Компьютерная графика

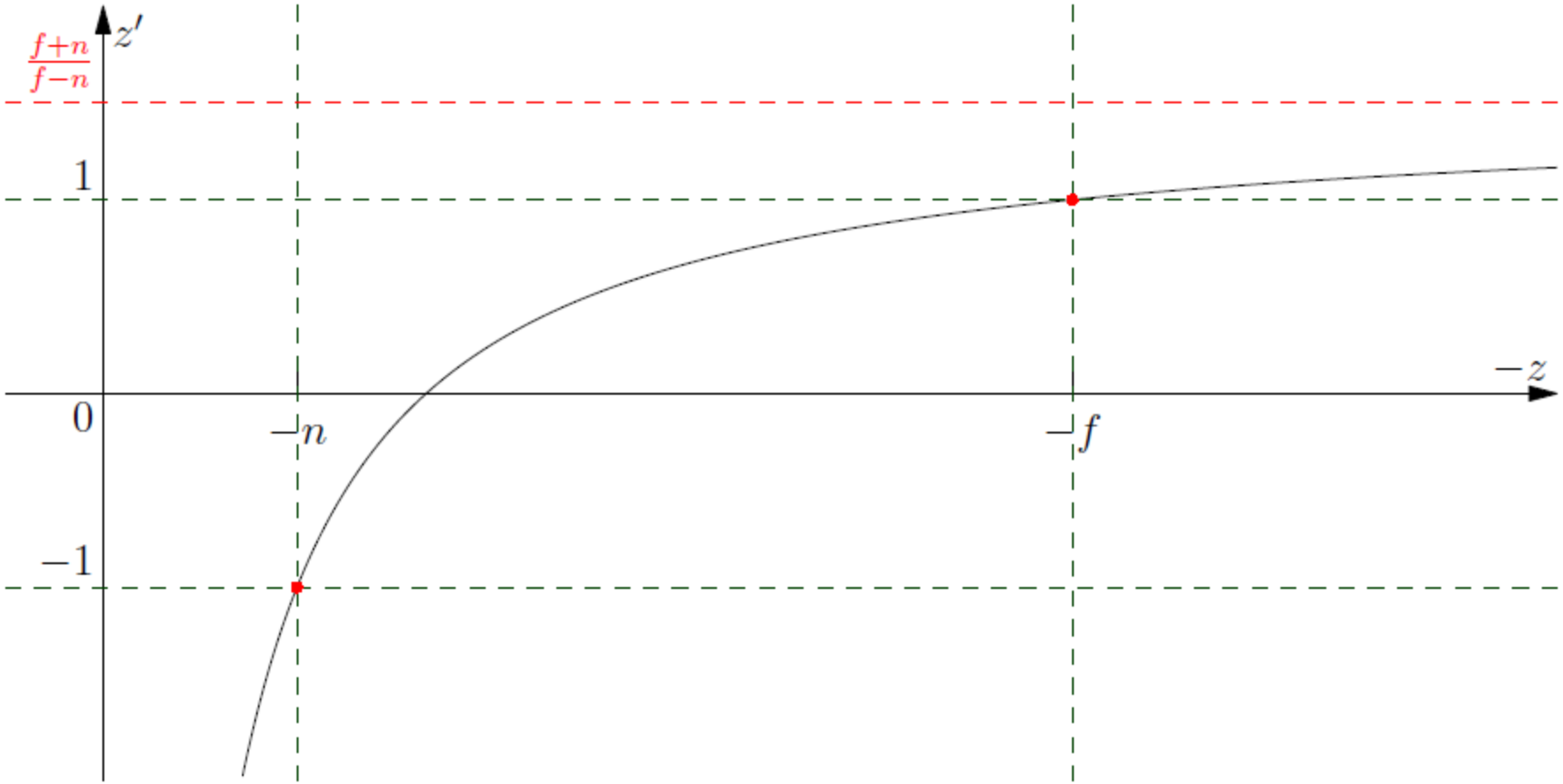
glFinish()

