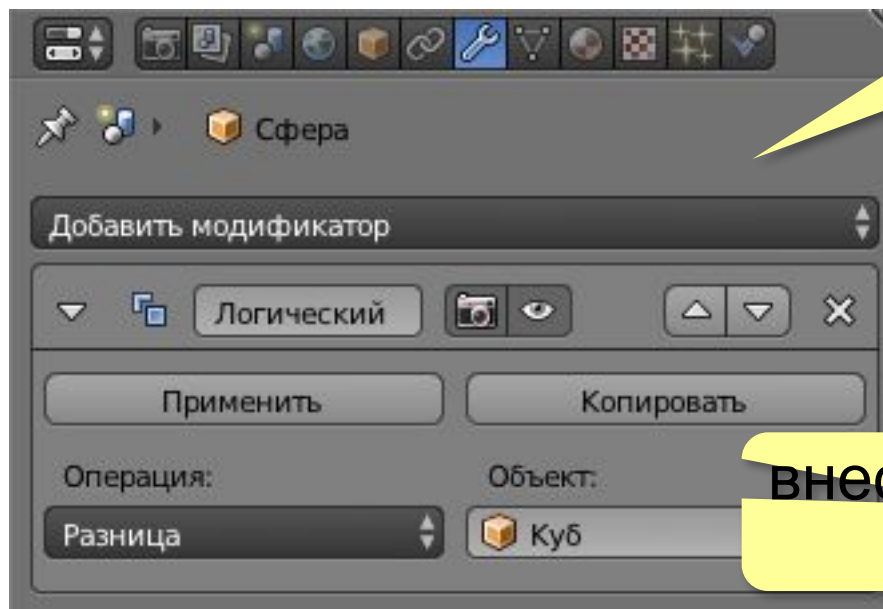
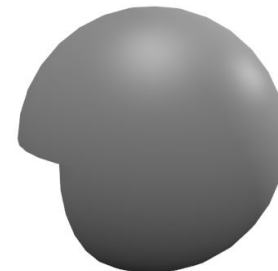
пересечение
(Intersection):



«куб минус сфера»
(Difference):



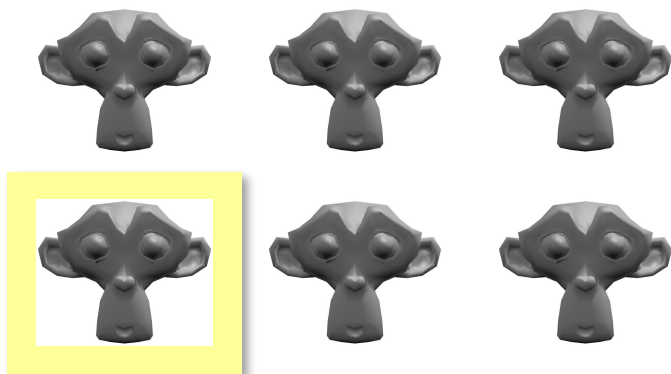
«сфера минус куб»
(Difference):



При сдвиге куба
результат меняется!

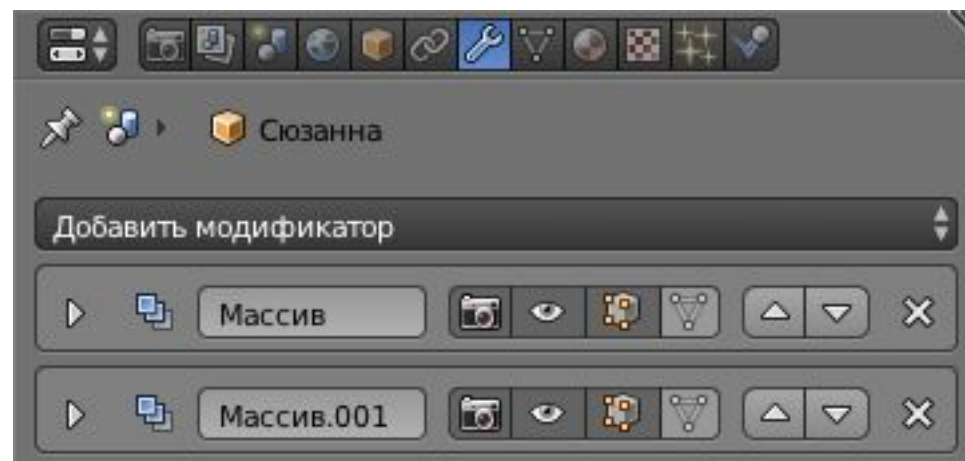
ВНЕСТИ ИЗМЕНЕНИЯ В
сетку

Массив



оригинал

копии



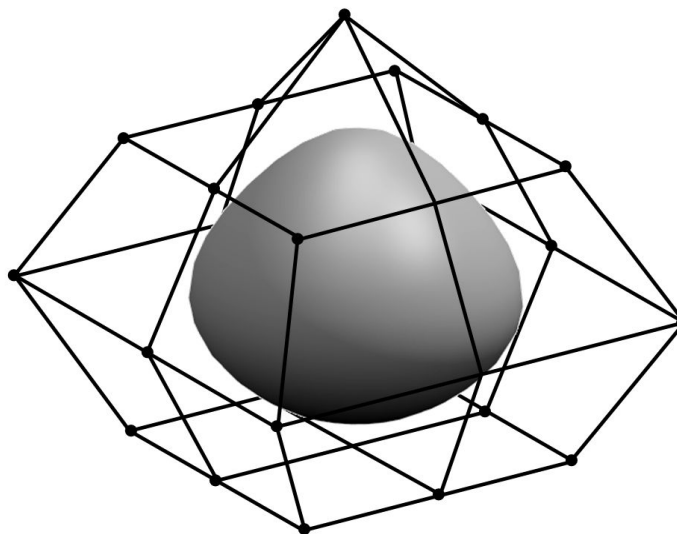
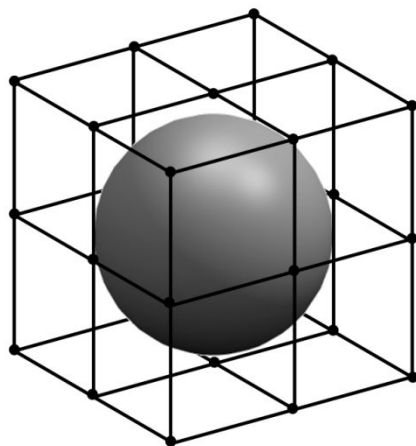
Копии сохраняют связь с оригиналом!

Применить

= разорвать связь

Деформация

Решётка (*Lattice*):



Полезно при анимации!

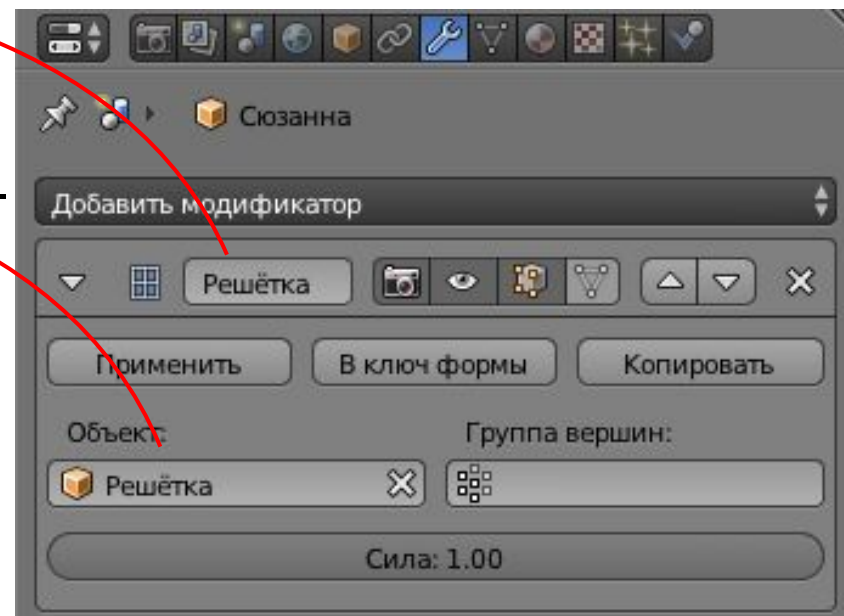
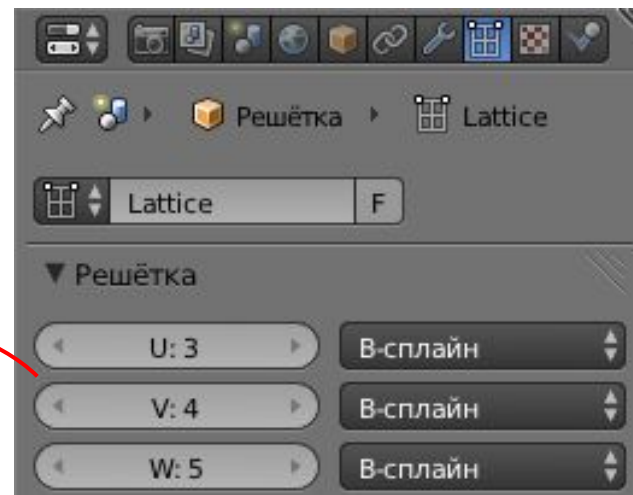
Деформация

Решётка (*Lattice*):

- 1) *Добавить – Решётка*
- 2) выбрать число разбиений сторон решетки
- 3) Заключить объект в решётку
- 4) Применить модификатор

Решётка

- 5) выбрать нужный объект-решётку
- 6) перемещать узлы решётки – будет изменяться форма объекта



Трёхмерная графика

§ 70. Кривые

Зачем нужны кривые?

Кривые – вспомогательные векторные объекты.

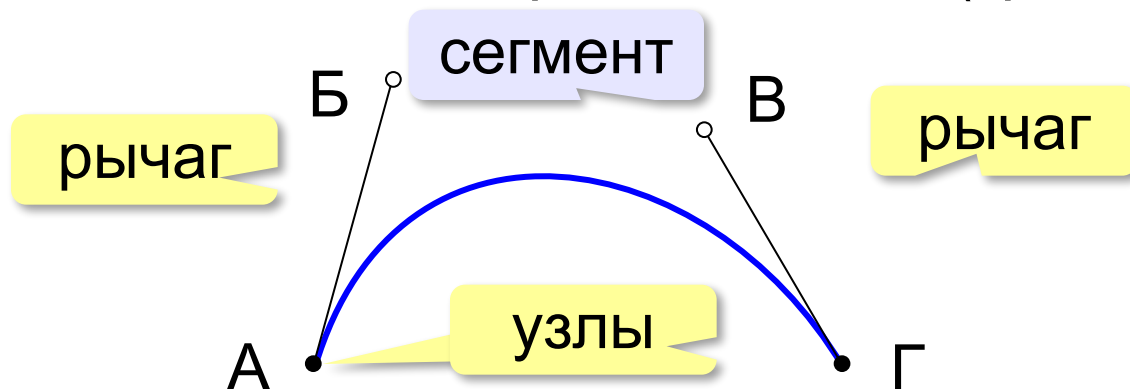
- форма тела вращения
- поперечное сечение трубы
- траектории движения объектов при анимации
- искривление текстовых строк
- моделирование проводов и нитей

Blender – два типа кривых:

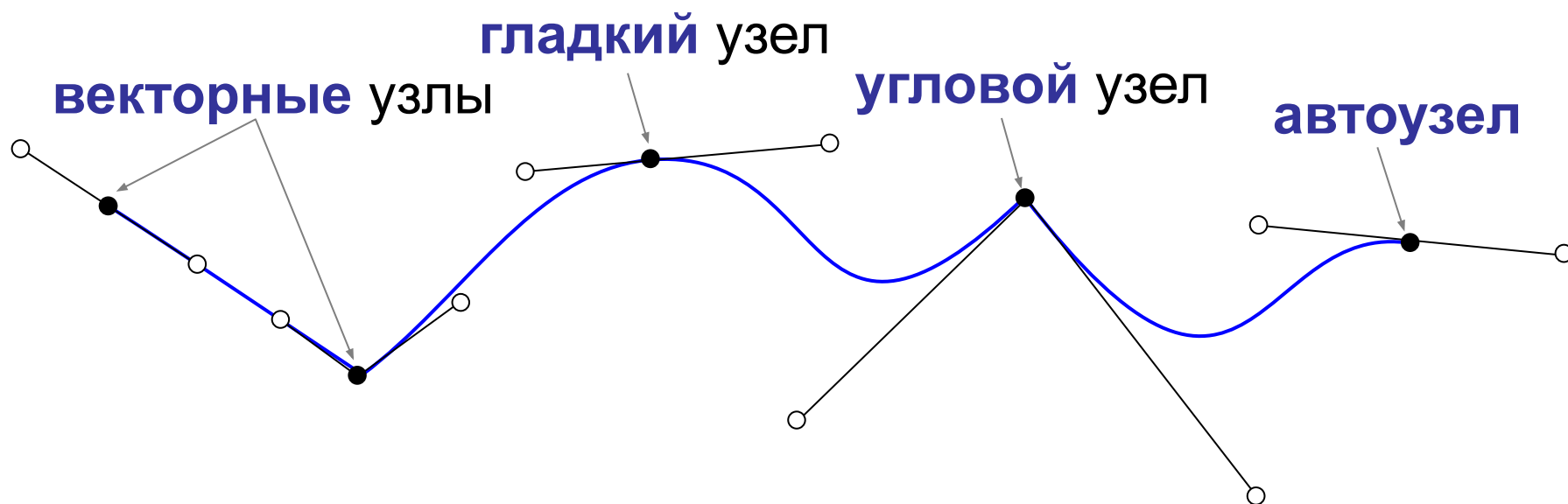
- кривые Безье (*Bezier Curves*)
- кривые NURBS (*Non Uniform Rational B-Splines* – неравномерные рациональные В-сплайны)

Кривые Безье

Сегмент задается четырьмя точками (кривая 3-го порядка)

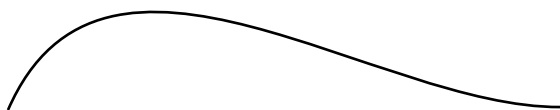


Типы узлов:



Редактирование кривых

Добавить – Кривая – Безье



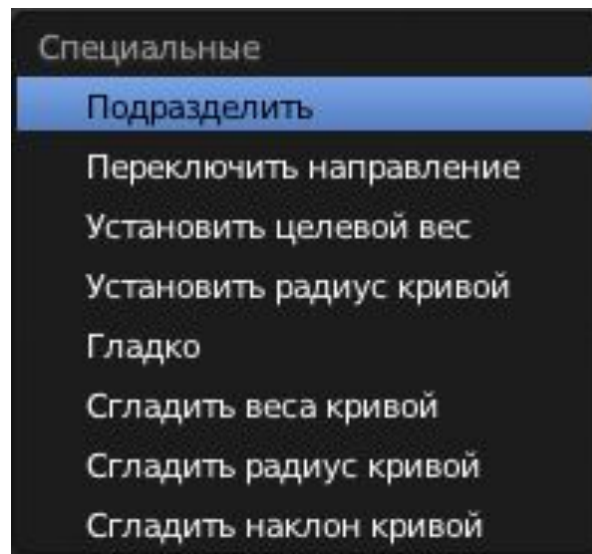
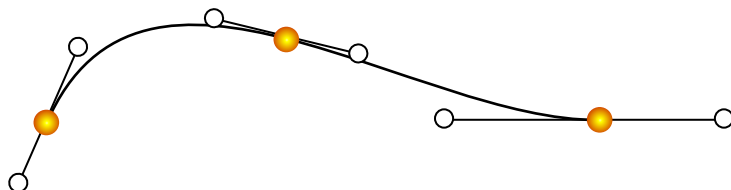
перемещение, вращение,
изменение размеров – как
обычно

Tab – перейти в режим редактирования узлов

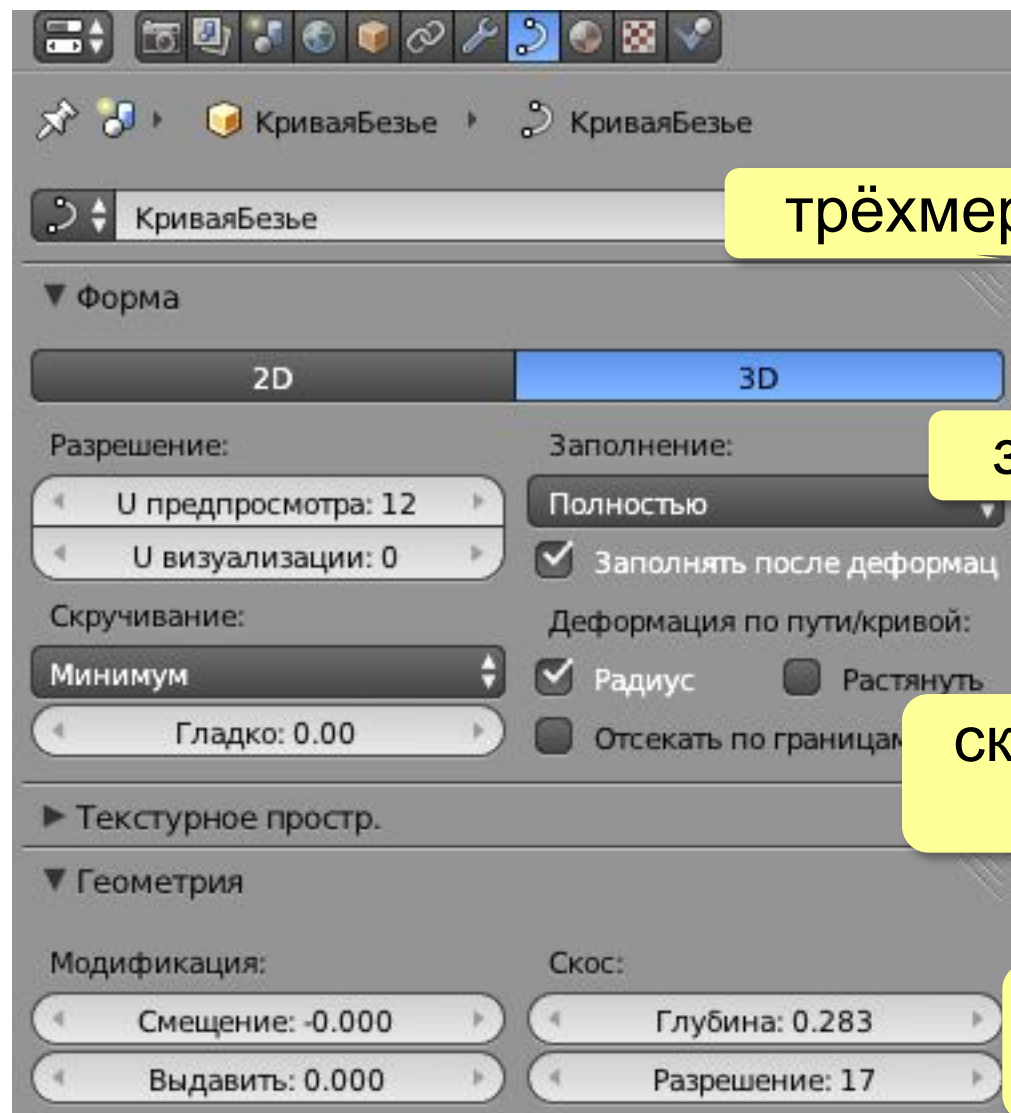
V – меню для выбора типа выделенного узла

Добавление узла :

- 1) выделить два соседних узла
- 2) **W** – меню специальных команд (*Specials*)
- 3) выбрать *Подразделить*



Моделирование трубы (провода)