Алексей Романов

Буфер глубины

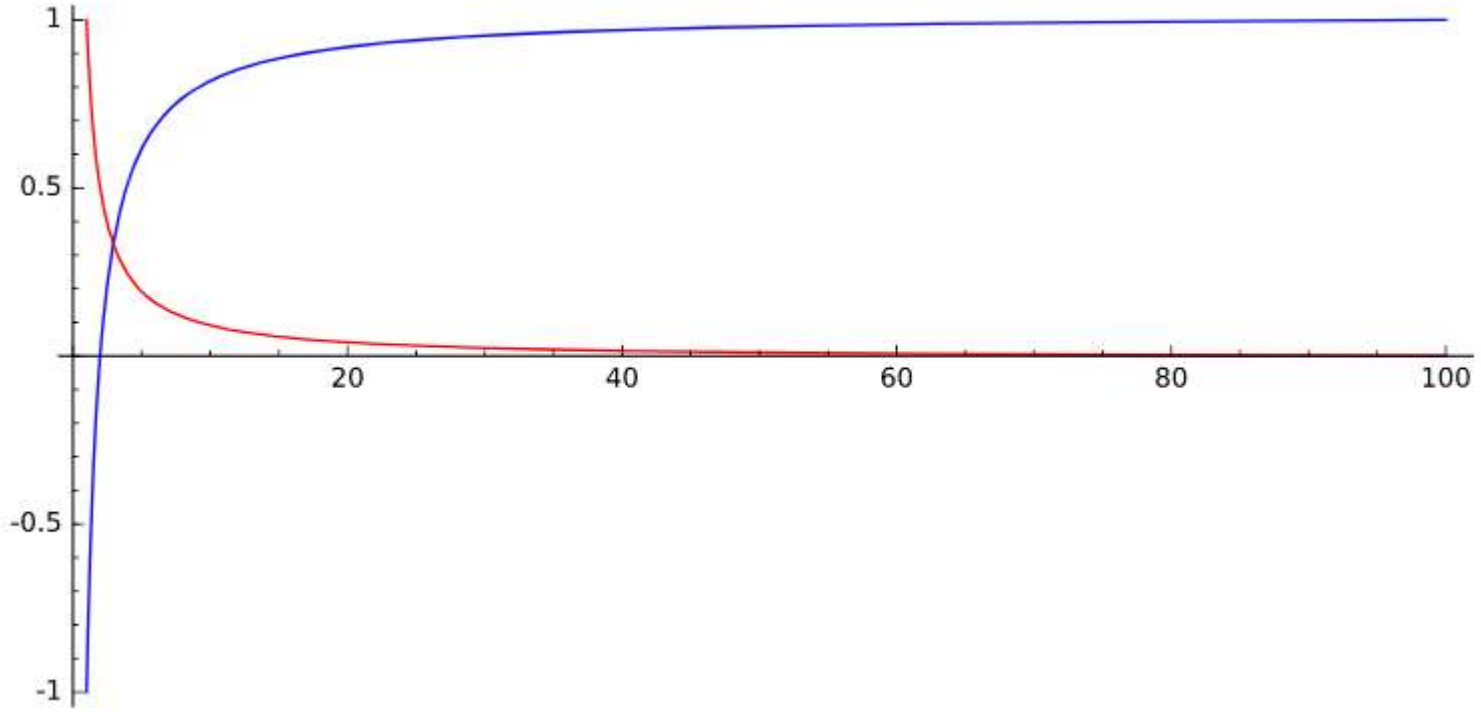
- Основная проблема – конечная точность
  - Z-fighting - вдали от камер
- Решения
  - Разбиение пирамиды видимости на несколько частей
  - Использование float буферы глубины
    - *GL_DEPTH_COMPONENT32F*
    - *GL_DEPTH32F_STENCIL8*

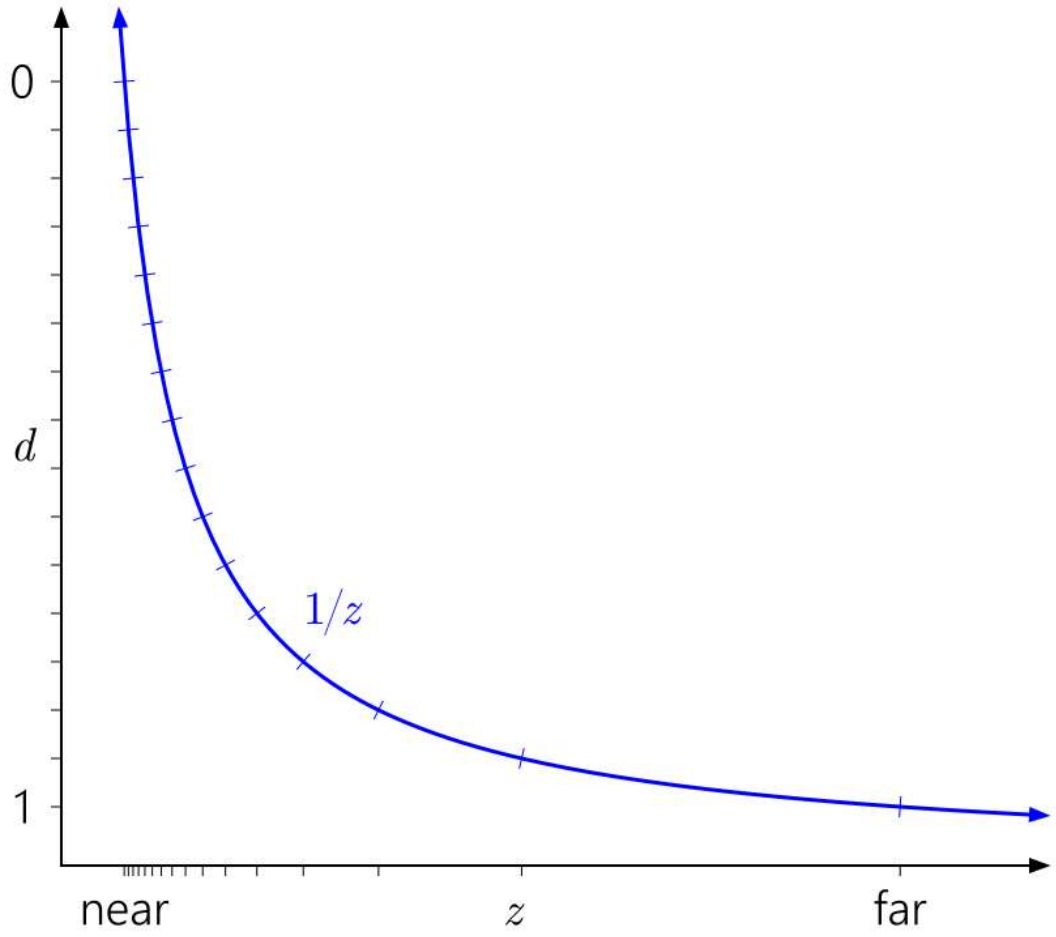
Псевдо глубина

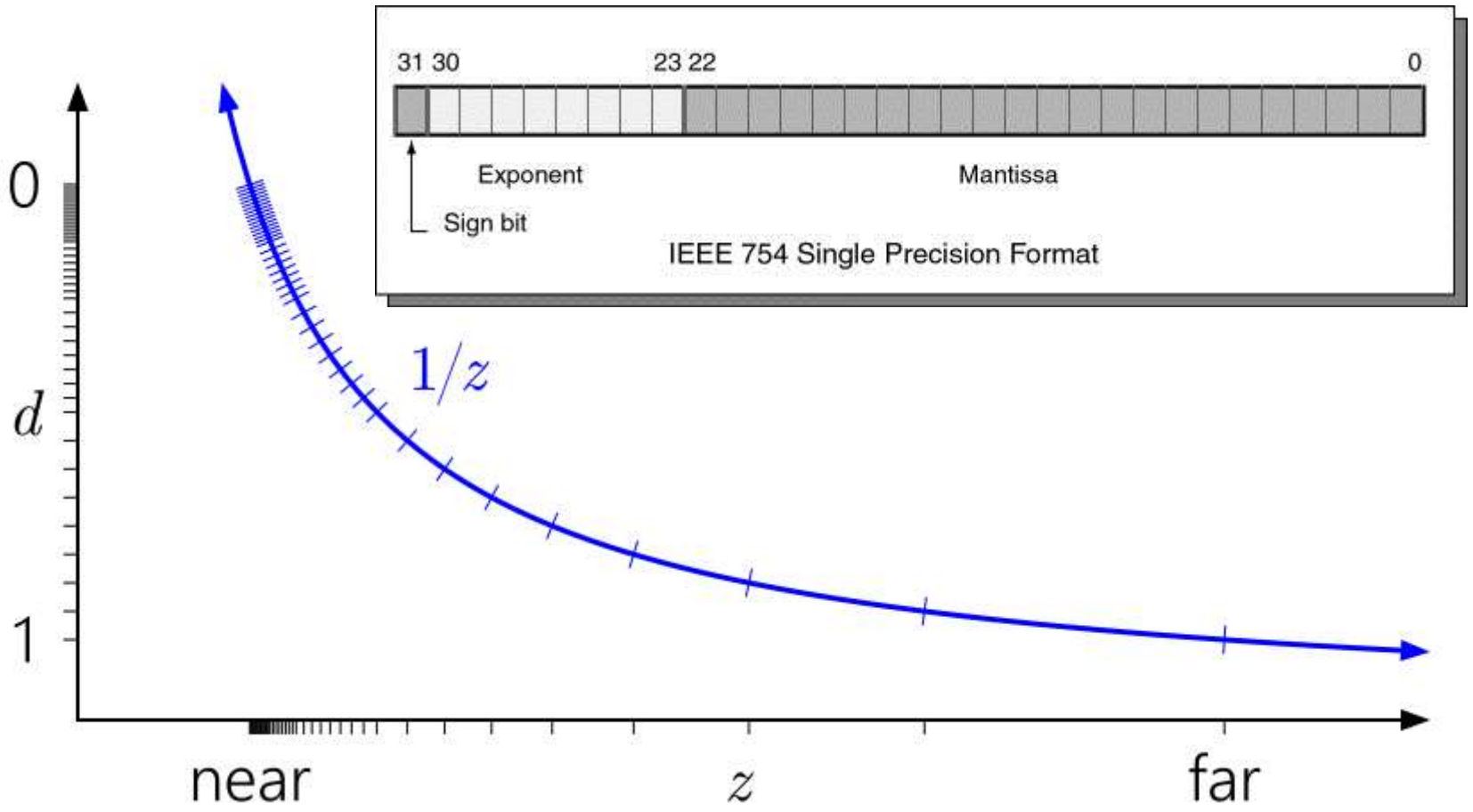


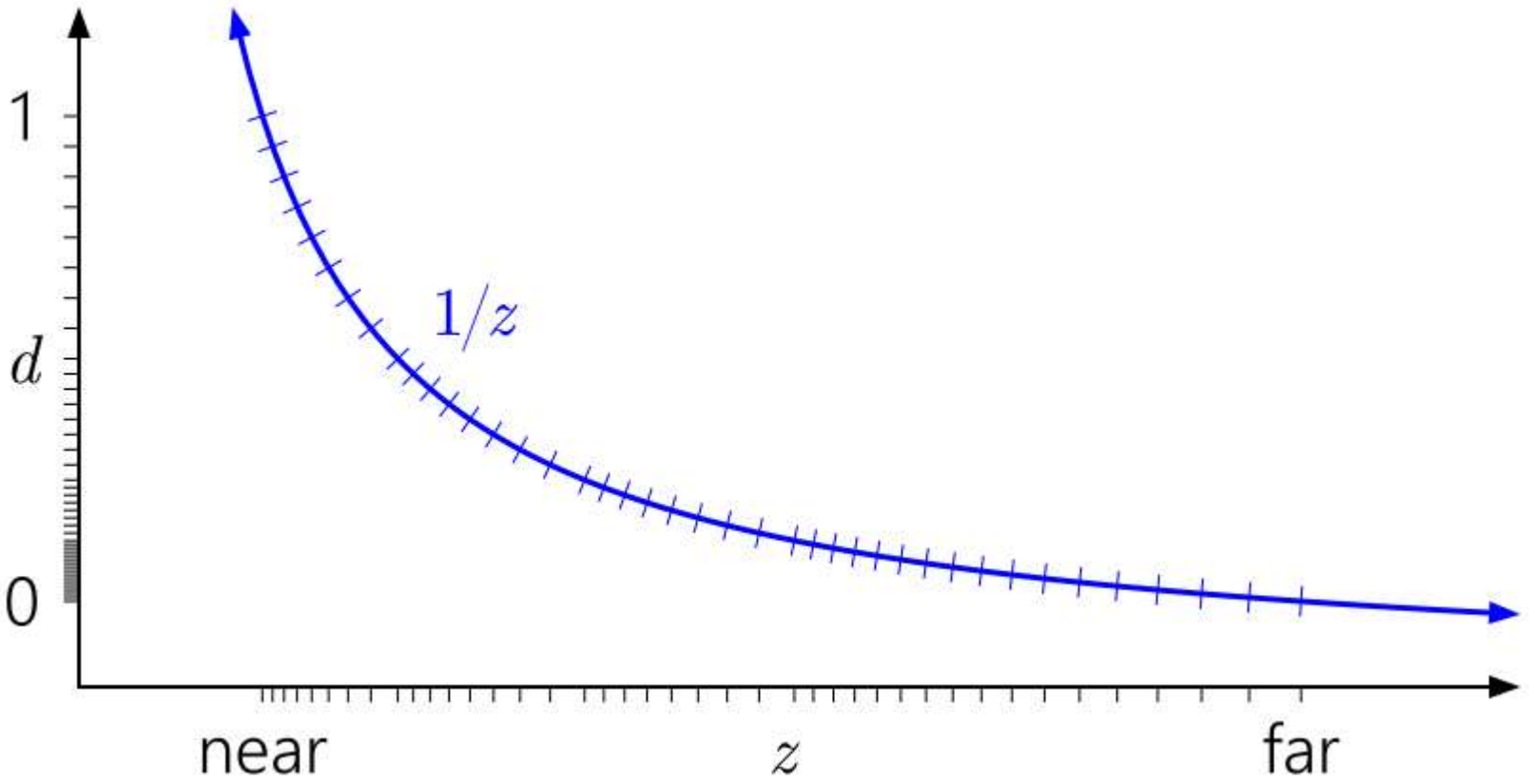
Inverse depth

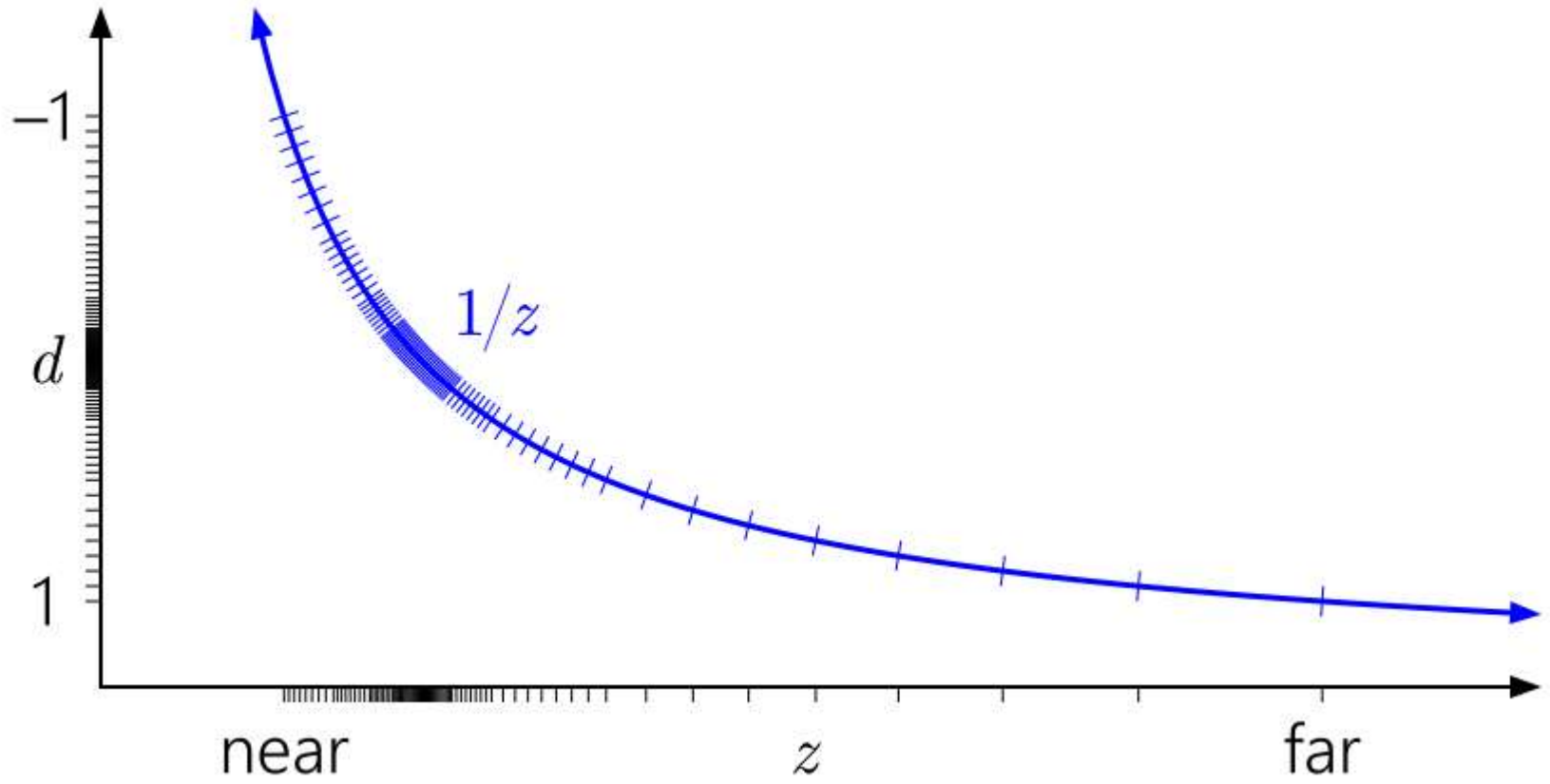
- $z' = -\frac{2nf}{f-n}\left(-\frac{1}{z}\right) + \frac{f+n}{f-n}$ - псевдоглубина
- $z' = -\frac{nf}{f-n}\left(-\frac{1}{z}\right) + \frac{-n}{f-n}$ - $[0; 1]$ псевдоглубина