трёхмерная

заполнять полностью

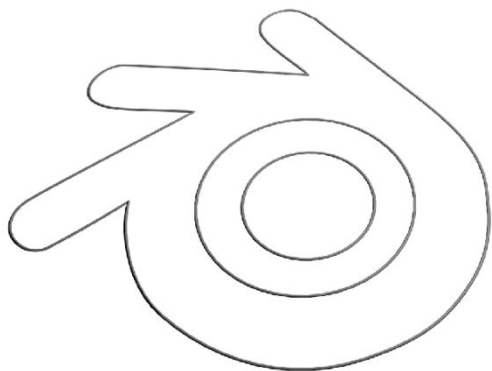
скос определяет диаметр

разрешение определяет гладкость

Пластины

Alt+C – замкнуть кривую

контур



выдавливание

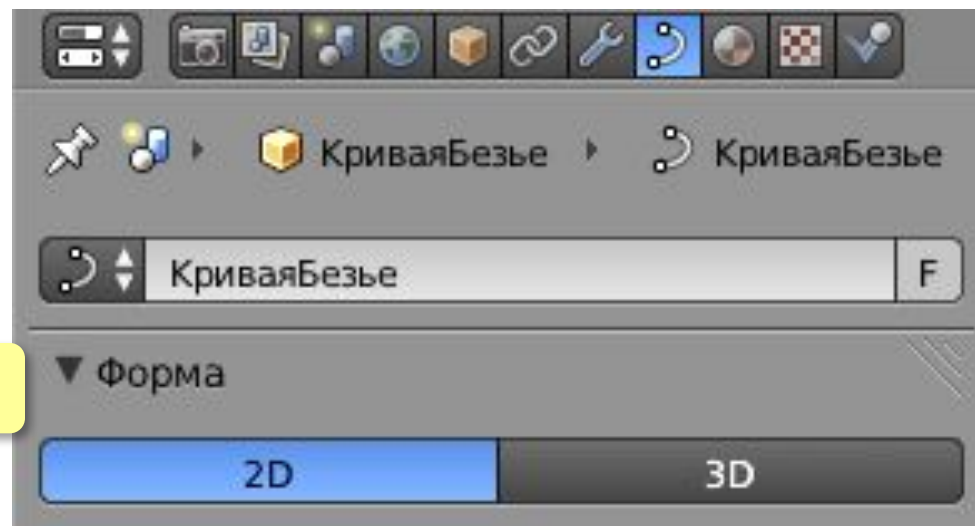


выдавливание+скос

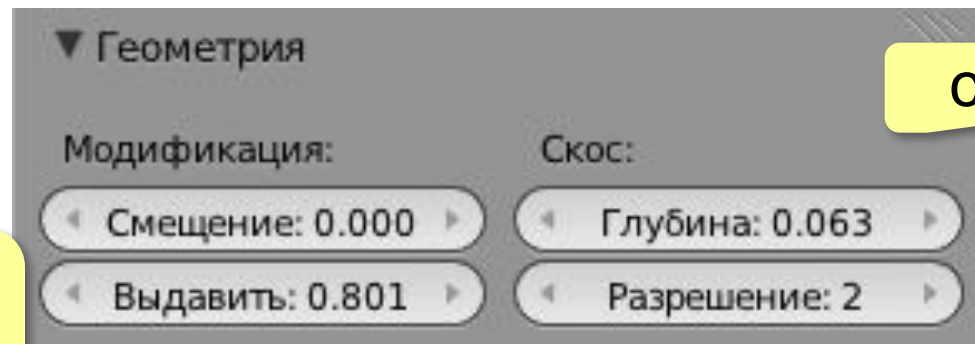


Пластины

двухмерная



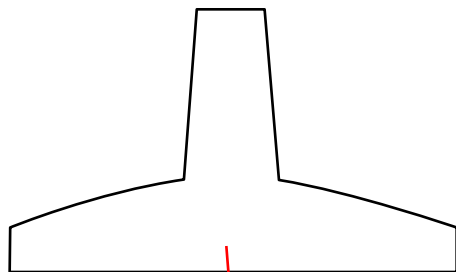
выдавливание
(толщина
пластины)



СКОС

Профили («лофтинг»)

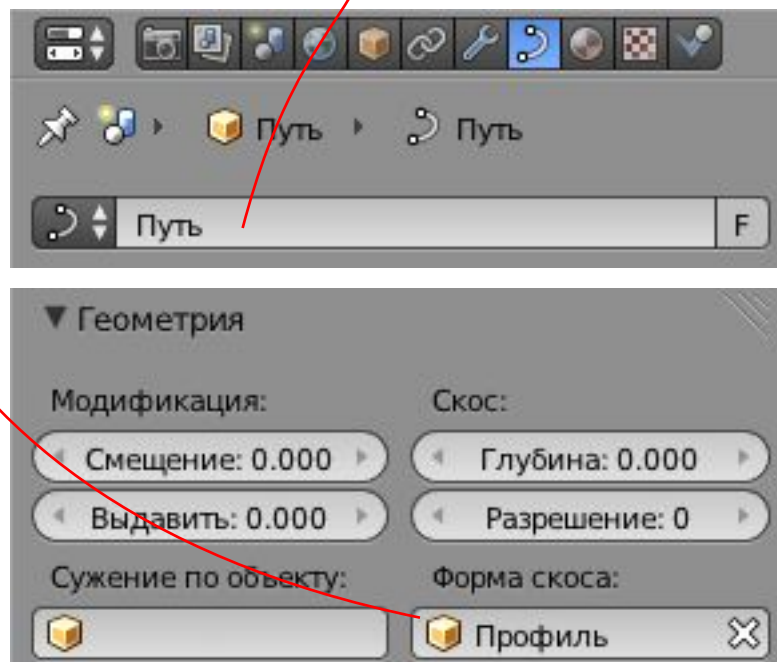
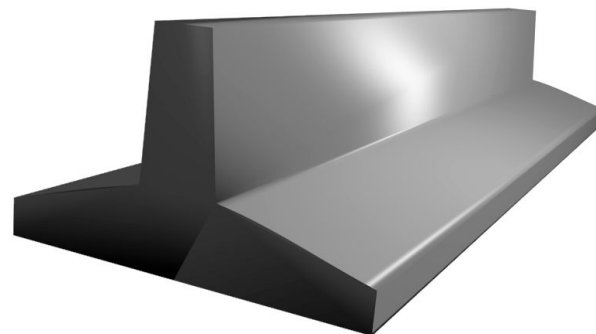
сечение



путь

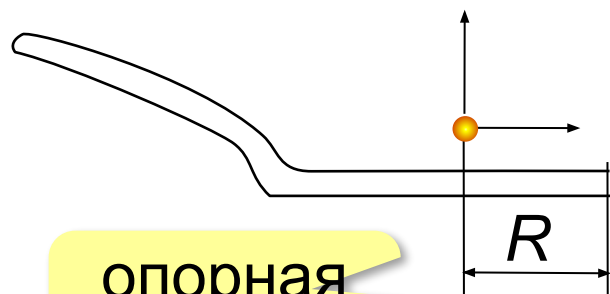


результат



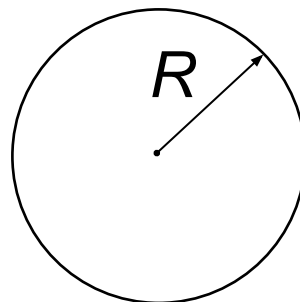
Тела вращения

сечение



опорная
точка

путь



результат



Перемещение опорной точки:

Объект – Преобразование – Опорную точку к 3D-курсору
(Object – Transform – Origin to 3D Cursor)

Трёхмерная графика

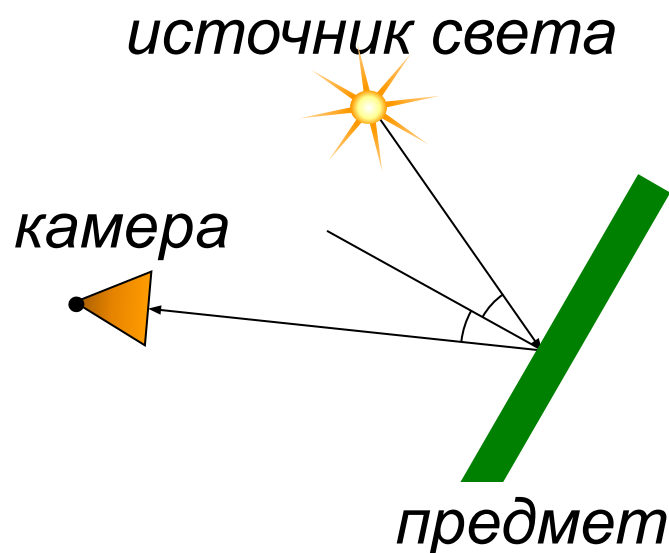
§ 71. Материалы и текстуры

Как мы видим цвет предметов?



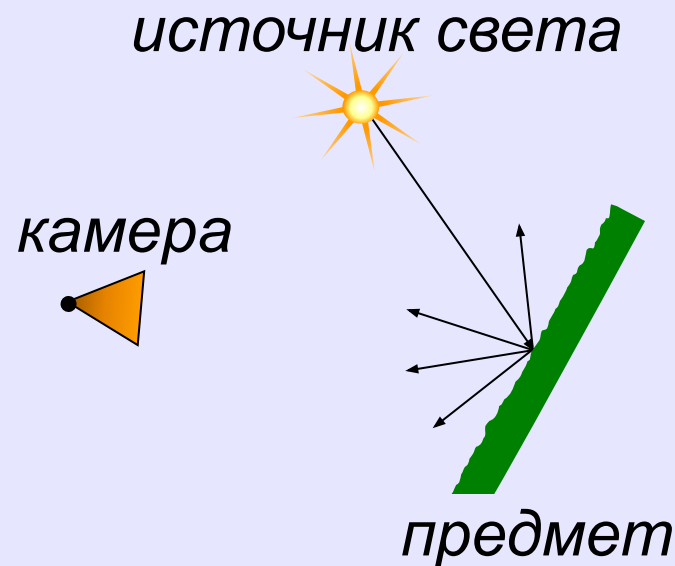
Глаз видит лучи, отражённые от предметов!

зеркальное отражение



- поверхность идеально ровная
- угол отражения равен углу падения

диффузное отражение



- размер неровностей больше длины волны
- отражение во всех направлениях

Простые материалы

Материал

объект для просмотра

Название

цвет материала (диффузное отражение)

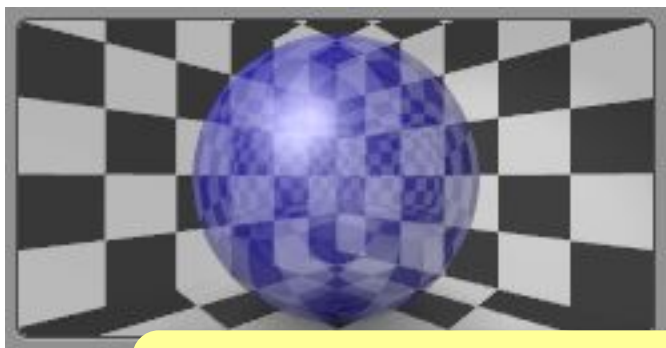
цвет бликов (зеркальное отражение)

шейдеры – алгоритмы расчёта цвета точек

градиент

размер блика

Простые материалы

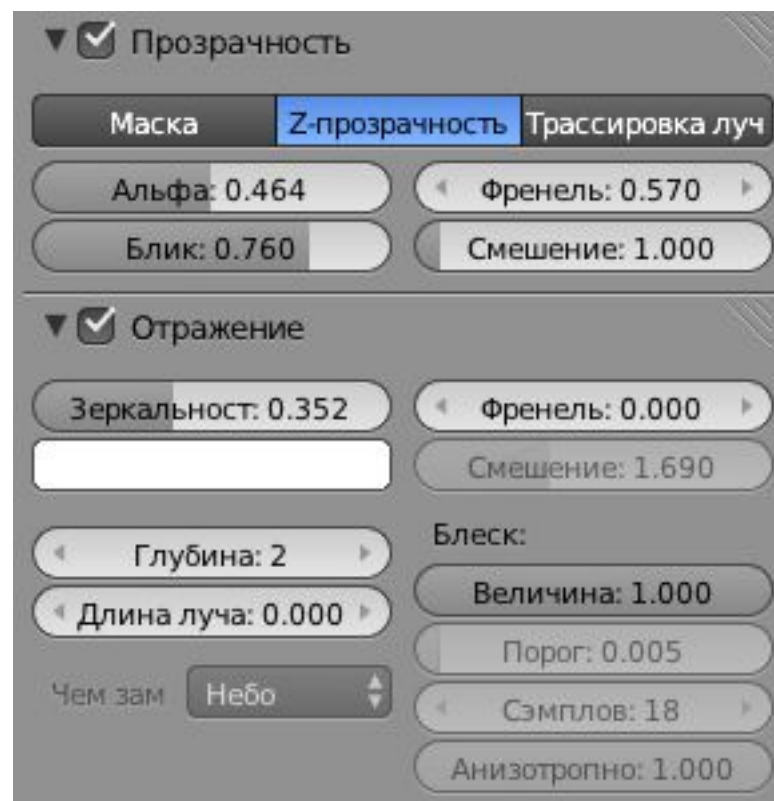


непрозрачность
материала

непрозрачность
блика

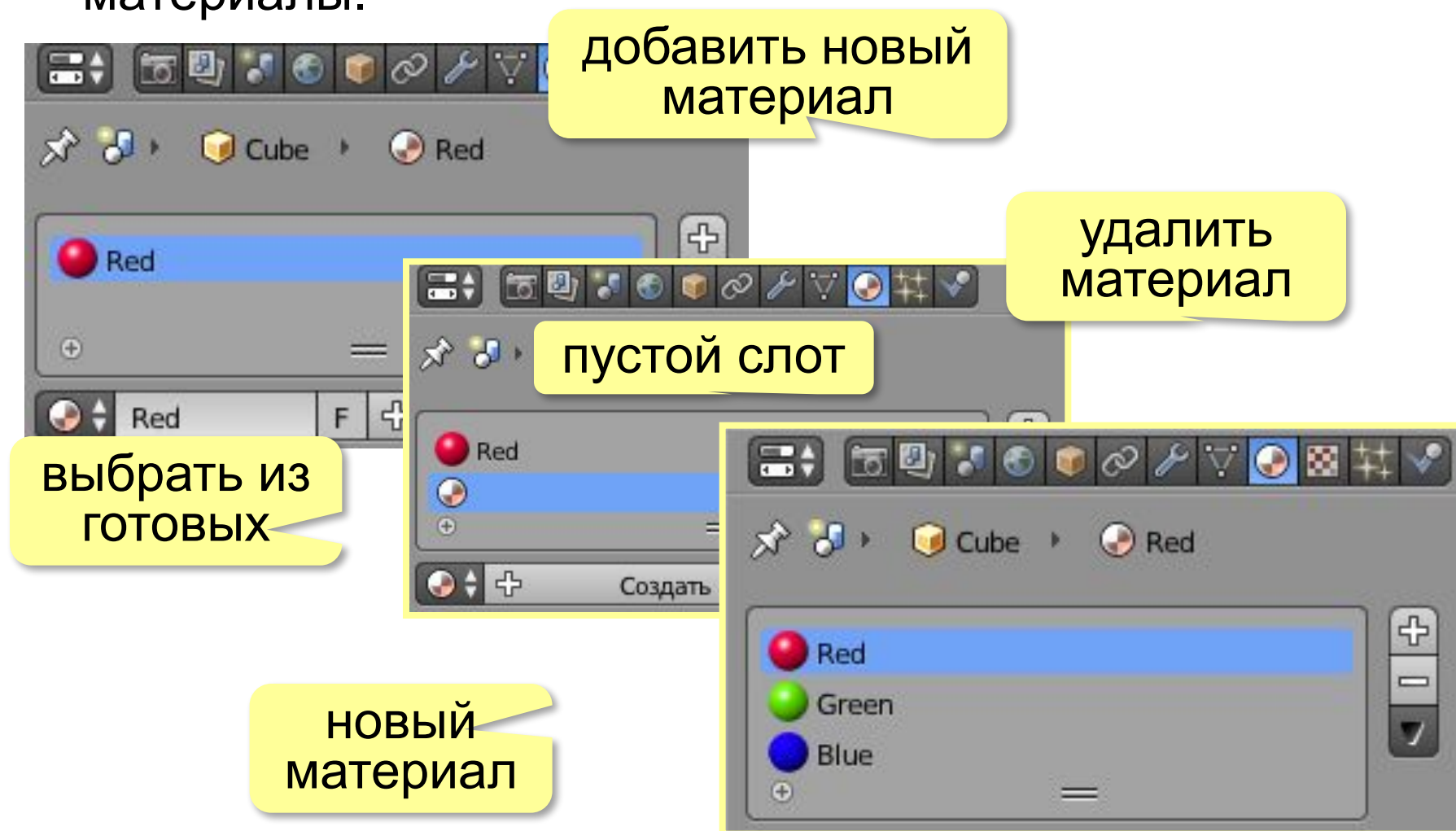
отражение
окружающих
прежметов

! Прозрачность и отражение!



Многокомпонентные материалы

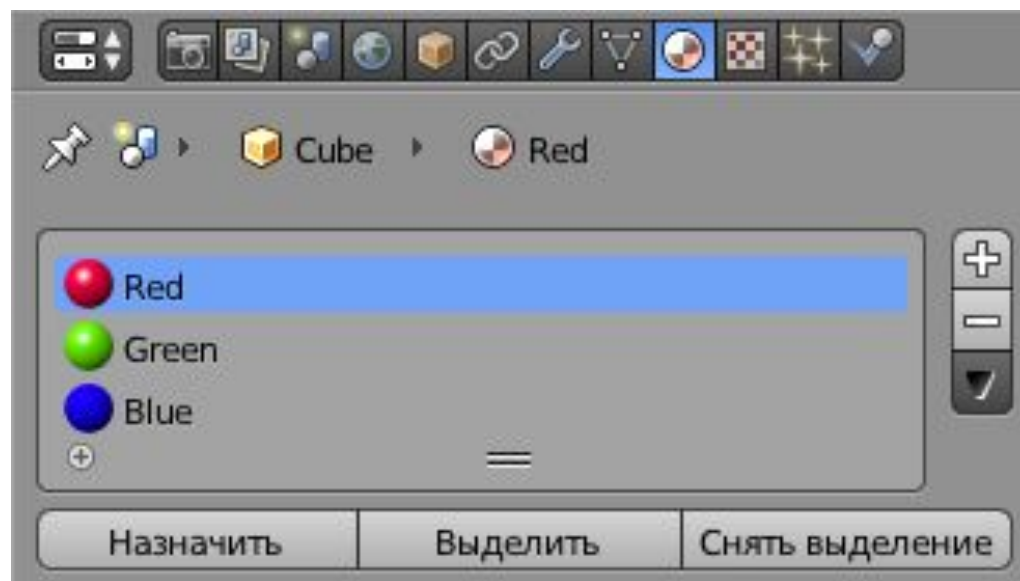
Задача: для разных граней объекта использовать разные материалы.



Многокомпонентные материалы

Назначение материала граням:

Tab – перейти в режим правки (*Edit mode*)



назначить
материал
выделенным
граням

выделить
грани с этим
материалом

снять
выделение
граней с этим
материалом

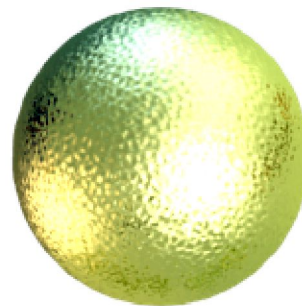
Текстуры

Текстура — точечное (растровое) изображение, которое накладывается на поверхность для изменения окраски или имитации рельефа.