0
d
1
1/z
near
z
far


31 30
23 22
0
Exponent
Mantissa
Sign bit
IEEE 754 Single Precision Format
0
d
1
1/z
near
z
far


1
d
0
1/z
near
z
far


−1
d
1
1/z
near
z
far

Inversed Z

- Проблема $z_{buffer} = 0.5z' + 0.5$ – денормализация не работает
- $z_{buffer} = \frac{f_r+n_r}{2} + \frac{f_r-n_r}{2} z'$ - *glDepthRange*(n_r, f_r)
- *glDepthRange(-1, 1) – даст немодифицированный* z'
- *К сожалению, glDepthRange работает только с диапазоном [0,1]*
- *glDepthRanveNV – работает с -1;1, только для nVidia*

GL_ARB_clip_control

- *GL_NEGATIVE_ONE_TO_ONE*

$$z_{buffer} = \frac{f_r + n_r}{2} + \frac{f_r - n_r}{2} z'$$

- ***GL_ZERO_TO_ONE***

$$z_{buffer} = n_r + (f_r - n_r) z'$$

  - получаем неискаженный z'
  - в области нуля работают денормализованные числа
  - Нужно поменять:
    - glClearDepth(0) ⟶ glClearDepth(1)
    - glDepthFunc(GL_LEQUAL) ⟶ glDepthFunc(GL_GEQUAL)

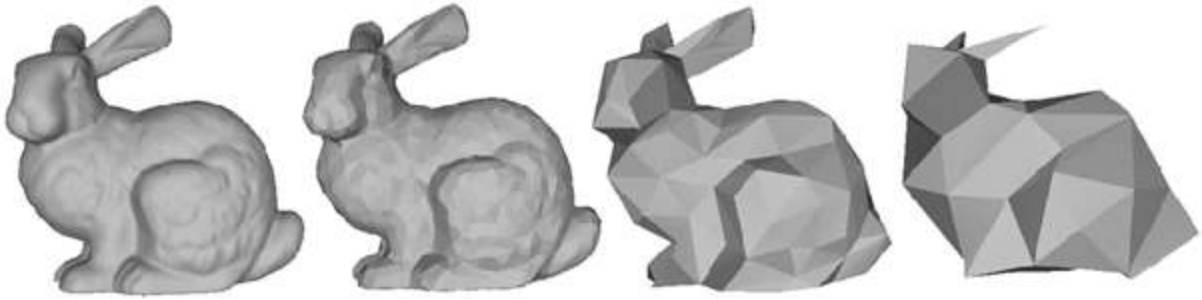
LOD, Level Of Detail

Упрощение модели представления объекта для повышения производительности

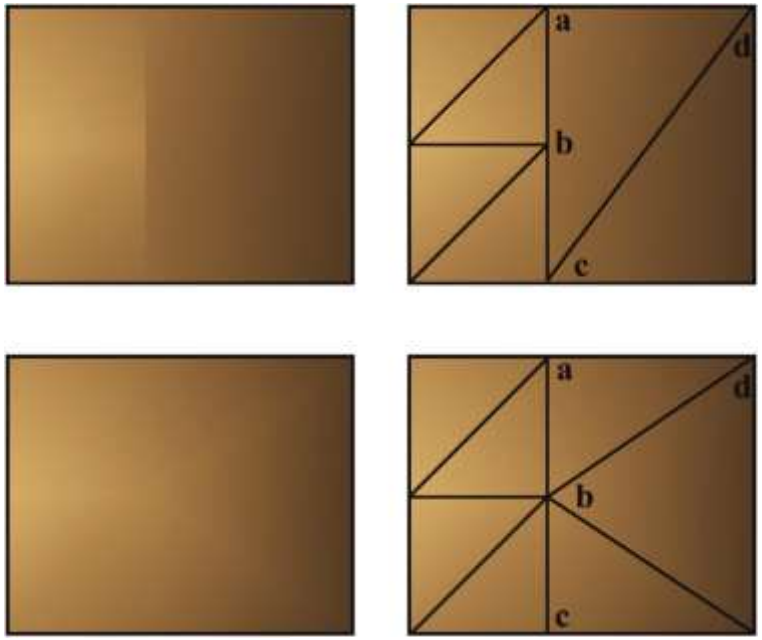
- Упрощение геометрии
  - Статические LOD'ы
  - Аппаратная тесселяция
- Упрощение фрагментной визуализации
  - Упрощение модели освещения
  - Переход с Parallax occlusion на bump
- LOD для ландшафтов

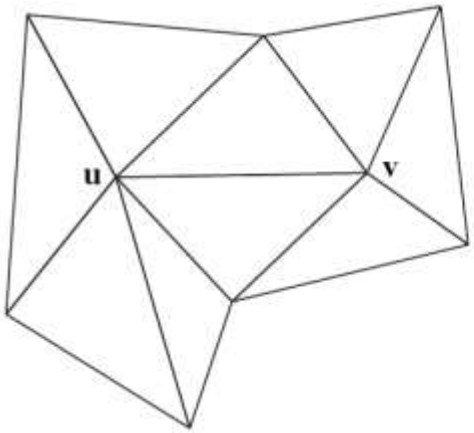
Статичесике LOD’ы

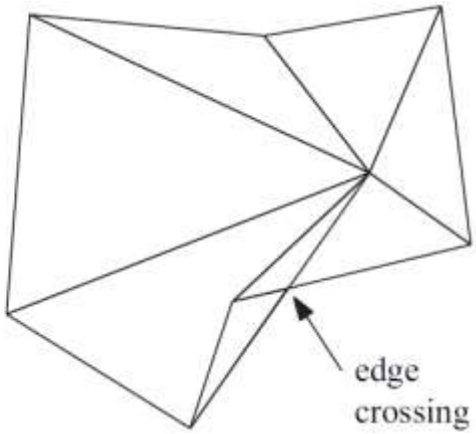
- Задаются вручную
- Строятся автоматически
  - Схлопывание копланарных вершин
  - Минимизация функции ошибки
  - Кластеризация
- Переключение LOD
  - Скачкообразное
  - Плавное
    - Прозрачность
    - Масштаб
    - CLOD
  - Критерий
    - Расстояние
    - Экранный размер

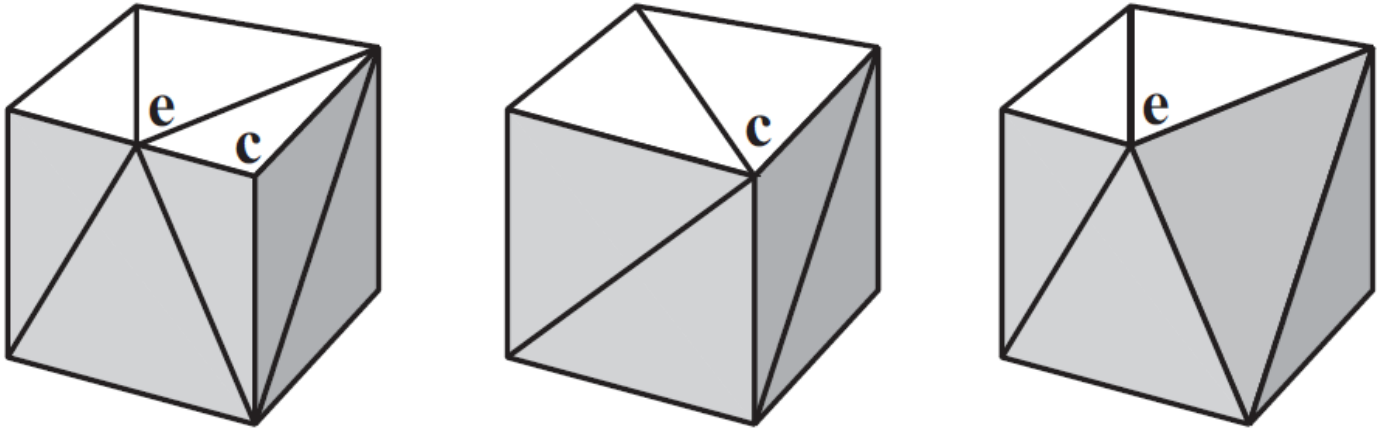


Проблемы построения LOD’ов

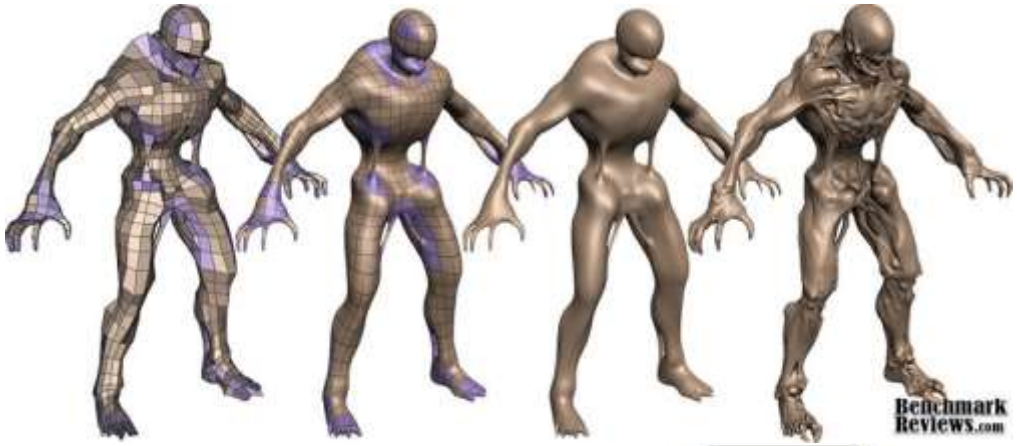


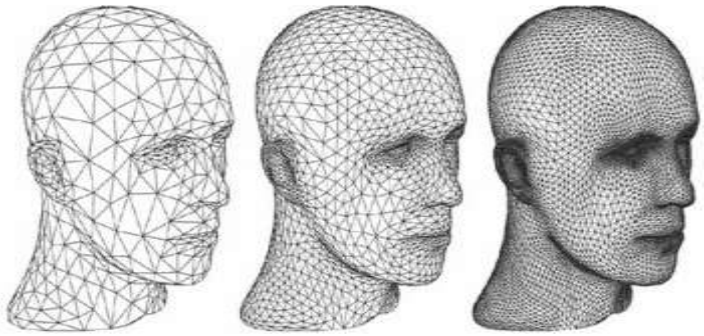




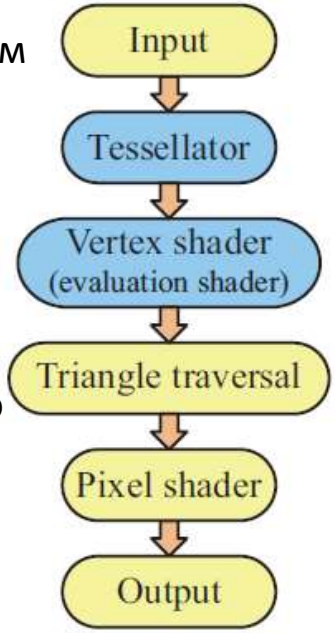


Аппаратная тесселяция

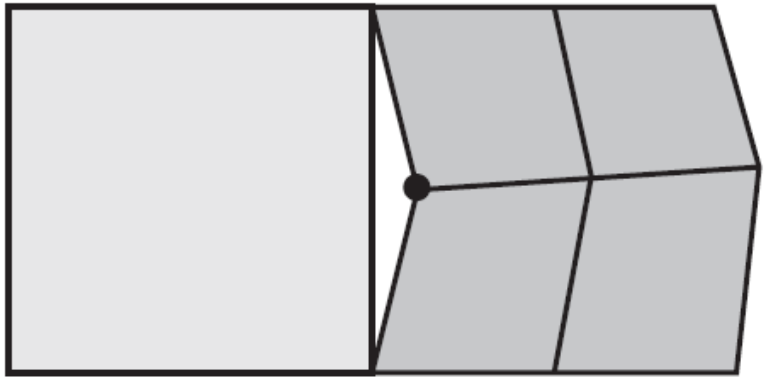


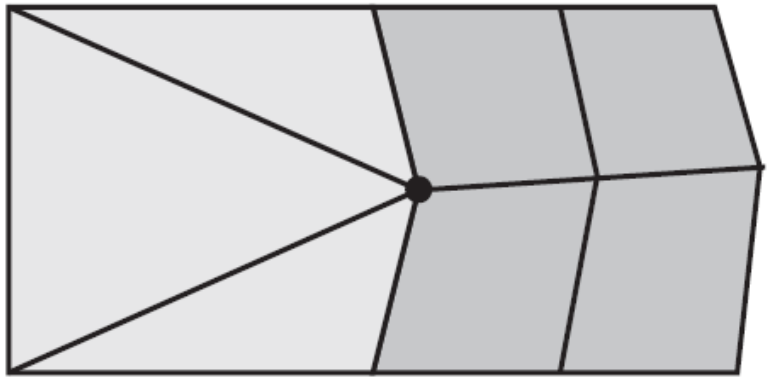


- Задание и управление уровнем разбиения треугольников