рисунок на сфере



имитация рельефа

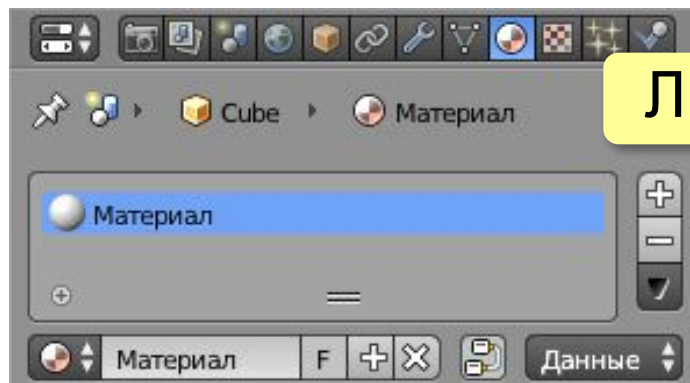


Типы текстур:

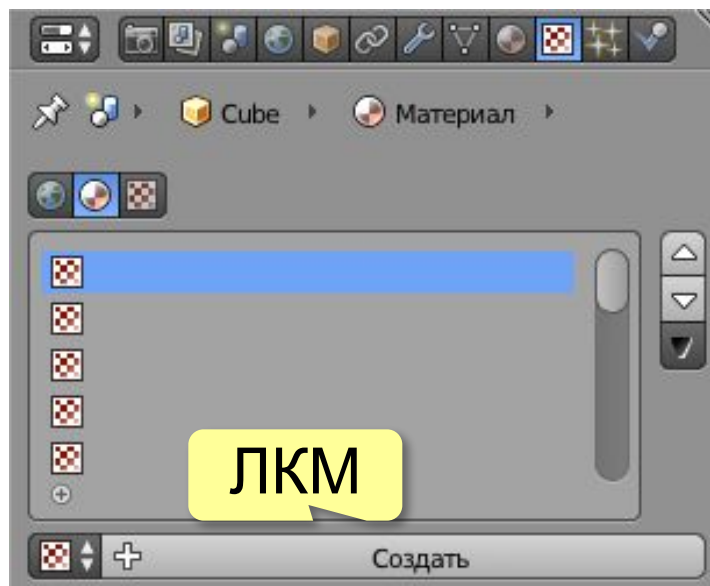
- готовые изображения
- *процедурные* текстуры (строятся по некоторому алгоритму)

Текстуры

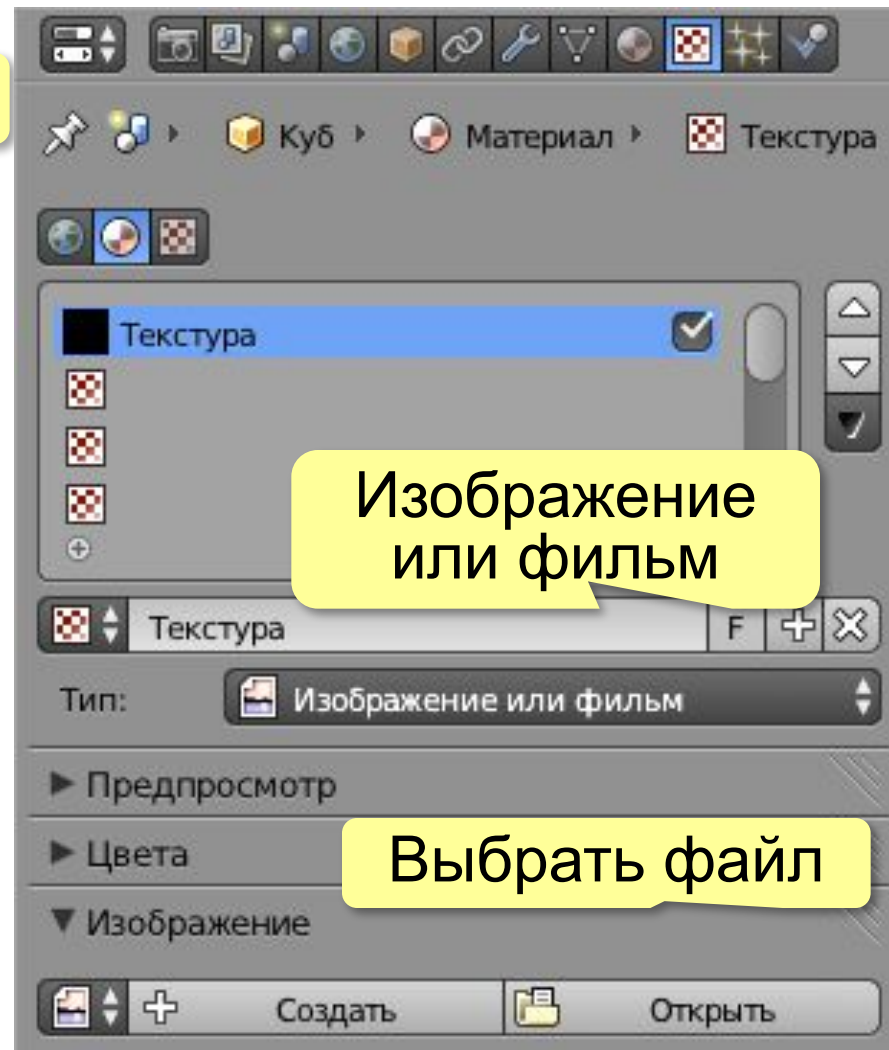
1) Создать новый материал



2) Создать новую текстуру

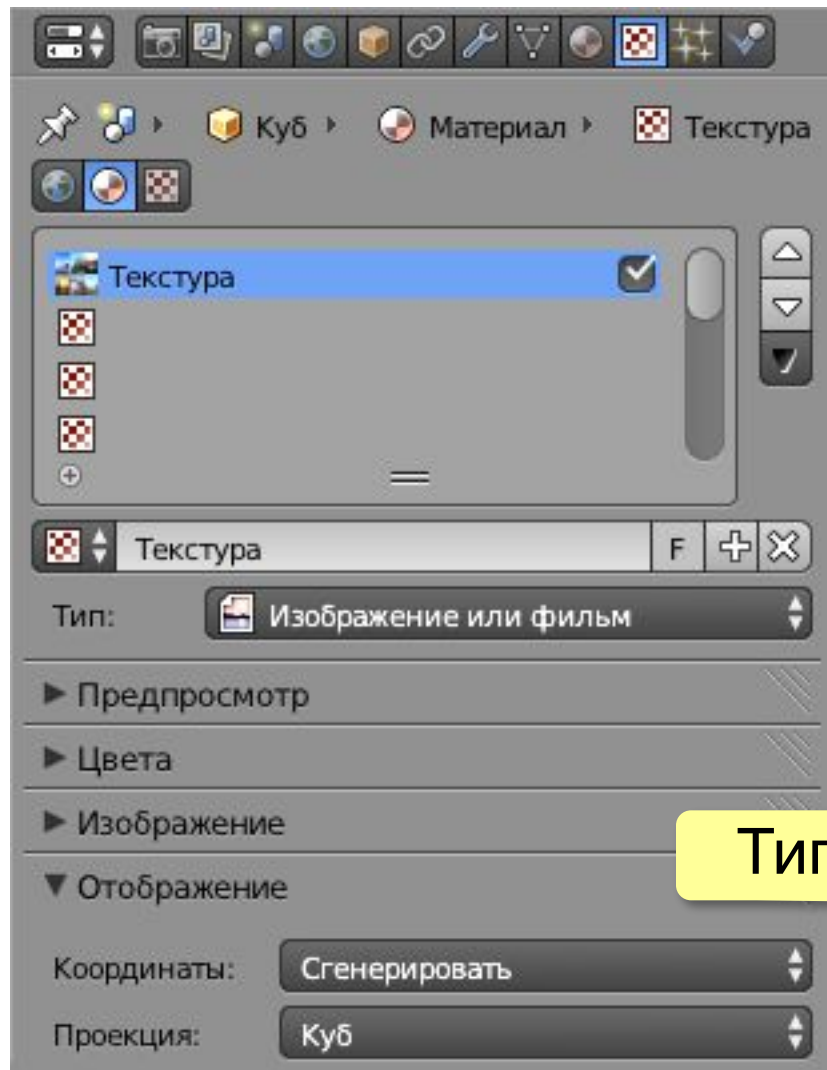


3) Выбрать файл с рисунком



Текстуры

4) Выбрать тип объекта

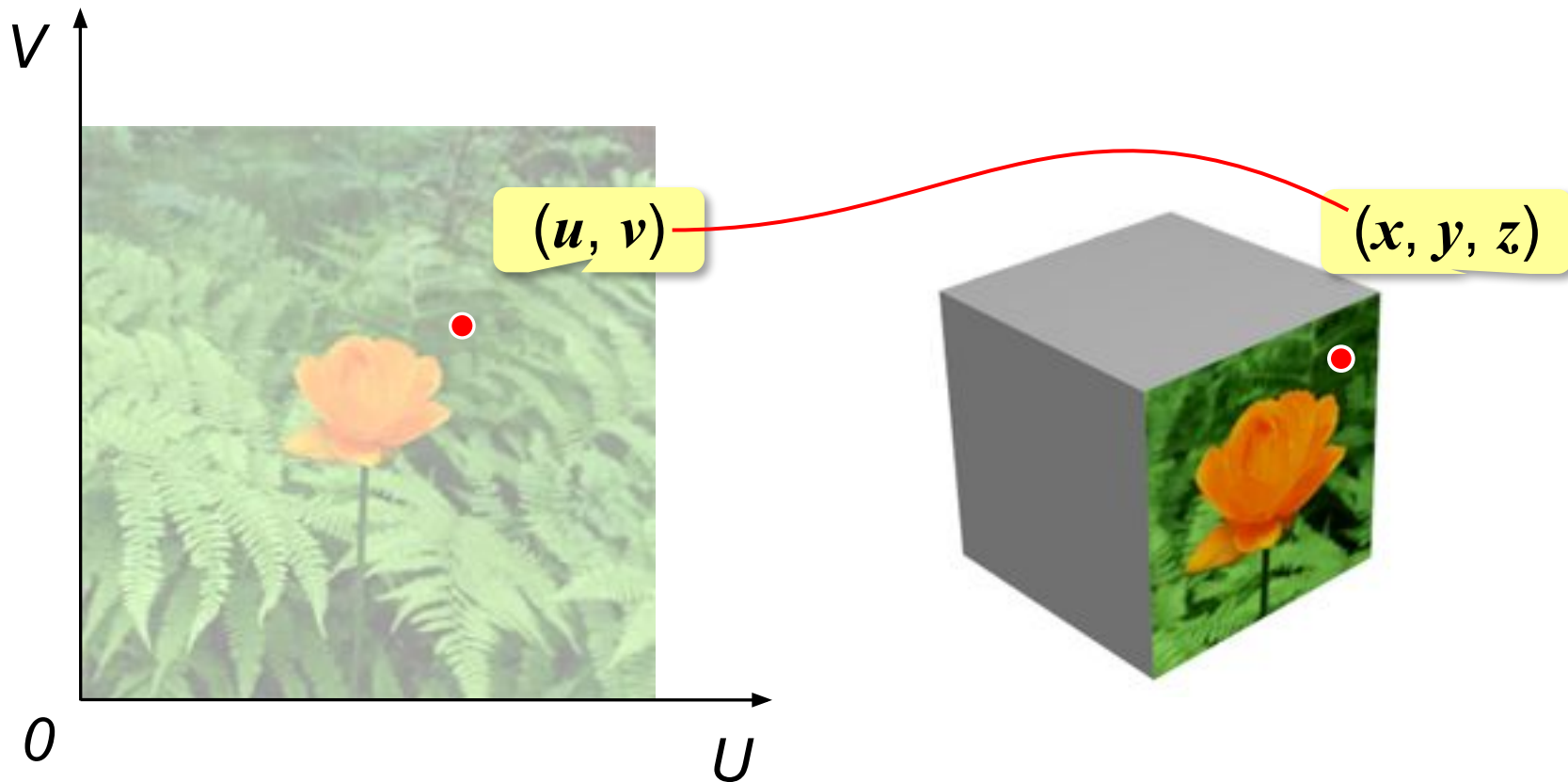


F12 – построить изображение с текстурой (выполнить рендеринг)!

Тип объекта

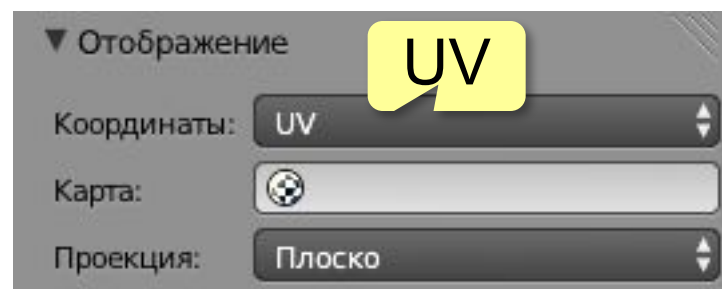
Текстуры: UV-развертка

UV-развёртка (*UV-mapping*): $(x, y, z) \rightarrow (u, v)$



Текстуры: UV-развёртка

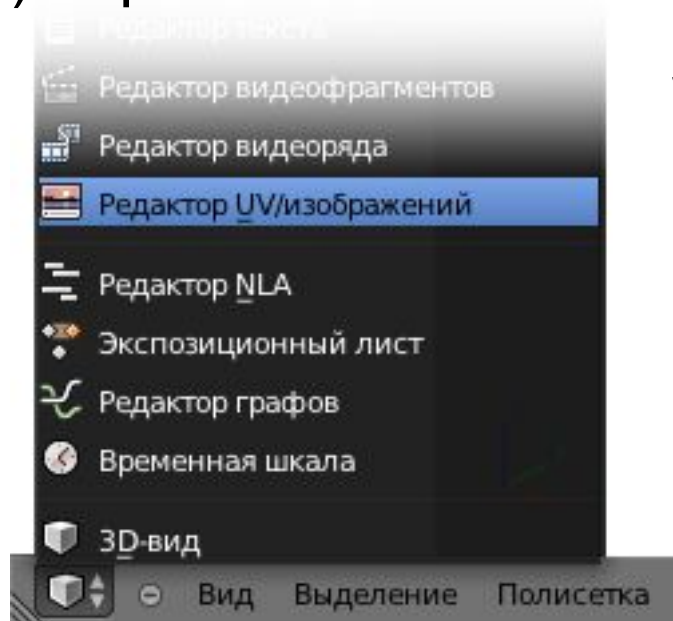
1) в свойствах текстуры включить UV-координаты



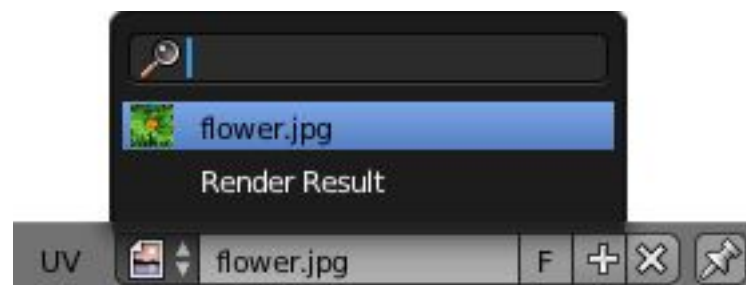
2) **Tab** – перейти в режим правки (*Edit mode*)

3) выделить нужную грань

4) перейти в окно *Редактор UV / изображений*



5) выбрать рисунок-текстуру



Текстуры: UV-развёртка

6) установить вершины рамки в нужное положение



ПКМ – выделение вершин

G – перемещение

R – вращение

S – изменение размера

ЛКМ – зафиксировать

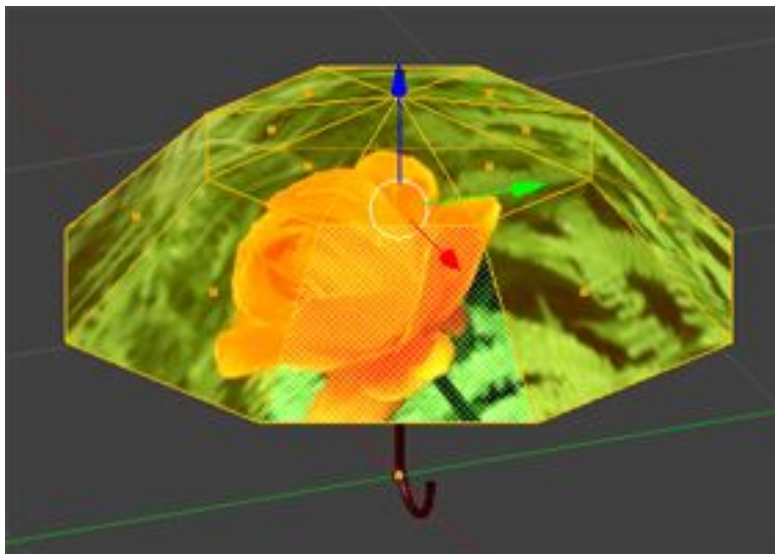


F12 – рендеринг!

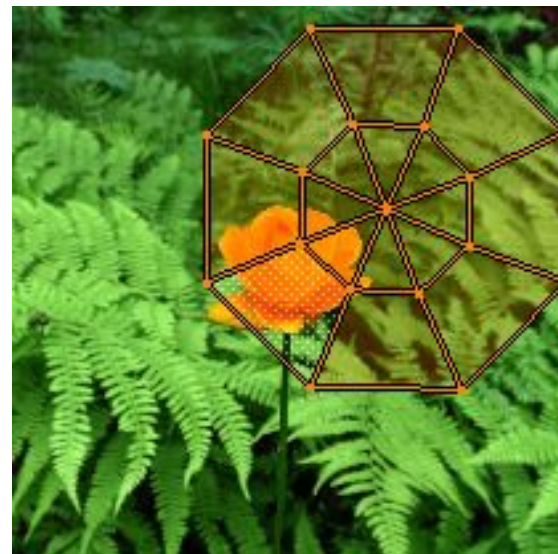
Текстуры: UV-развёртка

Сетка сразу для нескольких вершин:

Выделить все нужные вершины



Редактор UV / изображений



ПКМ – выделение вершин

G – перемещение

R – вращение

S – изменение размера

ЛКМ – зафиксировать

Трёхмерная графика

§ 72. Рендеринг

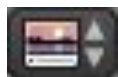
Что такое рендеринг?

Рендеринг – это построение двухмерного изображения: проекции трёхмерной сцены на плоскость с учетом материалов, текстур, освещенности, свойств внешней среды и т.п.

Что нужно сделать:

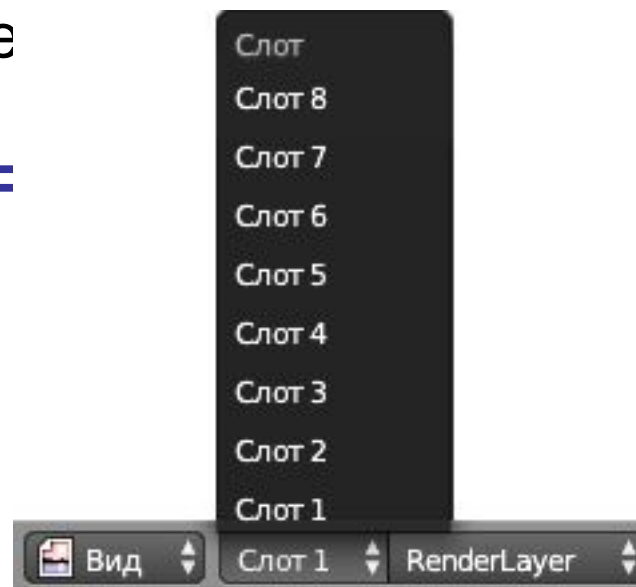
- установить источники света
- установить камеру
- определить свойства внешней сре
- выполнить рендеринг (**F12**)
- сохранить готовое изображение (**F**

Результат рендеринга:



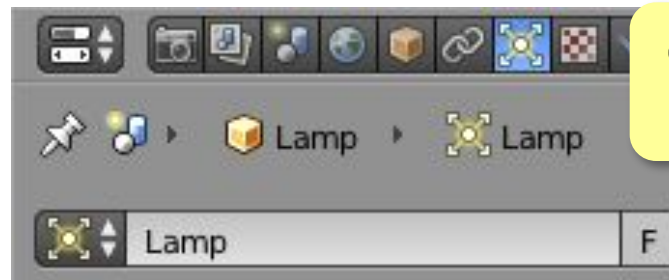
Редактор UV/изображений
(*UV/Image Editor*)

слоты для изображений:



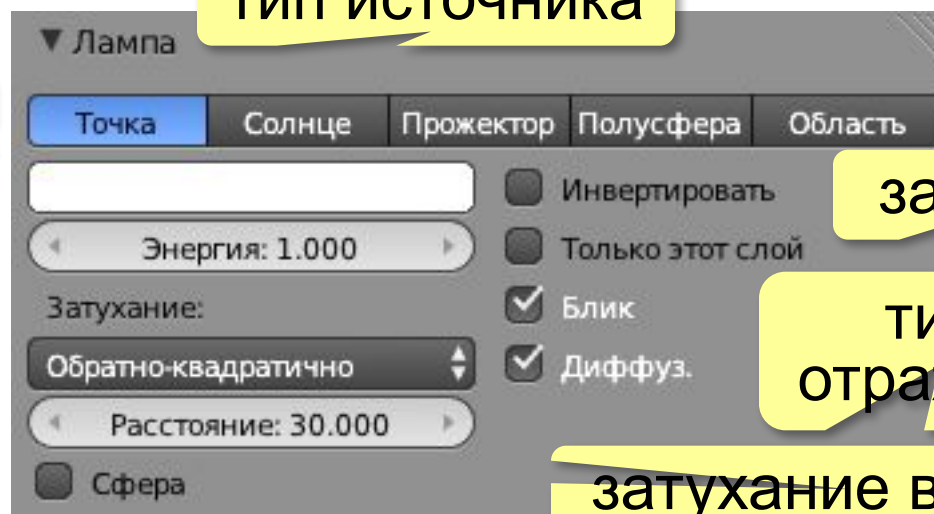
Источники света: Точка (Point)

лучи из центра, освещенность пропорциональна $1/R^2$



свойства
лампы

ТИП ИСТОЧНИКА



цвет

энергия

закон
затухания

затенение

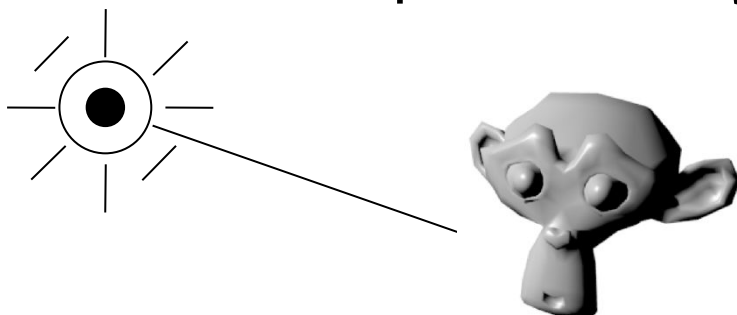
ТИПЫ
отражения

затухание в 2 раза

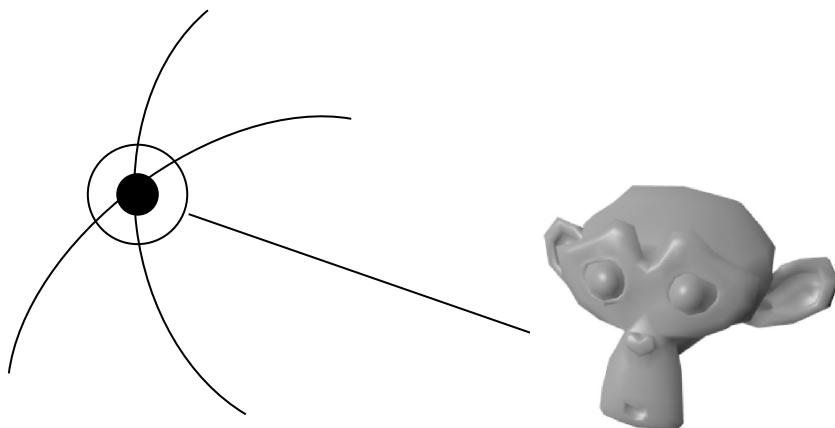
только в пределах
сферы

Источники света

Солнце (*Sun*): лучи параллельны, освещенность зависит только от направления лучей



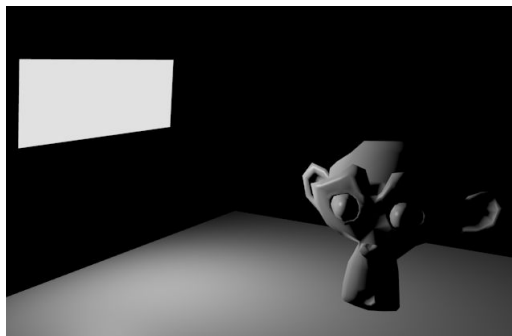
Полусфера (*Hemi*): лучи от накрывающей полусферы, освещенность зависит только от направления лучей, мягкое освещение, нет падающих теней



Подсветка теневых частей!

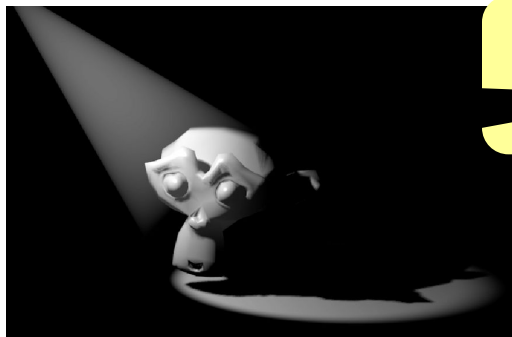
Источники света

Область (*Area*): направленный свет от площадки; освещенность зависит от направления лучей и расстояния



Подсветка от экрана телевизора!

Прожектор (*Spot*): свет в пределах конуса; освещенность зависит от направления лучей и расстояния; площадка круглая или прямоугольная

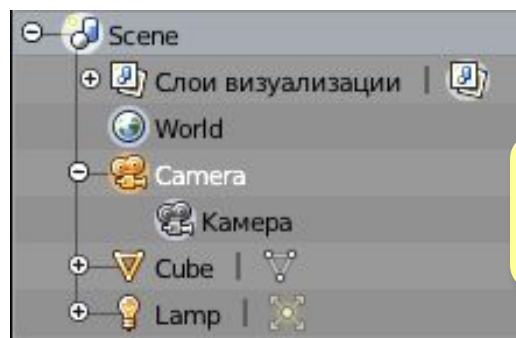
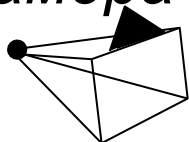


эффект
«гало» (*halo*)

Камеры

Камеры — это специальные объекты, которые позволяют посмотреть на сцену с разных точек, как через видоискатель фотоаппарата или видеокамеры.

камера



по умолчанию
одна камера

G – перемещение объекта

R – вращение объекта

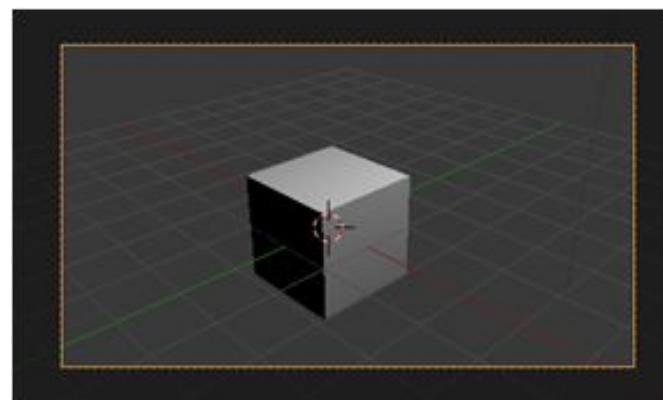
Num0 – вид с камеры

Ctrl+Alt+Num0 – камеру на этот вид

Shift+F – режим полёта

колёсико – приближение

движение мыши – перемещение, **ЛКМ** – фиксировать



Свойства камеры



Почему 35 мм?

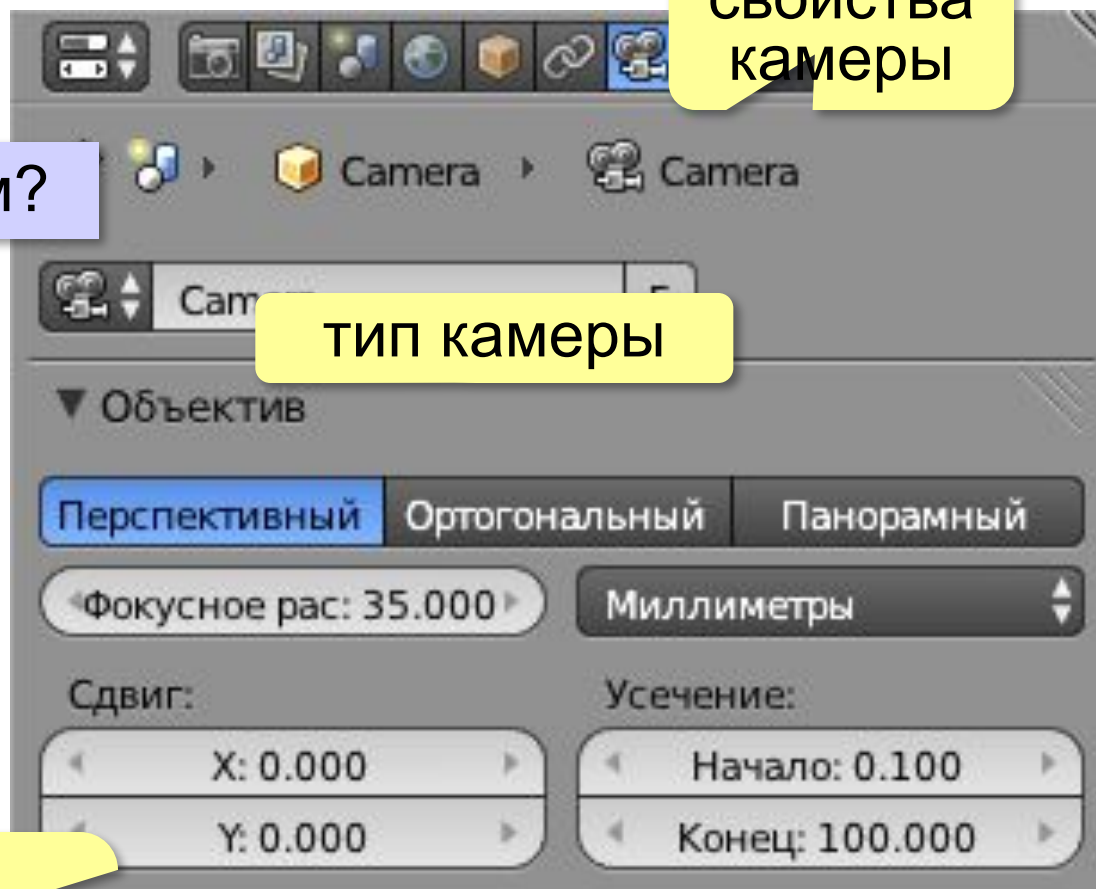
фокусное
расстояние
объектива

35 мм – поле
зрения человека

сдвинуть поле
зрения, не меняя
положения камеры

свойства
камеры

тип камеры



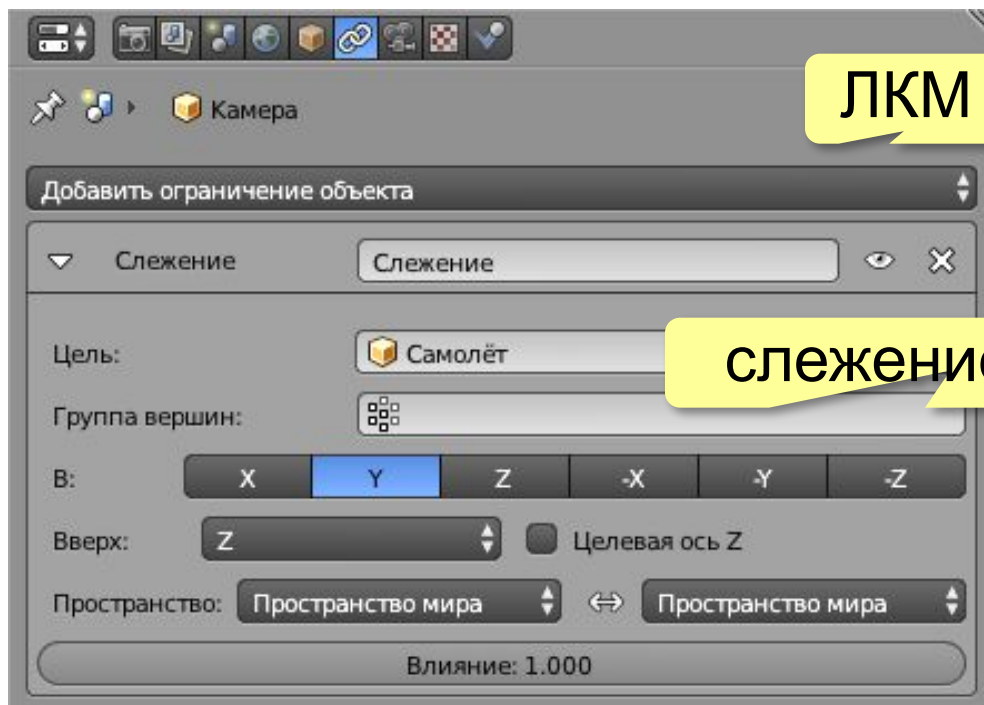
не «видит» за этими
границами

Камеры

Добавить – Камера

Ctrl+Num0 – сделать выделенную камеру активной (с неё выполняется рендеринг!)

Связь с объектом-целью (*Track To*, *Look At*):

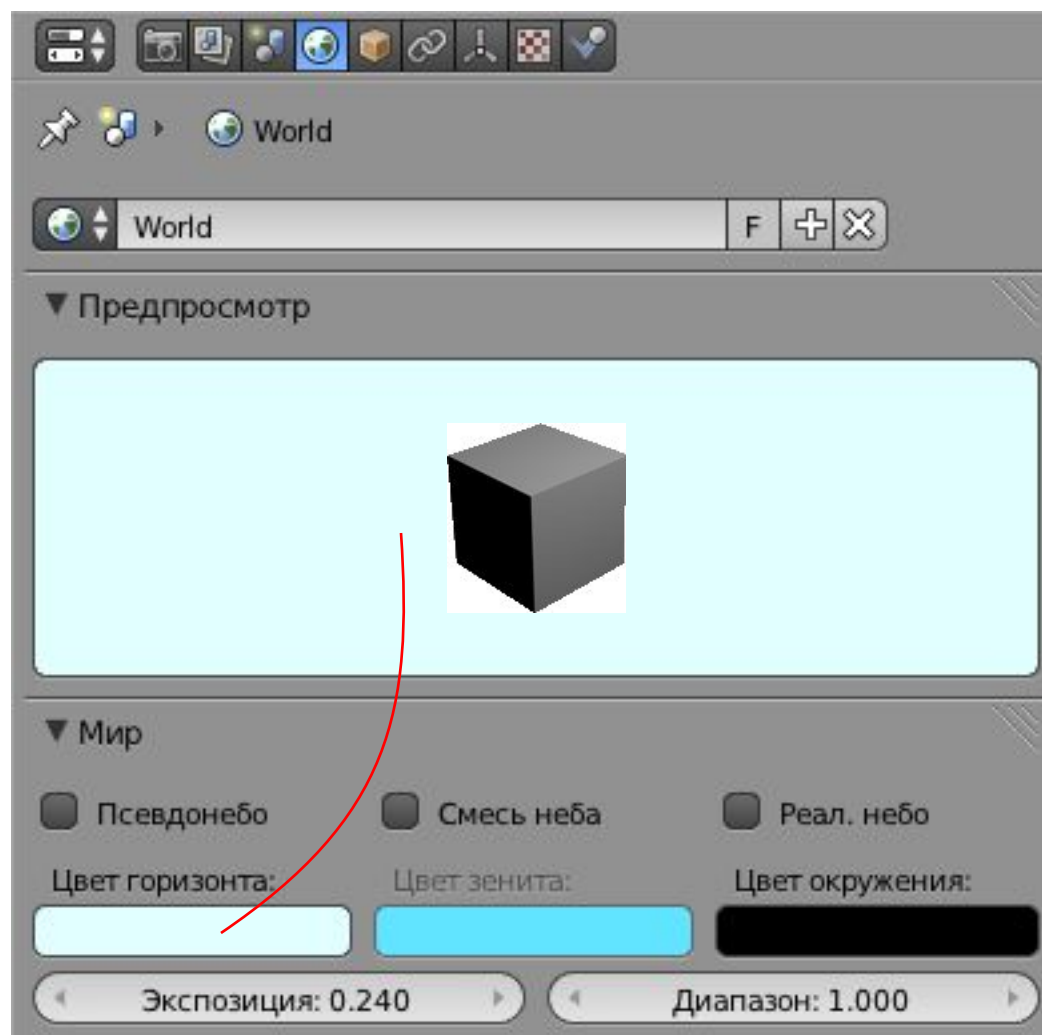


Если нет объекта?

Добавить – Пустышка

Внешняя среда (World)

Цвет фона

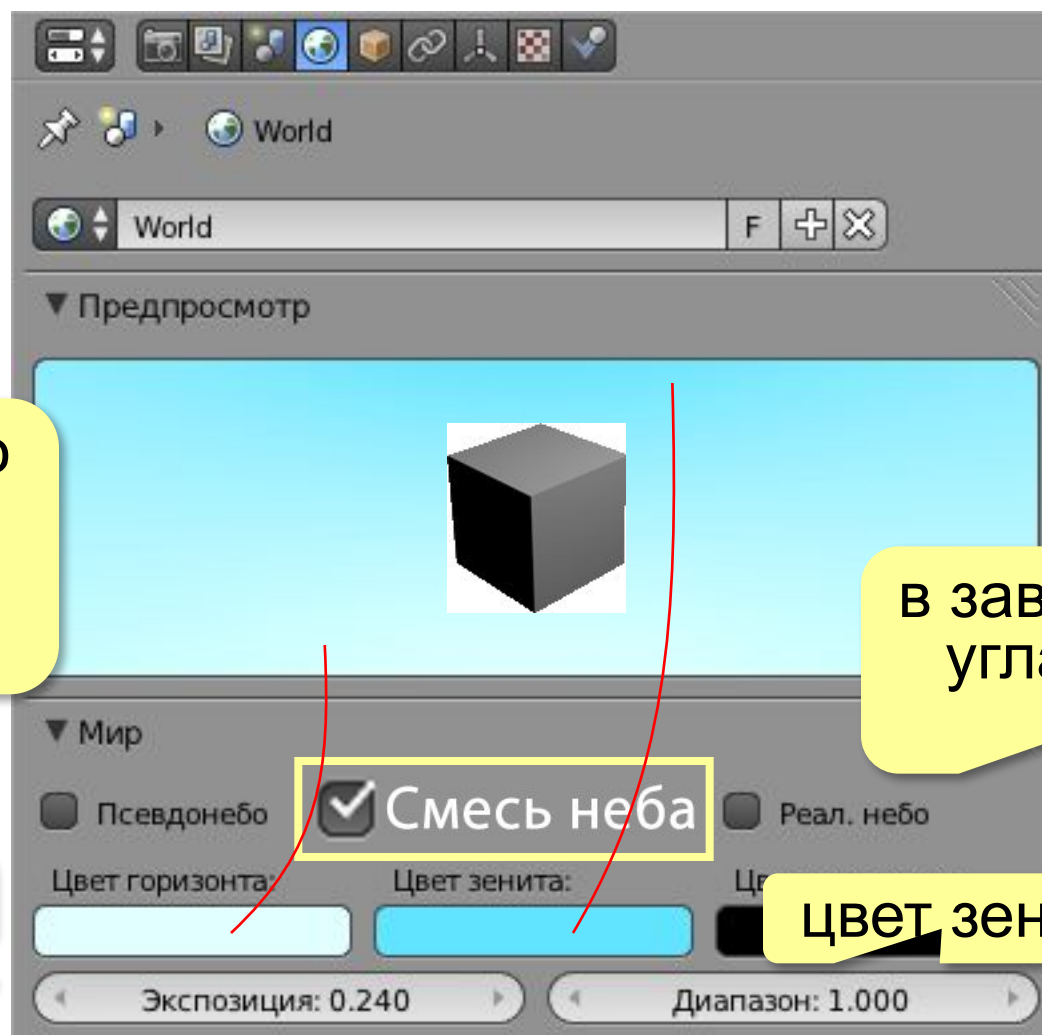


цвет
фона

цвет
теней

Внешняя среда (World)

Градиентный фон



независимо
от угла
поворота
камеры

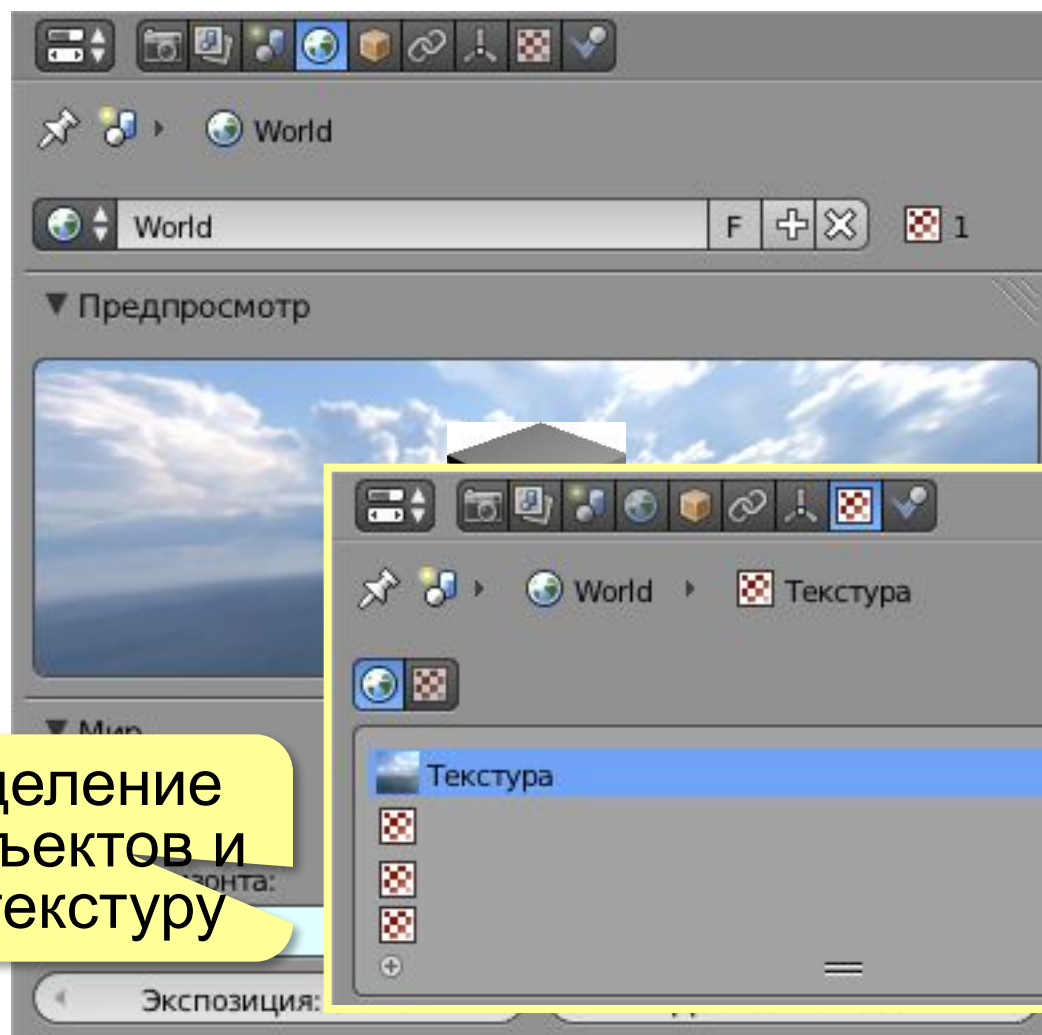
в зависимости от
угла поворота
камеры

цвет
горизонта

цвет зенита

Внешняя среда (World)