- Тесселяция осуществляется на GPU
- Поддерживается в OpenGL с версии 4.0
- Два новых этапа графического конвейера обработки вершин
  - Control shader
  - Evaluation shader



Тесселяция для автоматической склейки уровней детализации

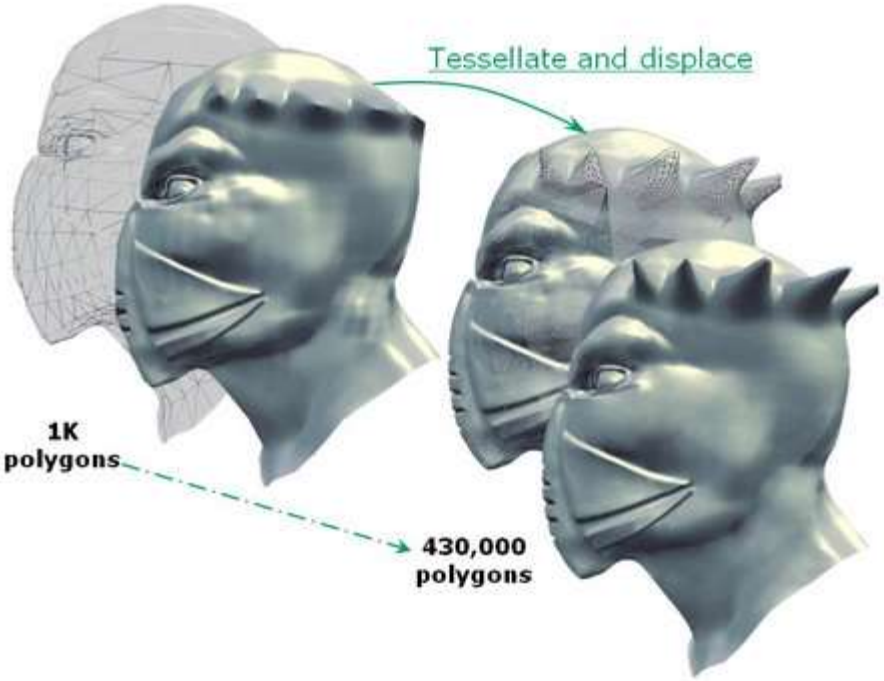




Применение тесселяции

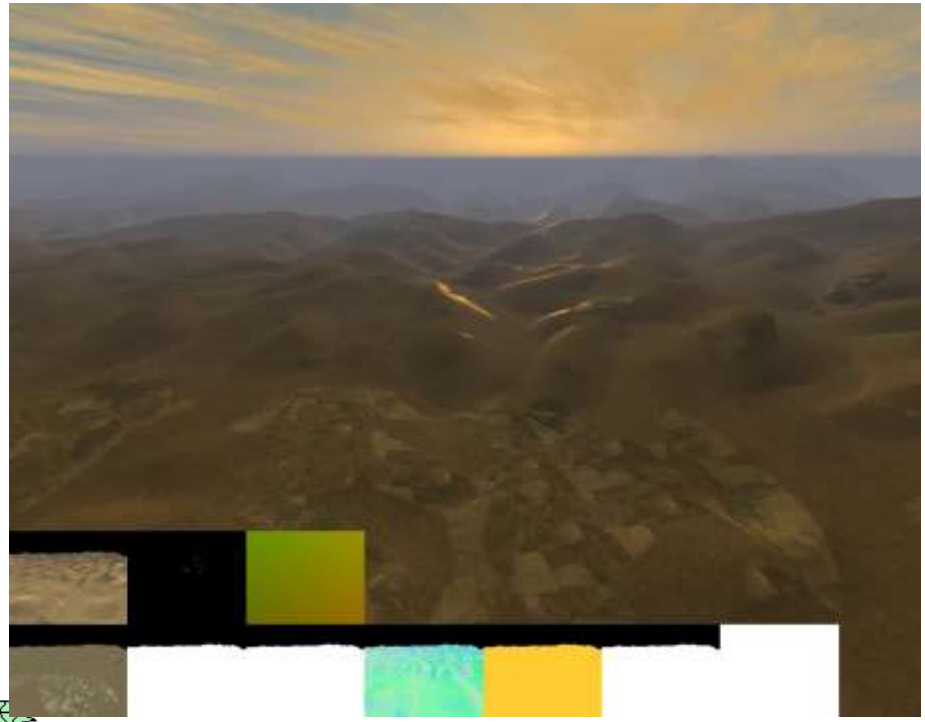
- Уточнение моделей
- Визуализация ландшафта