Фон-текстура



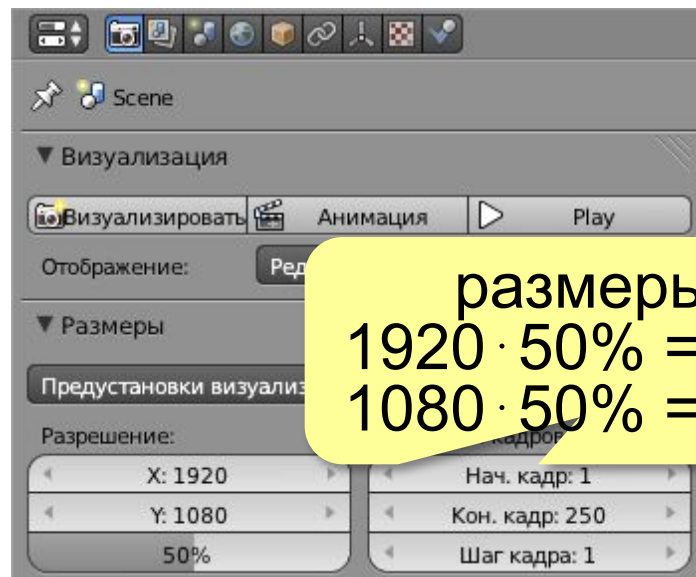
снять выделение
со всех объектов и
выбрать текстуру

Параметры рендеринга

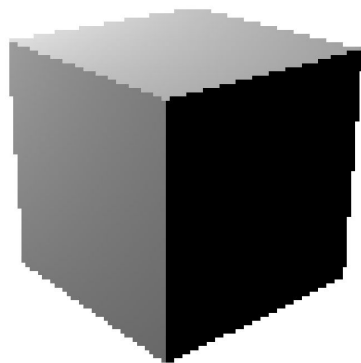
Разрешение (*Resolution*)

размеры
картинки

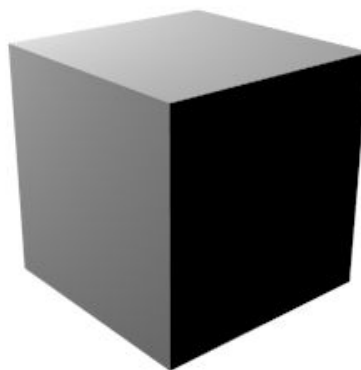
масштаб



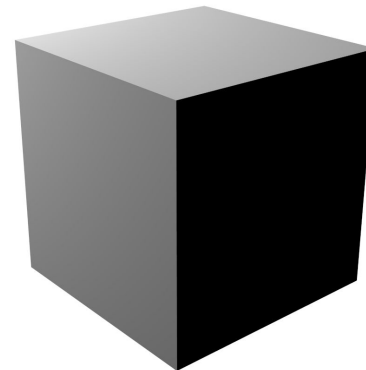
масштаб 10%



масштаб 25%



масштаб 100%

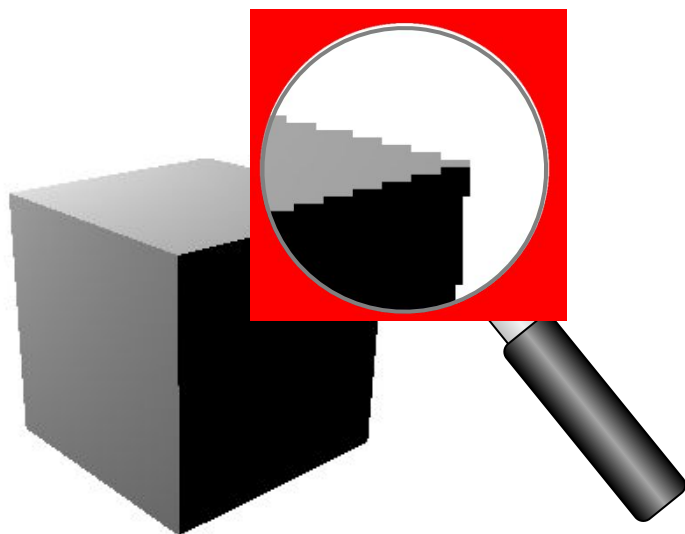


Параметры рендеринга

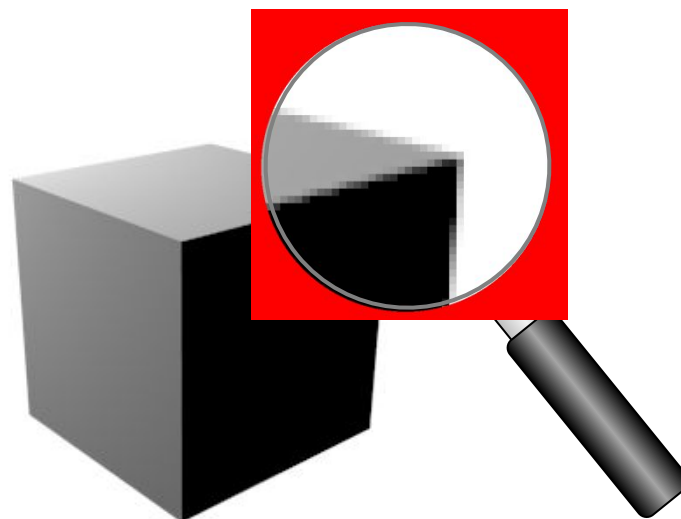
Сглаживание (*Antialiasing*)



без сглаживания

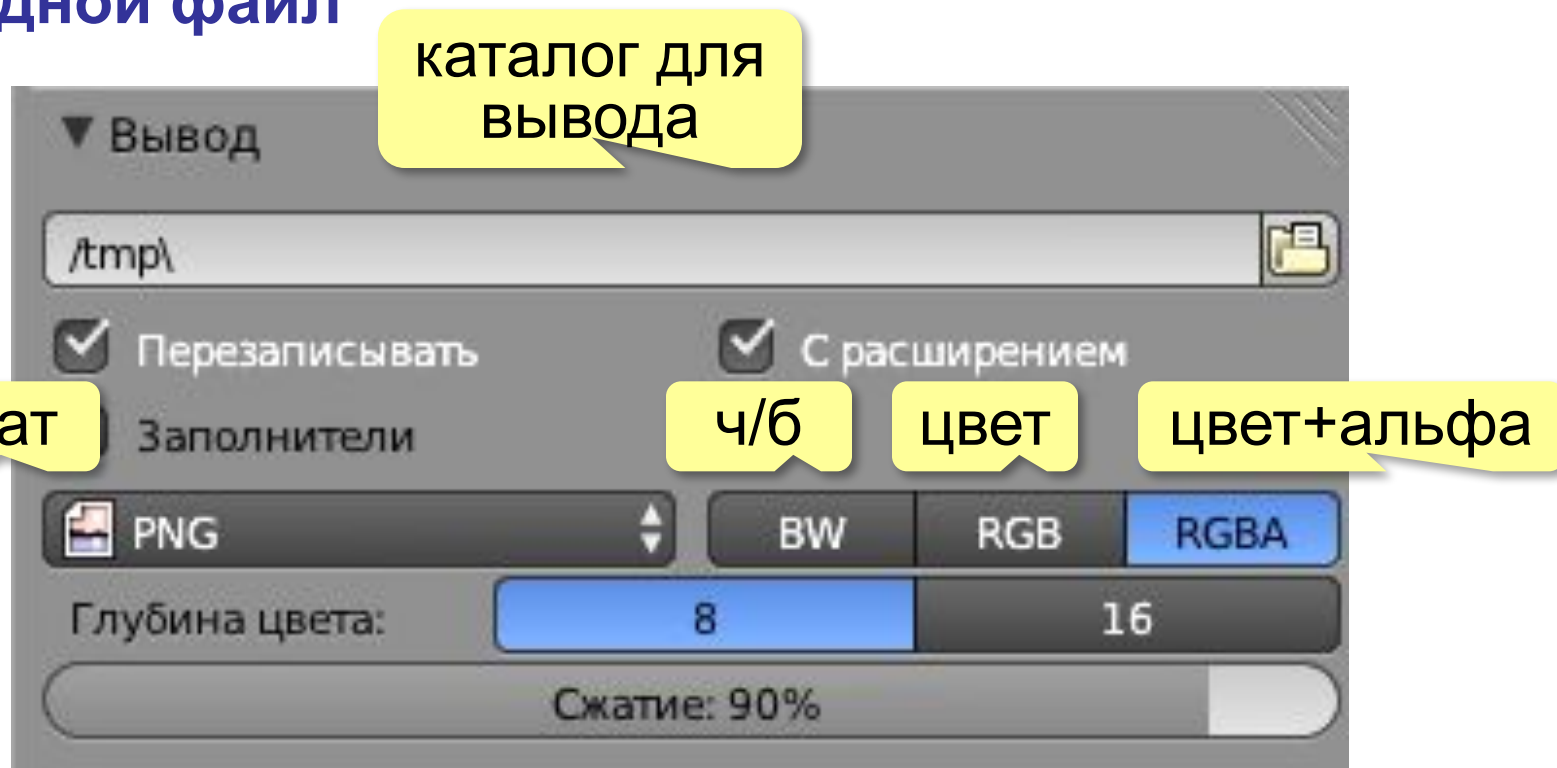


сглаживание



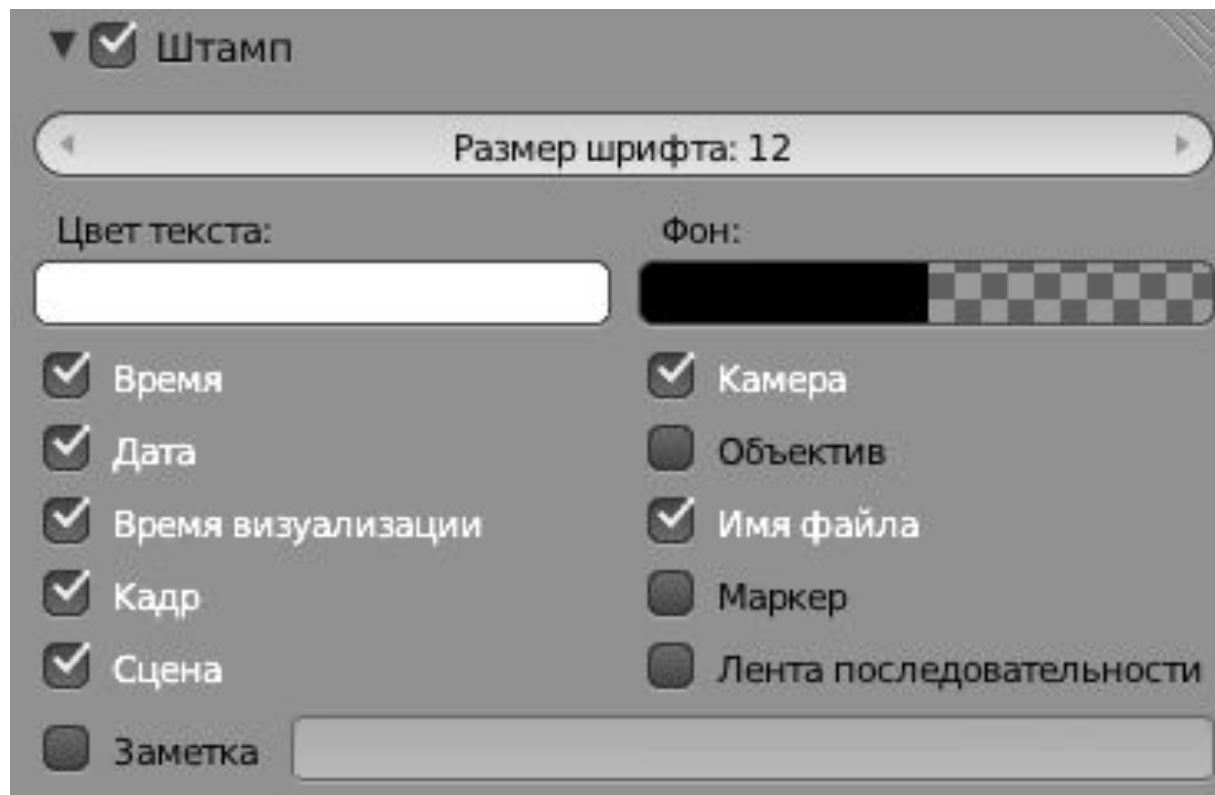
Параметры рендеринга

Выходной файл



Параметры рендеринга

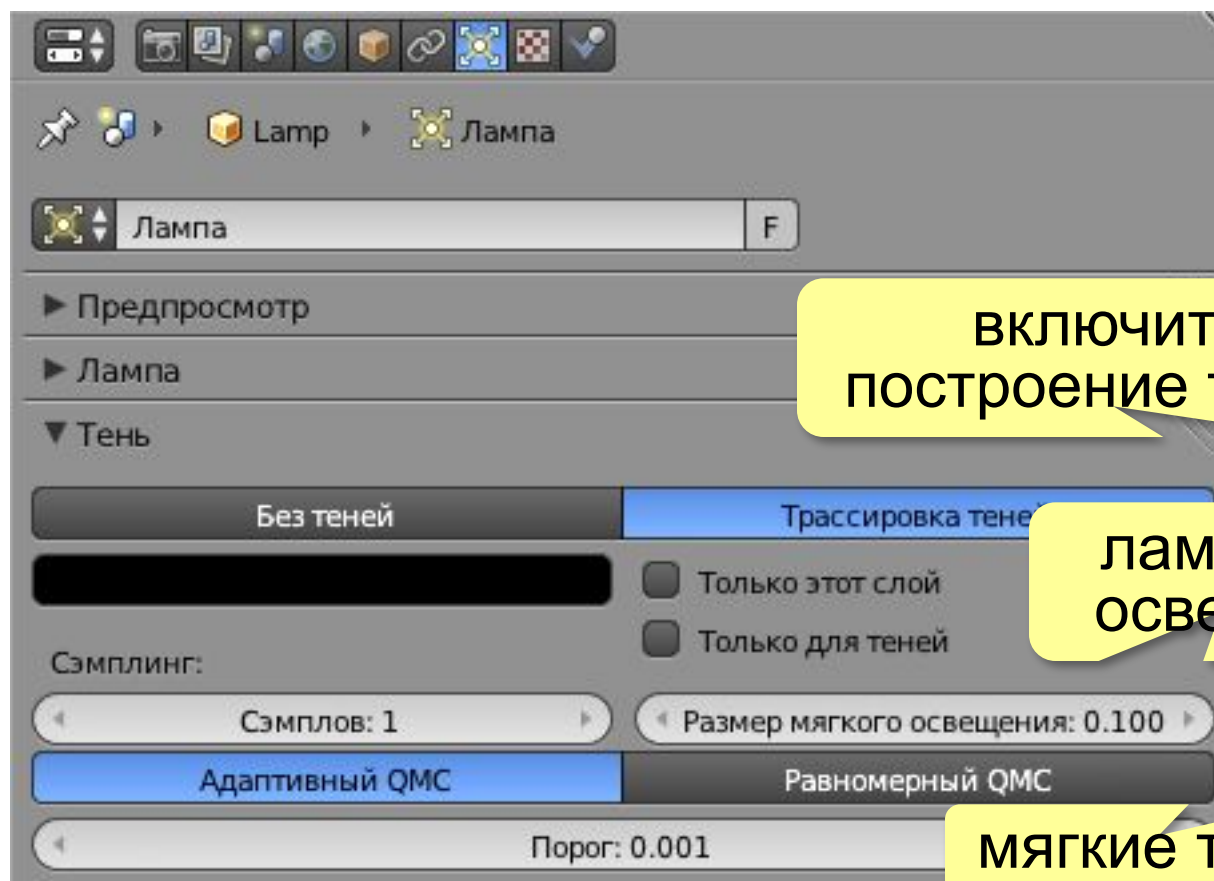
Штамп (*Stamp*) – встраиваемая информация



Тени

Трассировка лучей – учёт эффекта от прохождения большого количества лучей от источника.

Свойства источника



цвет теней

качество
(↑ время
расчётов)

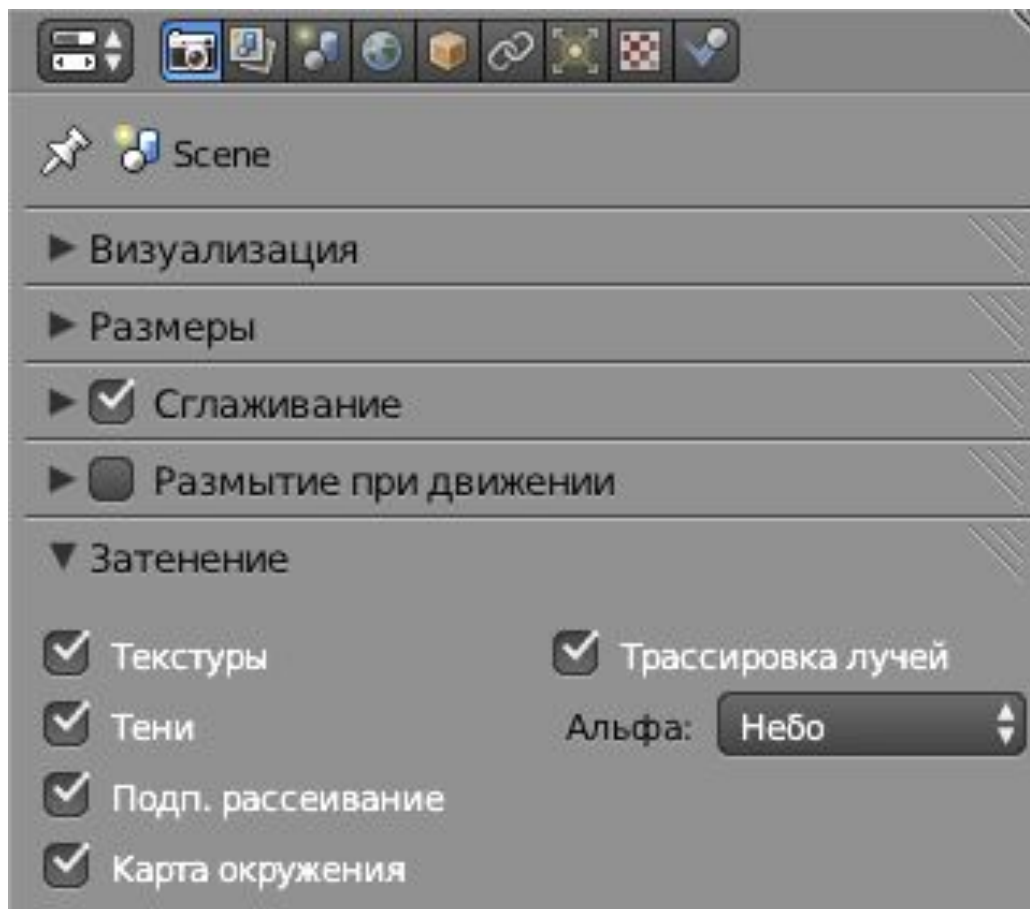
включить
построение теней

лампа не
освещает

мягкие тени

Тени

Параметры рендеринга



Трёхмерная графика

§ 73. Анимация

Что такое анимация?

Анимация – это быстрая смена изображений-кадров (*frames*), ≥ 16 -18 кадров в секунду.

Как строится анимация?

- 1) задаётся положение объектов в ключевых кадрах
- 2) автоматически достраиваются переходы

Временная шкала (*Timeline*)

курсор (текущий кадр)

ключевой кадр

начальный

конечный

текущий

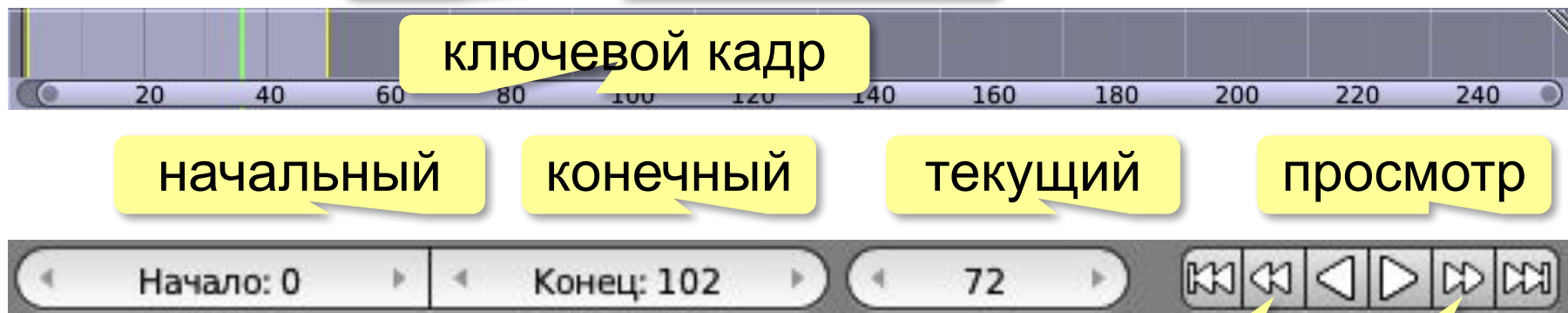
просмотр

Начало: 0

Конец: 102

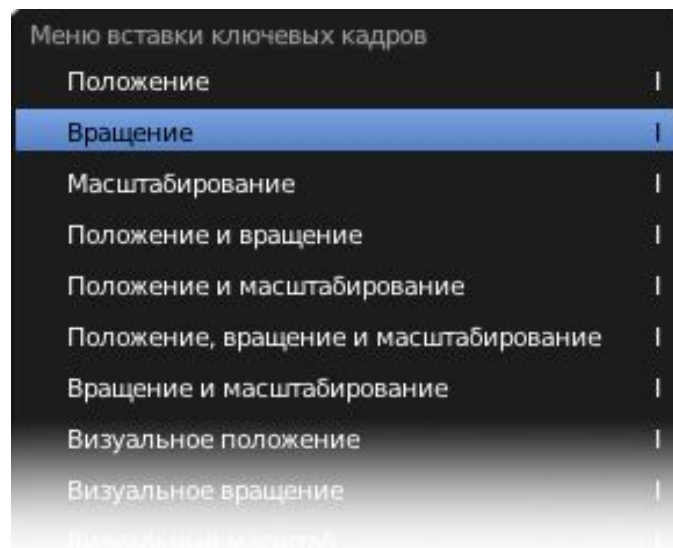
72

переход по ключевым кадрам



Ключевые кадры

- 1) установить курсор на временной шкале на выбранный кадр
- 2) задать свойства объекта для этого кадра
- 3) вставить ключевой кадр, нажав клавишу **I**



Курсор над полем!

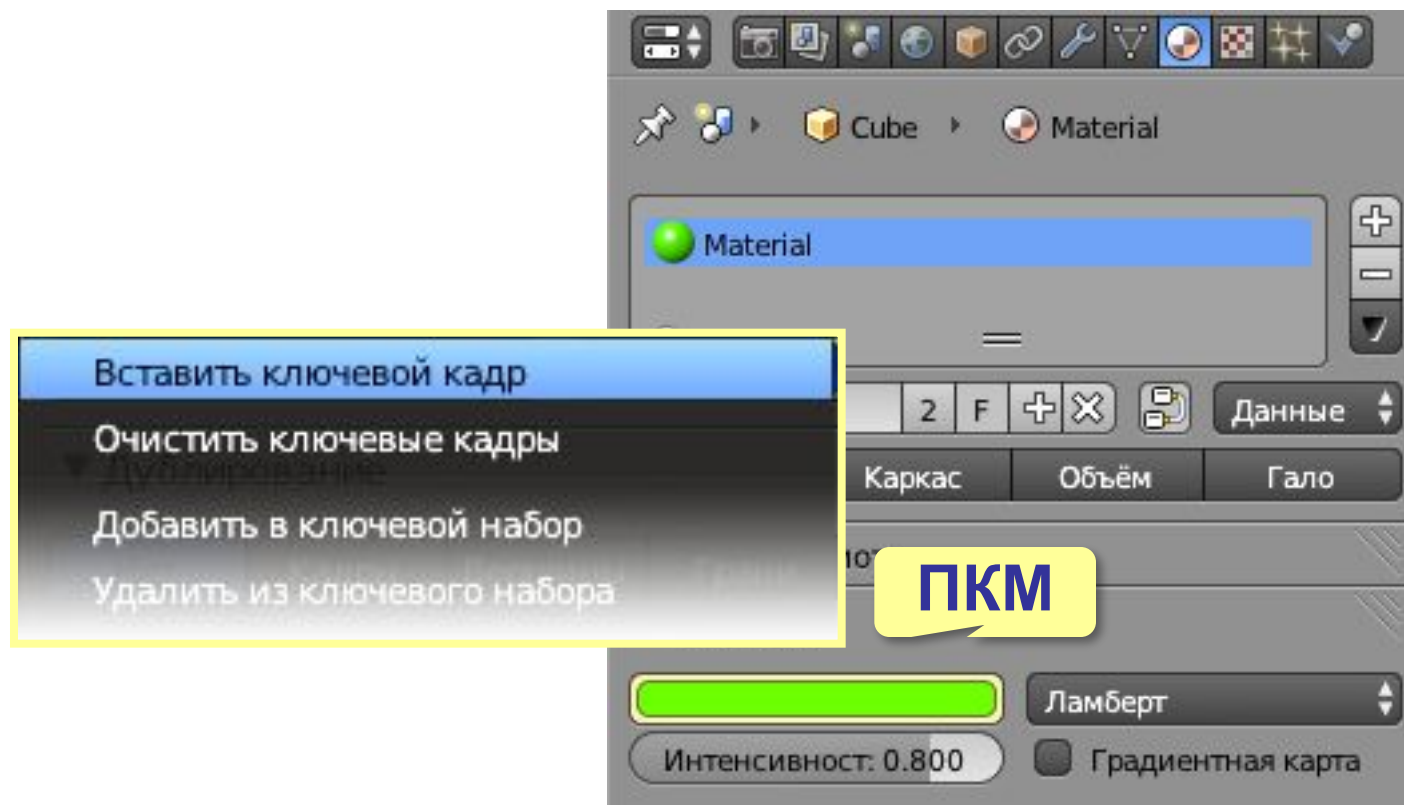
для каждого свойства
свои ключевые кадры

- 4) повторить для всех ключевых кадров

Удаление ключевого кадра: **Alt+I**

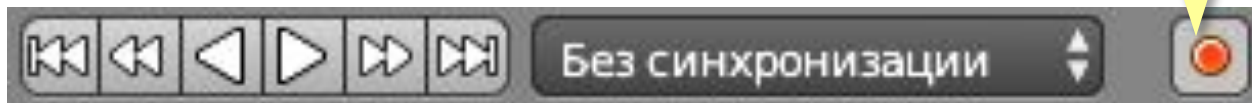
Анимация

Для любого свойства



Анимация

автоматическая вставка ключевых кадров



Запуск анимации «вперёд»: **Alt+A**

Запуск анимации «назад»: **Shift+Alt+A**

Останов и на первый кадр: **Esc**

Редактор кривых (*Graph Editor*)

Редактор NLA
Экспозиционный лист
Редактор графов
Временная шкала
3D-вид

Вид Выделение Объект Режим объекта

блокировать

ПКМ – перетащить
ЛКМ – фиксация

ВИДИМОСТЬ

Т – тип перехода

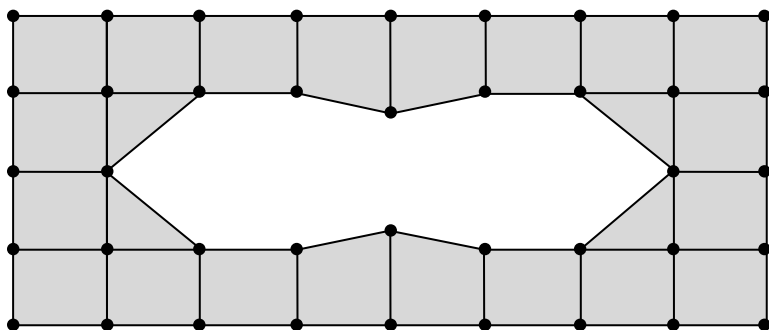
Установить интерполяцию ключевых кадров
Постоянно
Линейно
Безье

80 90 100
Фильтры Ближ. кадр

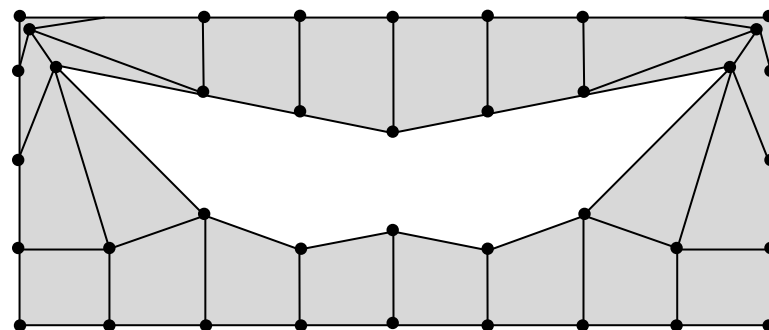
Анимация сеточных моделей

Ключи формы (ключевые формы, *shape keys*) –заранее заданные положения сеточной модели, между которыми выполняется переход.

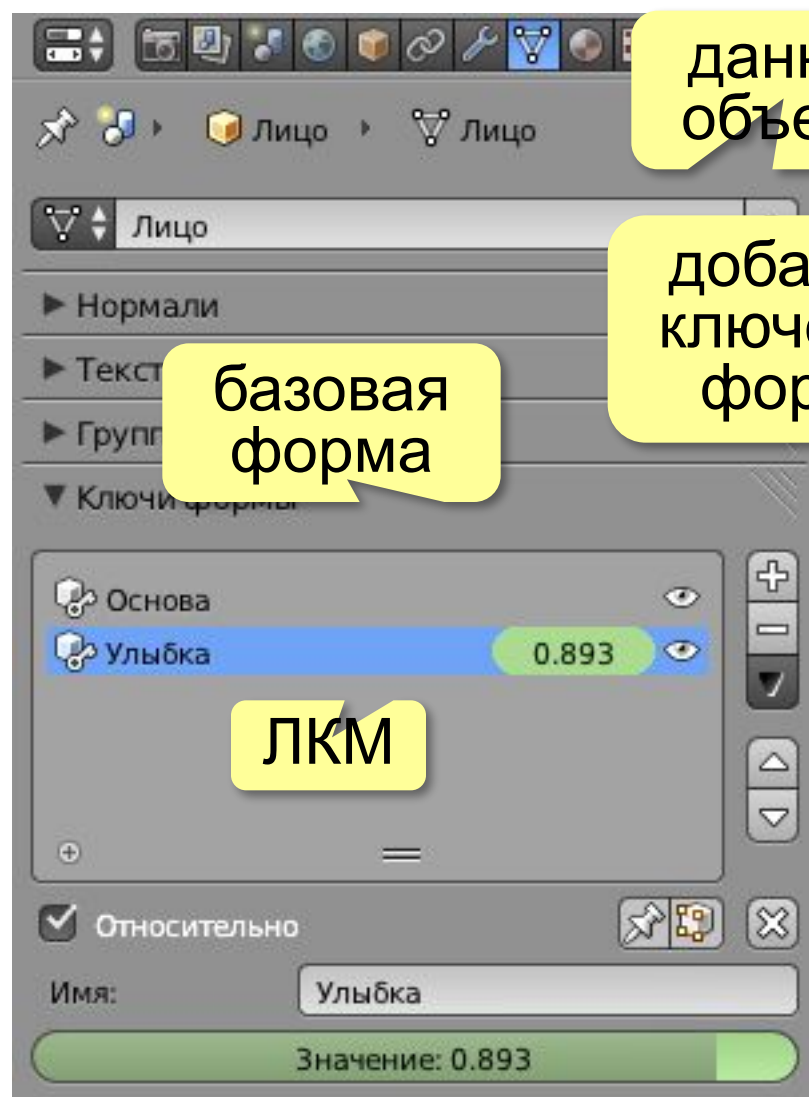
базовая форма (*Основа*)



форма *Улыбка*

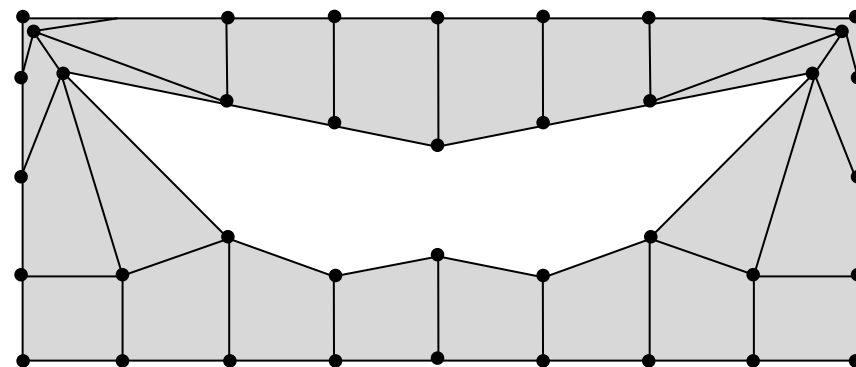


Ключи формы



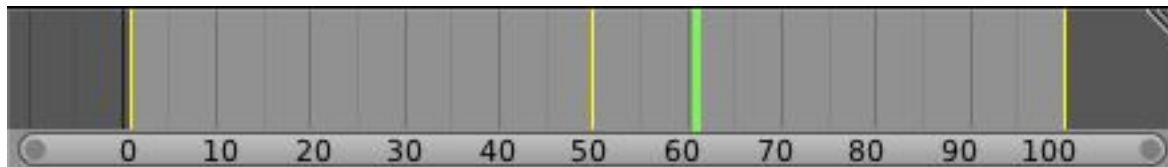
добавить
ключевые
формы

переместить
вершины

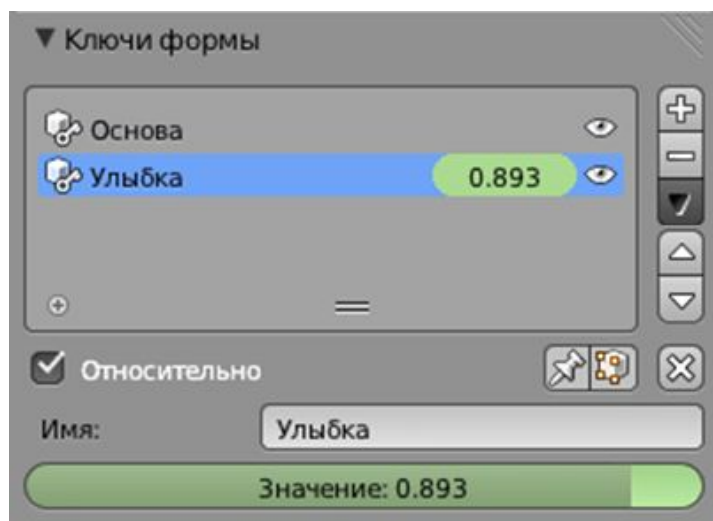


Ключи формы

установить курсор в место ключевого кадра

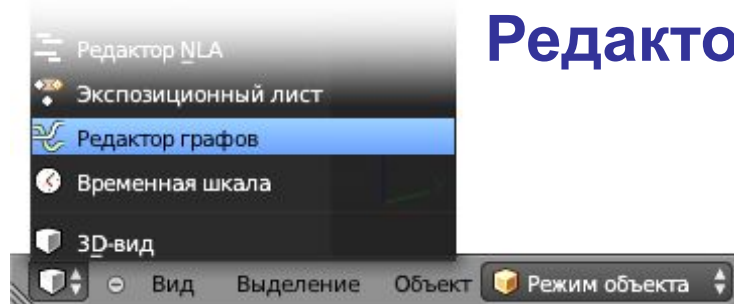


изменить долю ключевой формы



ПКМ – Вставить
ключевой кадр

Настройка переходов

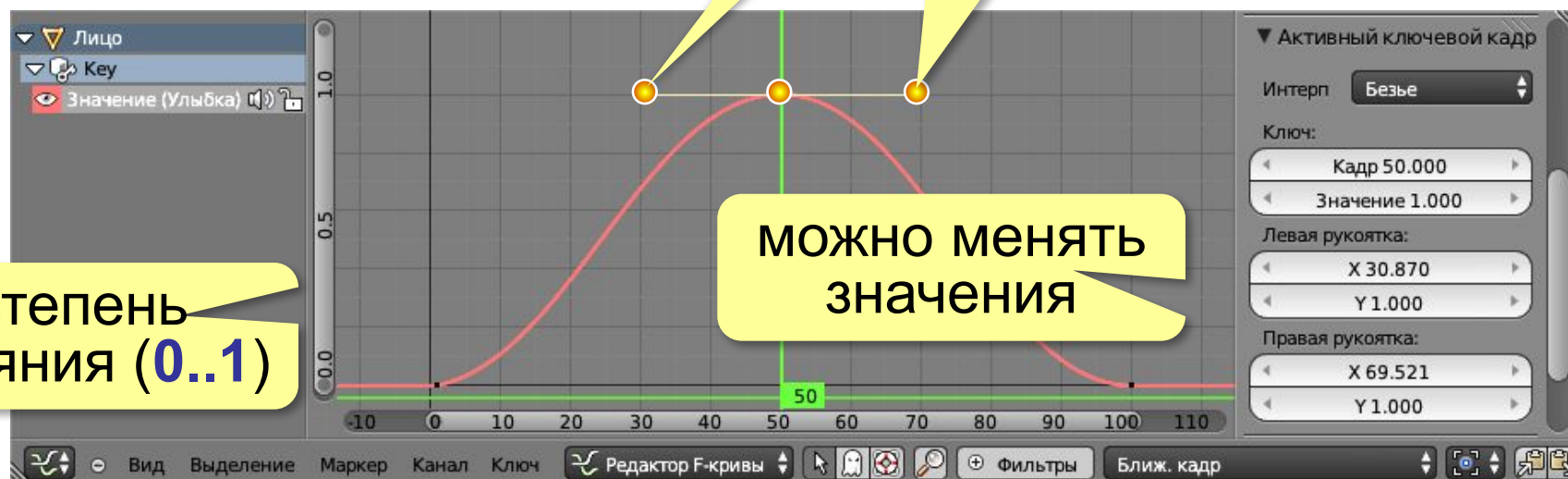


Редактор кривых

ПКМ – перетащить
ЛКМ – фиксация

степень
влияния (0..1)

МОЖНО МЕНЯТЬ
значения



N – показать
свойства

Арматура (скелет)

Задача: передвинуть сразу много вершин



арматура
(скелет)

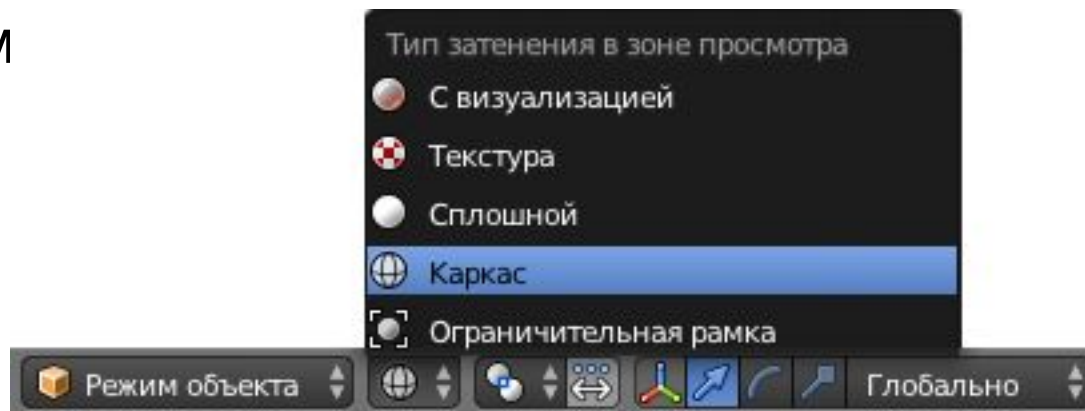
Кости при
рендеринге не
видны!

Этапы:

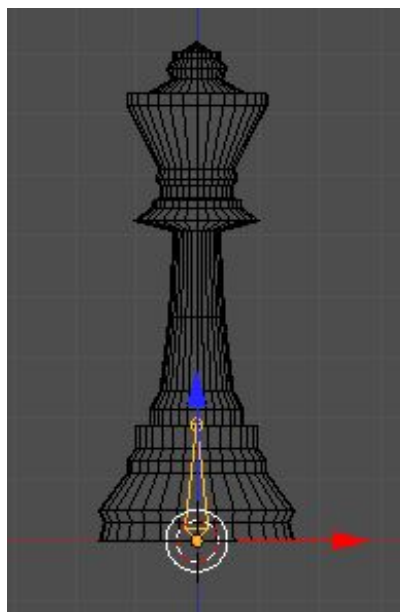
- создание скелета из костей
- привязка вершин сеточной модели к костям
- придание персонажу нужной позы (установка положения костей)

Арматура (скелет)

режим



Добавить – Скелет – Одна кость

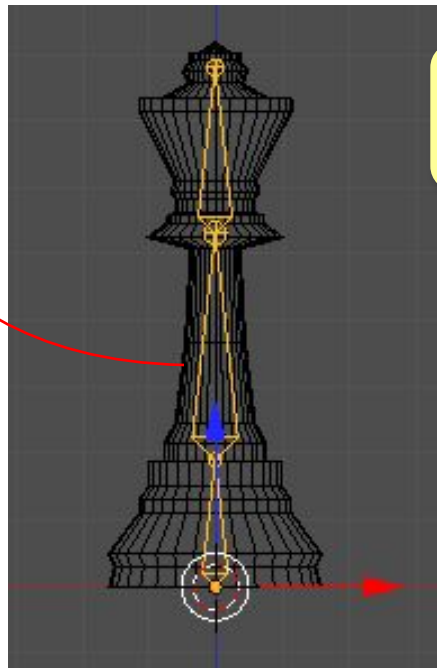


Арматура (скелет)

Tab – режим правки

выделить верхнюю вершину

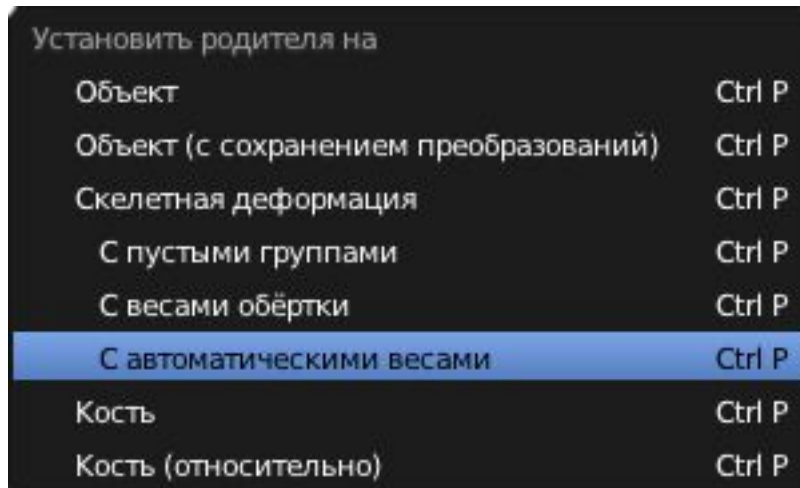
E, затем **Z** – выдавливание вдоль оси Z



аналогично 3-я
кость

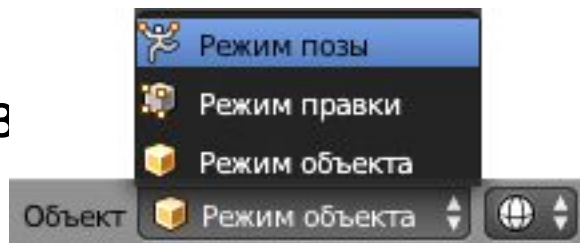
Арматура (скелет)

Tab – режим работы с объектами
выделить фигуру короля, затем арматуру
Ctrl+P – установить родительский объект

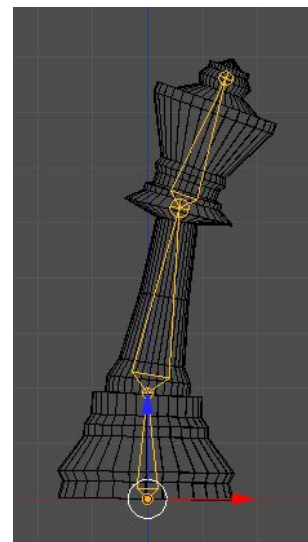
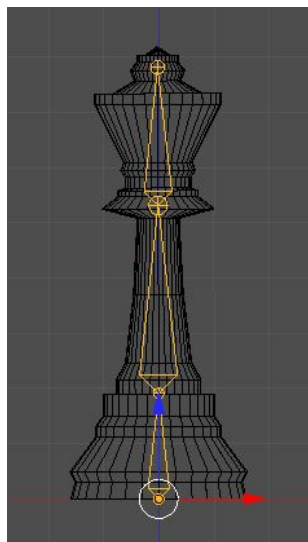
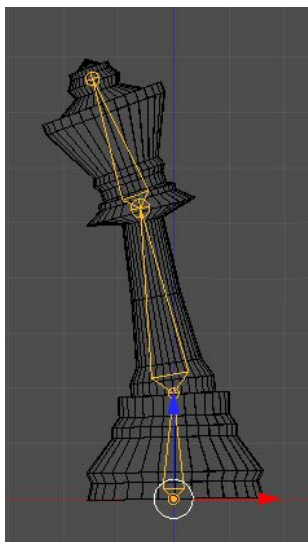


Арматура (скелет)

выделить арматуру
перейти в режим поз



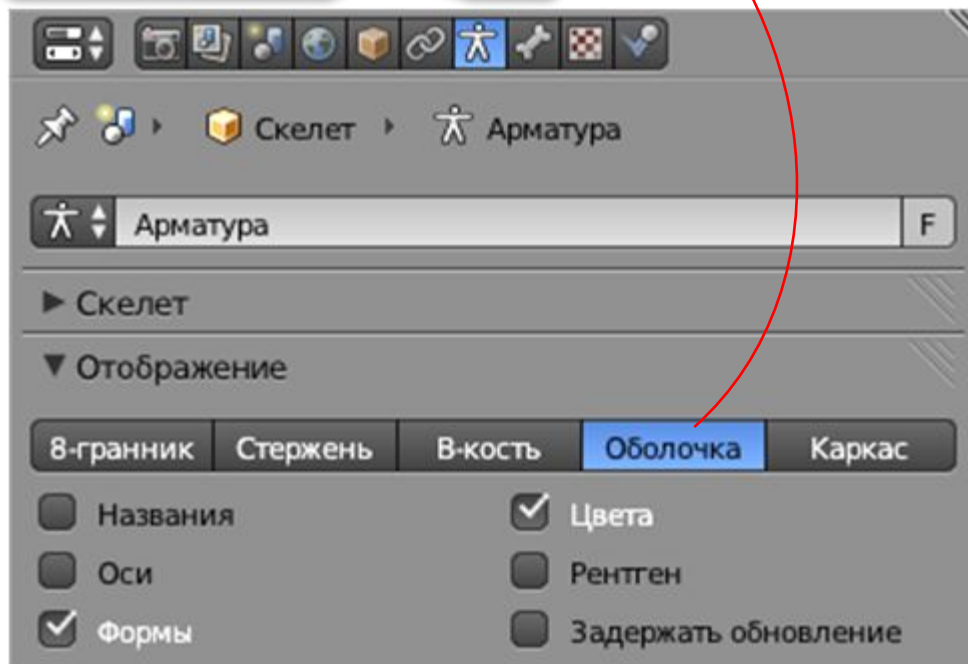
в ключевых кадрах:
изменить положение костей (**R** – вращение)



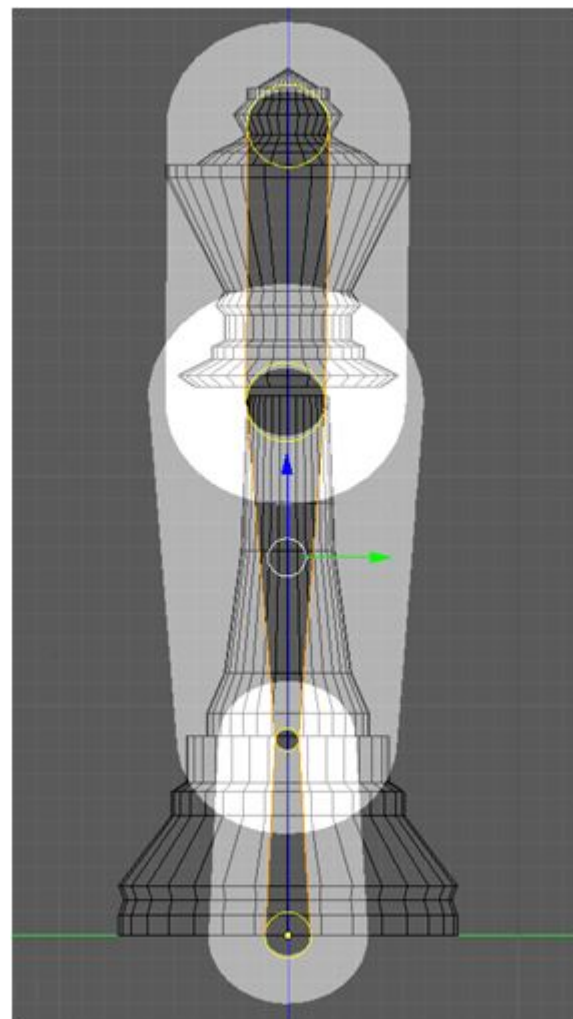
Арматура (скелет)

Оболочка (*Envelope*)

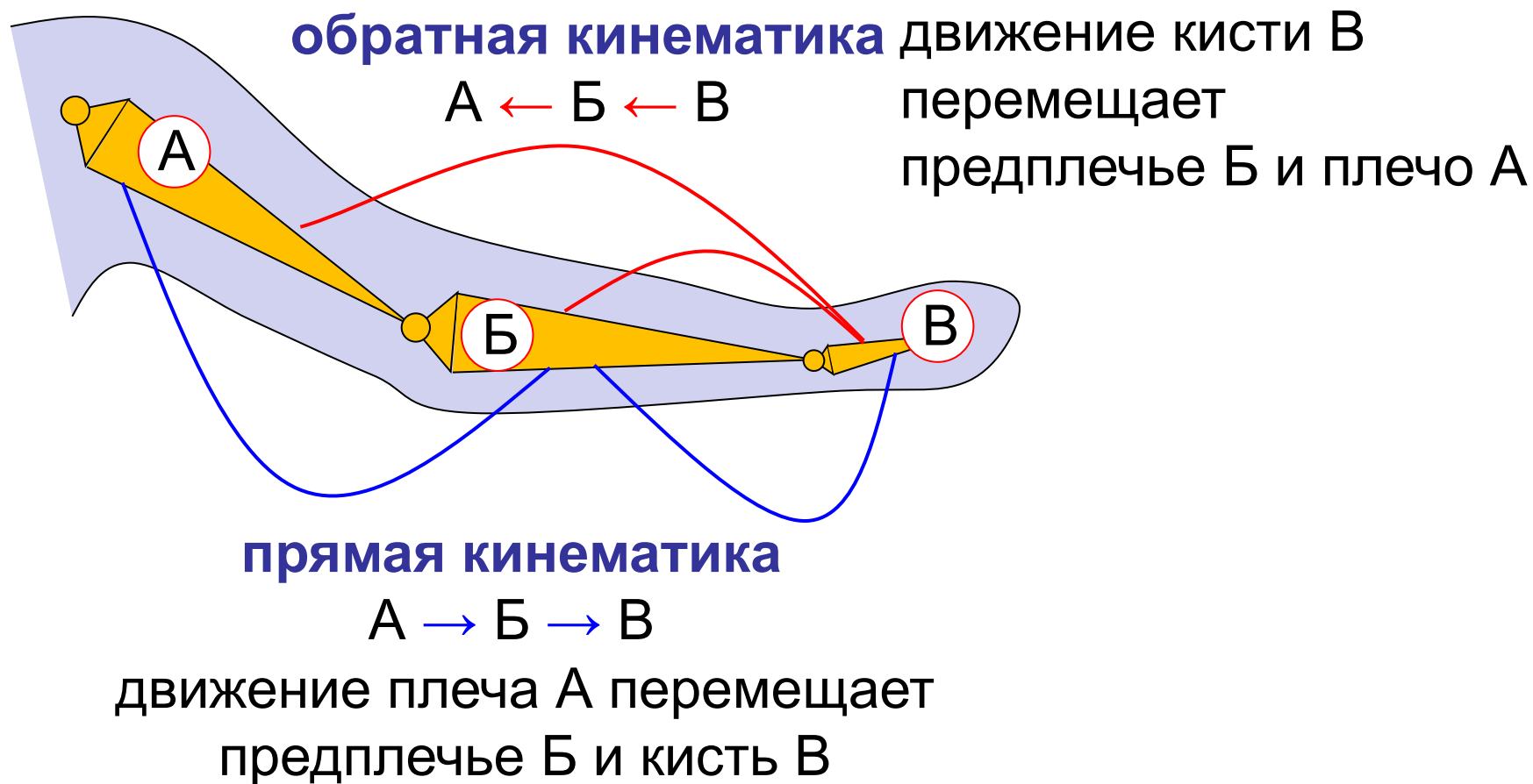
Данные объекта



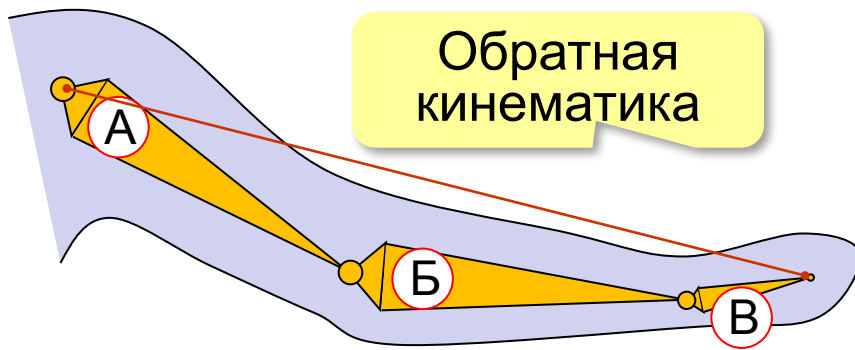
выделить узел, **S**
(изменить радиус
влияния)



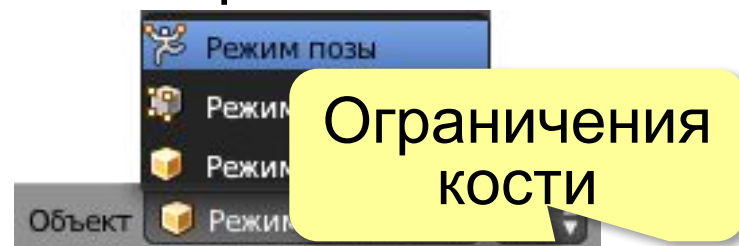
Прямая и обратная кинематика



Обратная кинематика

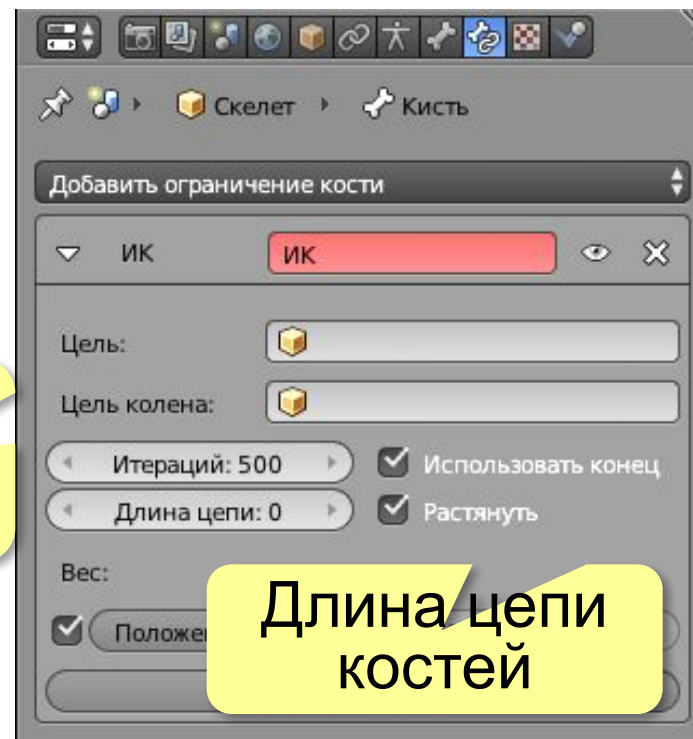


- 1) выделить арматуру
- 2) перейти в режим позы



- 3) выделить последнюю кость В
- 4) установить ограничение кости «Инверсная кинематика»
- 5) выбрать длину цепочки (0 – до конца скелета)

объект, на который
направлена
цепочка

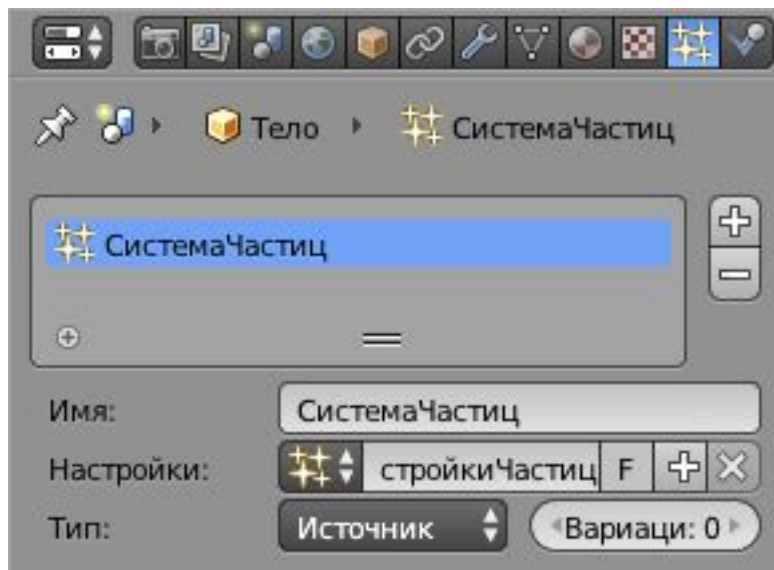


Длина цепи
костей

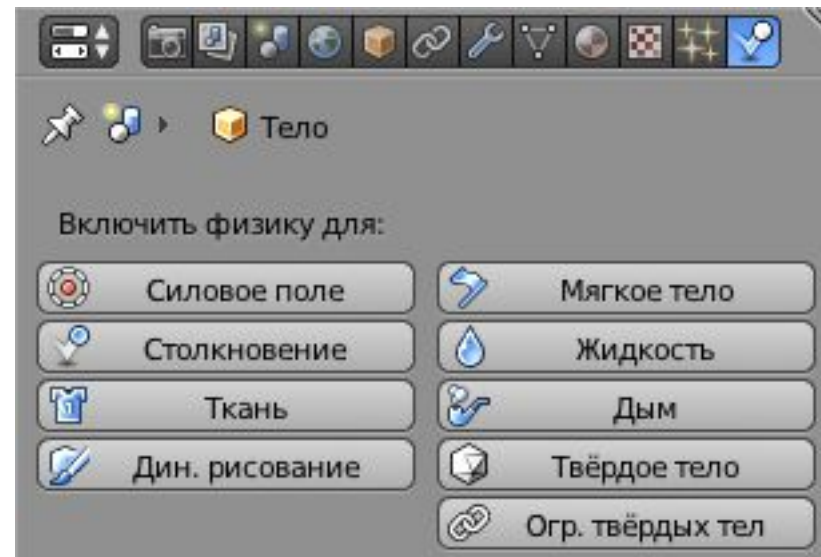
Физические явления

- системы частиц (дым, огонь, волосы, траву)
- жидкости
- столкновения тел
- силовые поля (ветер и магнитное поле)
- ткань

Частицы (*Particles*)



Физика (*Physics*)



Система частиц

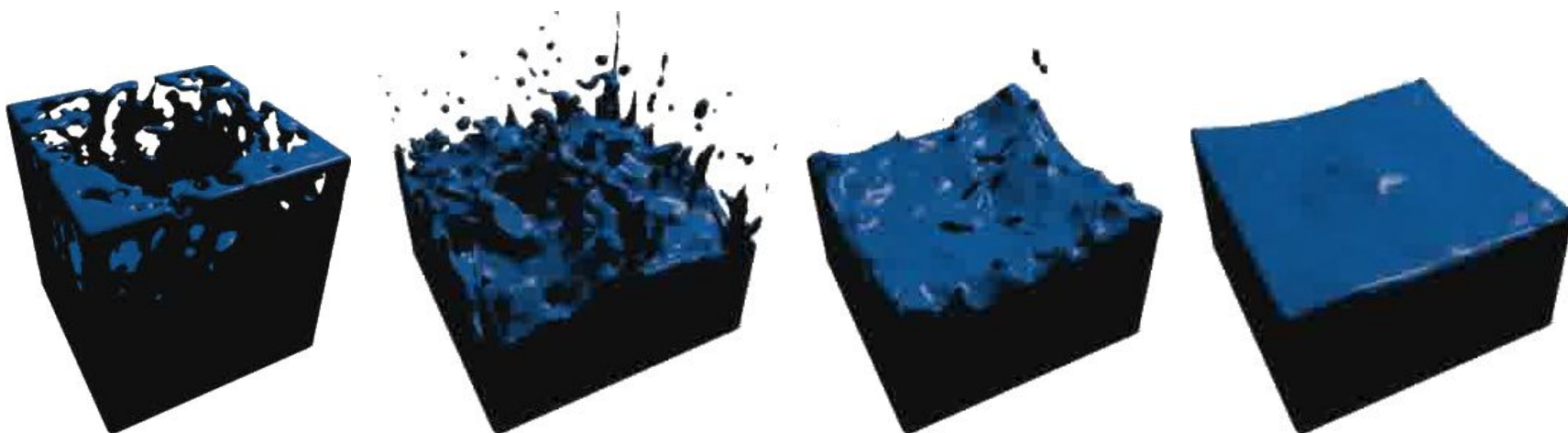
- пар, огонь, дым, дождь, снег, волосы, ...
- невозможно построить сеточную модель
- моделируется как поток частиц
- учитываются свойства среды (гравитация, ветер)

Волосы:




Жидкость

- поверхность с большим числом граней
- анимация – расчет следующего положения всех вершин с учетом физических свойств (вязкости) – «выпечка»
- сеточные модели для каждого кадра сохраняются на диске во временном каталоге (*кэширование*)
- при изменении параметров всё просчитывается заново



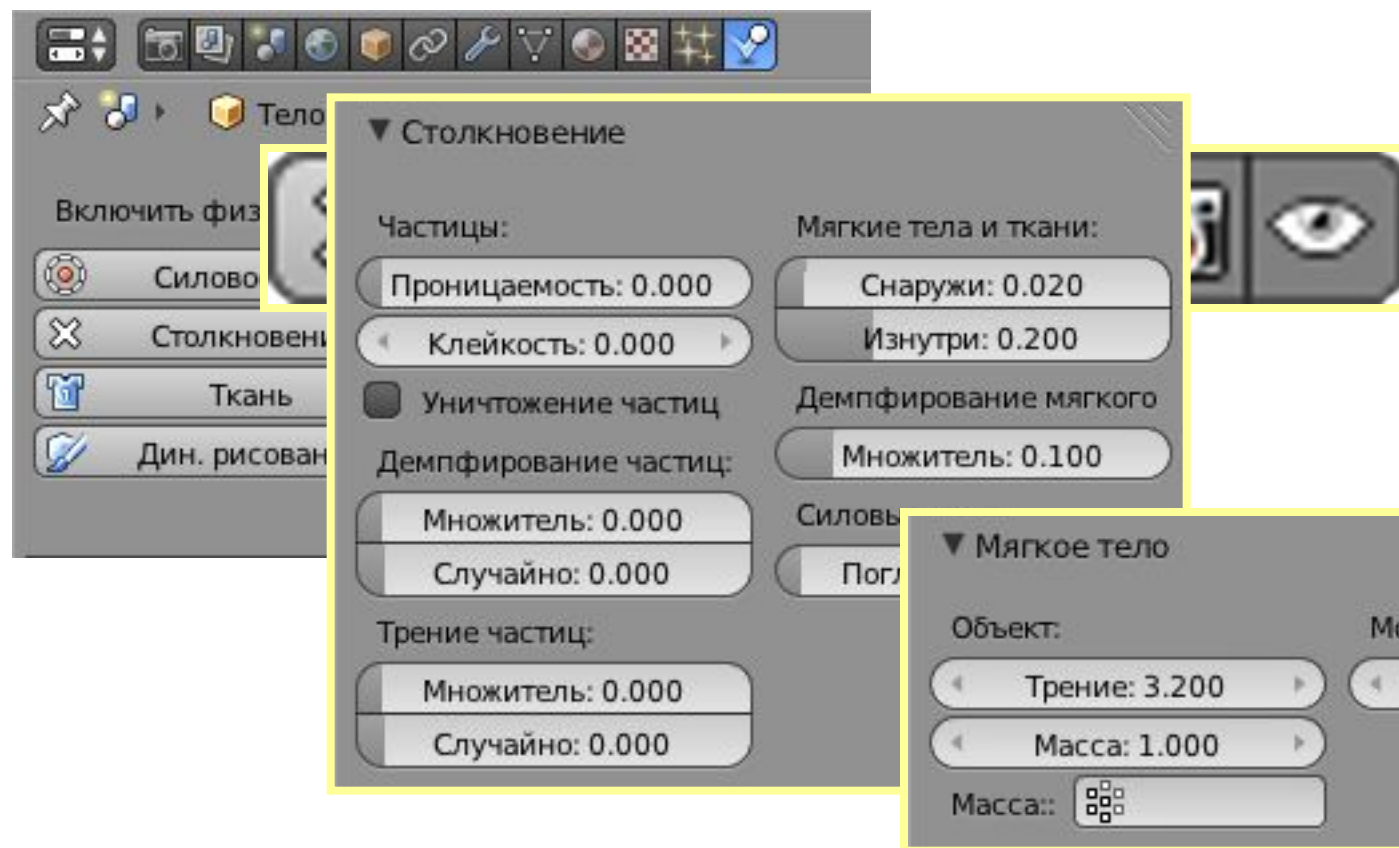
Ткань

- разбивается на грани вручную (плоскость, инструмент *Подразделить*)
- чем мельче грани, тем точнее моделирование, но больше время расчётов
- учитывается тип ткани (хлопок, шёлк, кожа, ...)
- учитываются силовые поля
- для объектов, которые задерживают ткань, устанавливается свойство *Столкновение* (страница свойств  *Физика*)



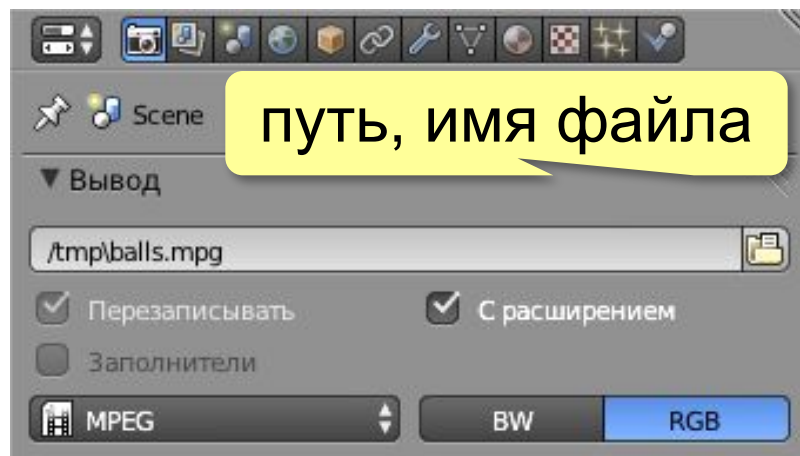
Мягкие тела

- моделирование тел, обладающих упругостью
- грани приобретают свойства пружинок
- учёт законов физики
- столкновения, деформации, отталкивание



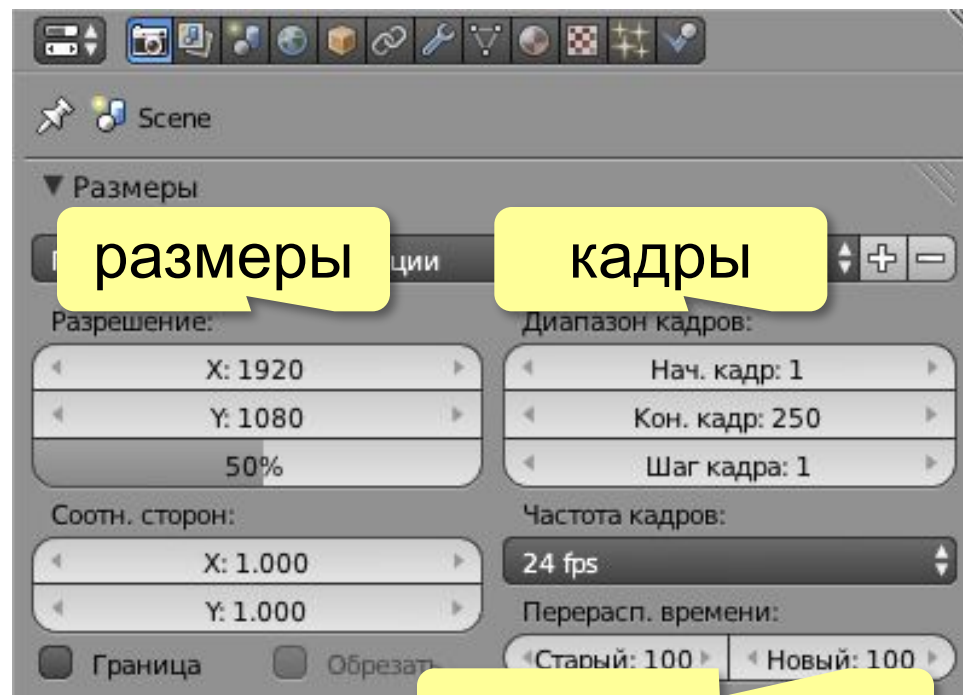
Рендеринг видео

Форматы: **AVI**, **H.264**, **MPEG**, **Xvid**, **Ogg Theora**



формат

цветной



частота кадров

Требования к компьютеру:

- быстродействующий процессор
- большой объём оперативной памяти

Рендер-фермы: farmerjoe.info
Рендер-фермы: farmerjoe.info, renderfarm.fi

Трёхмерная графика

§ 74. Язык VRML

Что такое VRML?



Трёхмерные сцены – векторные объекты!

- нужен универсальный текстовый формат для обмена данными
- просмотр в браузерах (с помощью плагина – *plugin*)

VRML (*Virtual Reality Modeling Language* = язык моделирования виртуальной реальности)

Примеры использования:

- виртуальная экскурсия по Мамаеву кургану
www.volgograd.ru/mamayev-kurgan

X3D: современный стандарт для работы с 3D-моделями
 • 3D-модели исторических событий
 на основе VRML и XML.

www.parallelgraphics.com

Программное обеспечение



Файлы *.wrl – простой текст!

world

форма объектов,
цвет, текстура,
прозрачность,
освещение,
анимация, звуки, ...

- текстовые редакторы

- VRML-редакторы,

WhiteDune:

[vrml](#)vrml.vrml.[cip](#)vrml.cip.vrml.cip.[ica](#)vrml.cip.ica.vrml.cip.ica.
[uni](#)vrml.cip.ica.uni_vrml.cip.ica.uni-[stuttgart](#)vrml.cip.ica.uni-st
uttgart.vrml.cip.ica.uni-stuttgart.[de](#)vrml.cip.ica.uni-stuttgart.d
e/[vrml.cip.ica.uni-stuttgart.de/dune](#)

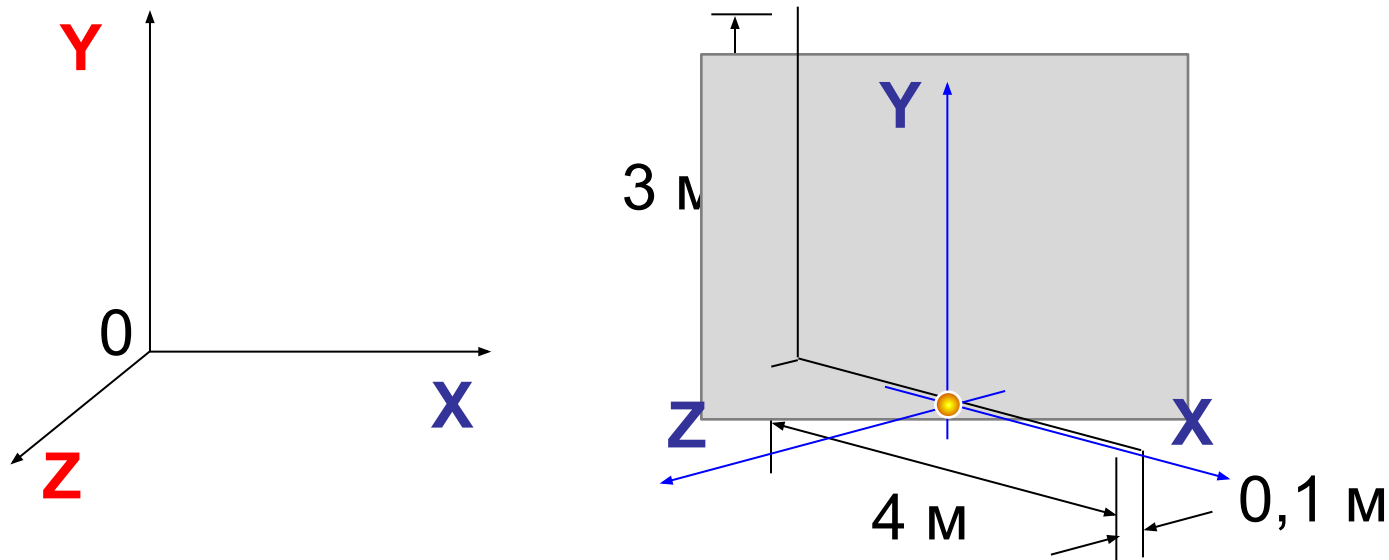
- плагины для браузеров

Cortona3D Viewer: www.cortona3d.com/cortona

- программы для просмотра 3D-сцен

view3dscene:

Стена



Стена в плоскости XOY:

```
#VRML v2.0 utf8
```

кодировка

форма

```
Shape
```

«коробка»

x

y

z

свойство

```
geometry Box { size 4 3 0.1 }
```

размеры

Просмотр модели

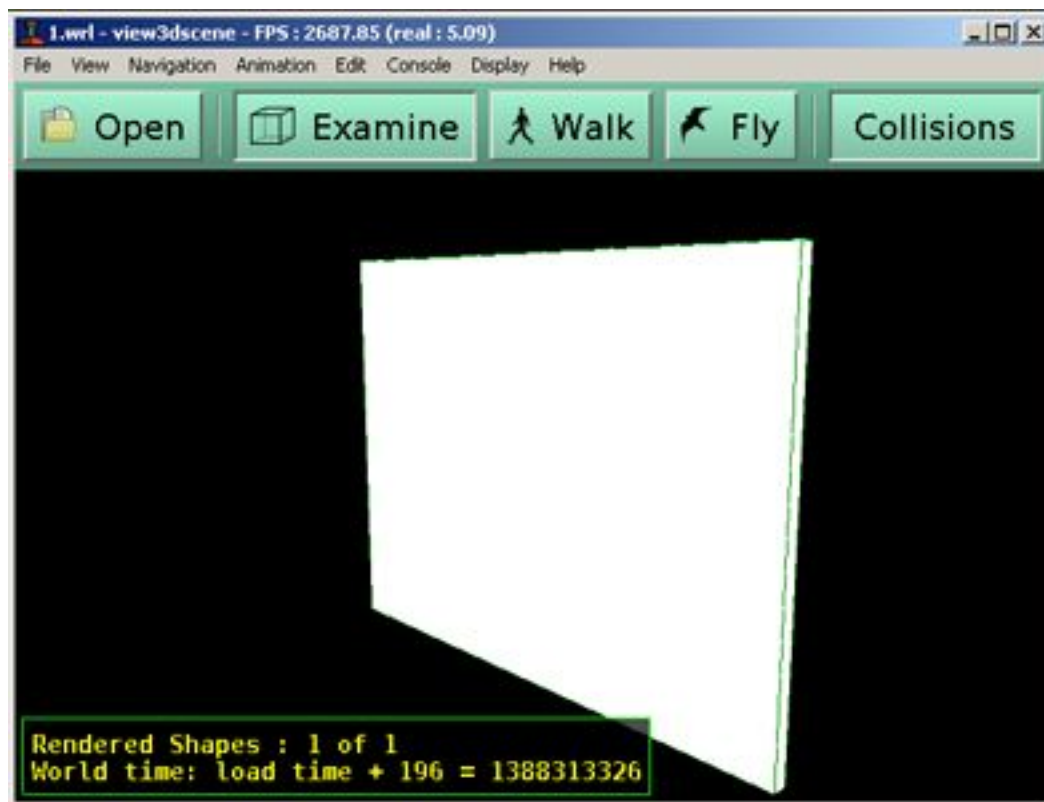
view3dscene:

просмотр

прогулка

полёт

столкновения



по умолчанию:
• центр в начале координат
• цвет – белый

Точка наблюдения

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Shape
```

```
{  
  geometry Box { size 4 3 0.1 }  
}
```

```
Viewpoint
```

```
{  
  position 0 0 5  
}
```

начальная позиция
наблюдателя (X, Y, Z)

Материал: цвет

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Shape
```

```
{
```

```
  geometry Box { size 4 3 0.1 }
```

```
  appearance Appearance
```

```
  {
```

```
    material Material{ diffuseColor 0.7 0.7 0.7 }
```

```
  }
```

```
}
```

ВНЕШНИЙ ВИД

материал

цвет
диффузного
отражения

R

G

B

от 0 до 1

Материал: текстура

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Shape
```

```
{
```

```
  geometry Box { size 4 3 0.1 }
```

```
  appearance Appearance
```

```
  {
```

```
    texture ImageTexture { url ["texture.png"] }
```

```
  }
```

```
}
```

текстура

рисунок

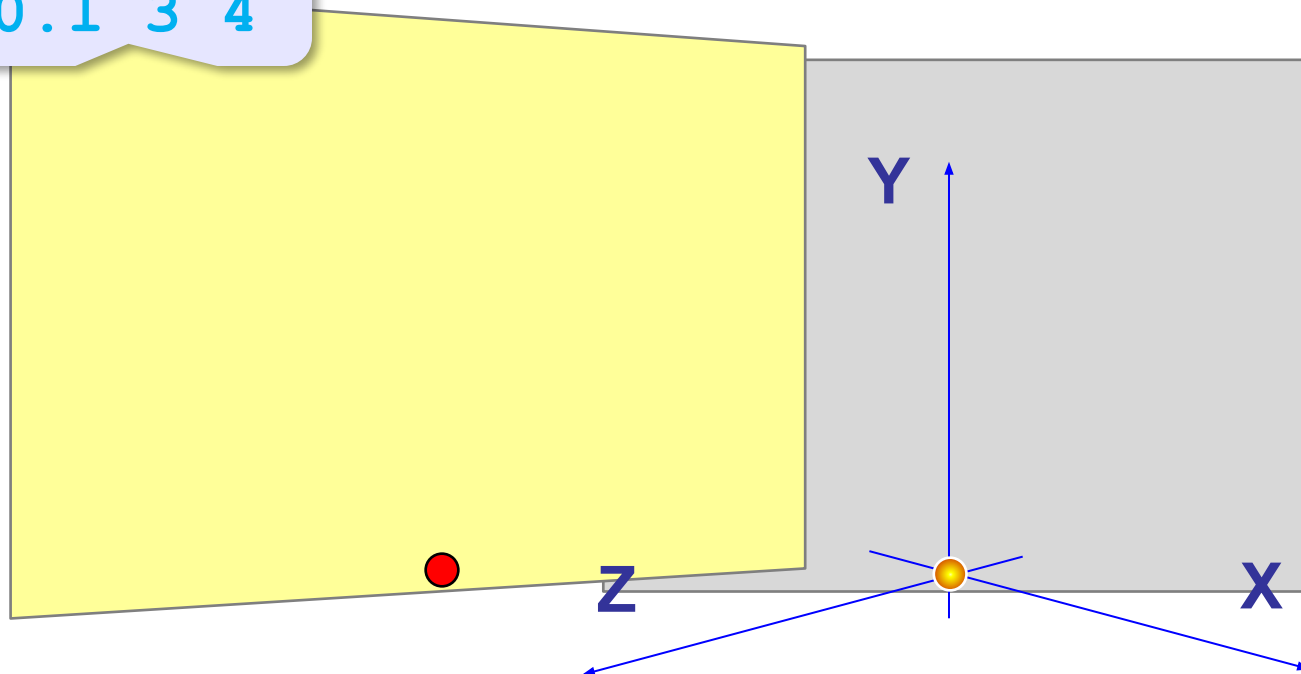
адрес файла



Рисунок растягивается на всю поверхность!

«Левая стена»

размеры по осям
`size 0.1 3 4`



смещение опорной точки по осям
`translation -2.05 0 1.95`

Преобразования (*Transform*)

преобразования

rotation – поворот

scale – изменение размеров

Transform

перенос опорной точки

```
{  
translation -2.05 0 1.95
```

```
children
```

```
[
```

дочерние объекты

```
Shape
```

```
{
```

```
geometry Box { size 0.1 3 4 }
```

```
}
```

```
]
```

```
}
```

Конец фильма

ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

kpolyakov@mail.ru

ЕРЕМИН Евгений Александрович

к.ф.-м.н., доцент кафедры мультимедийной

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

eremin@pspu.ac.ru

Источники иллюстраций

1. www.fallingpixel.com
2. 3darchitect.by
3. oldchisinau.com
4. aneyeforscience.tumblr.com
5. sketchup.google.com
6. games.imhonet.ru
7. www.flightgear.org
8. www.solidworks.ru
9. www.carbodydesign.com
10. ru.wikipedia.org
11. авторские материалы