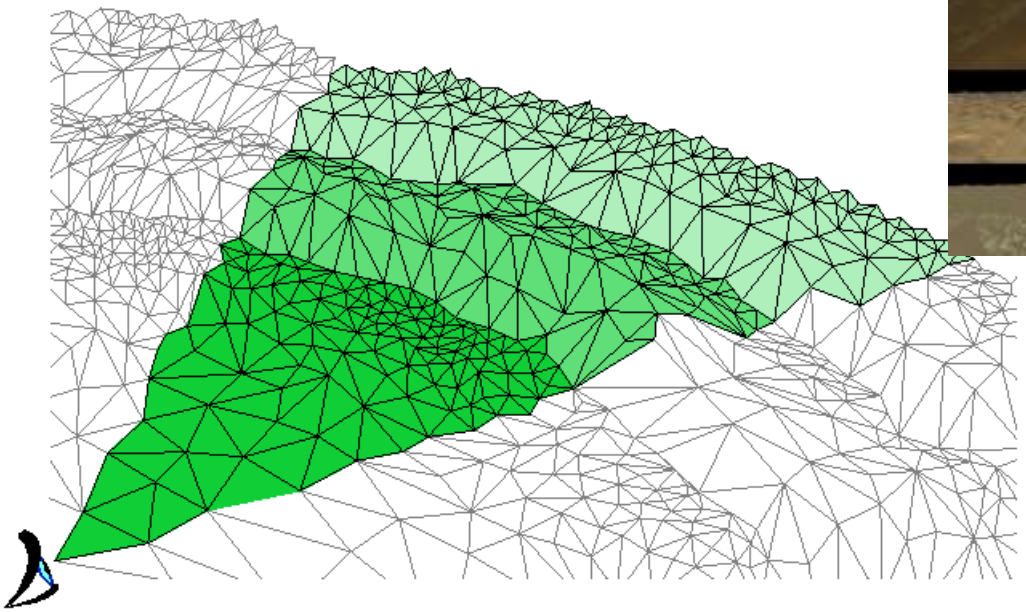
  Микродетализация
- Визуализация водных поверхностей



LOD для ландшафтов

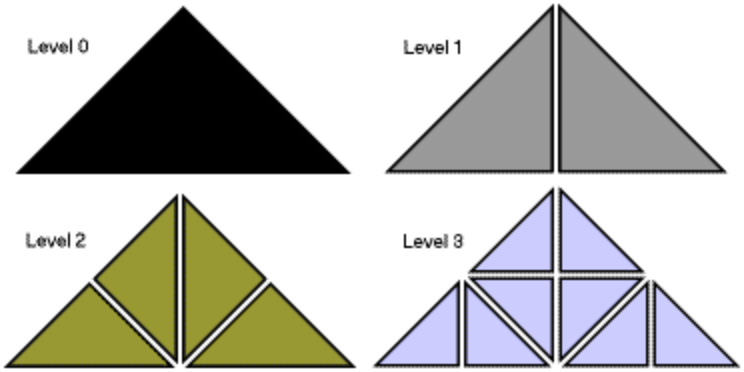
- ROAM
- Chunked LOD
- Geometry clipmaps
- Тесселяция

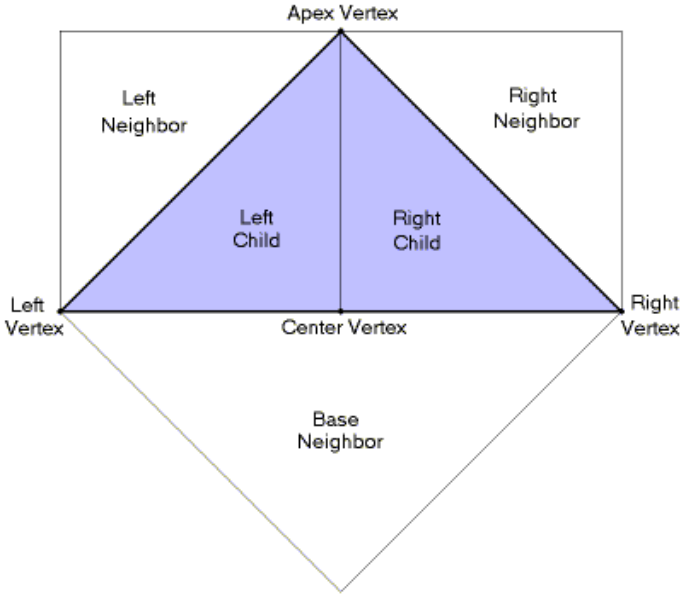


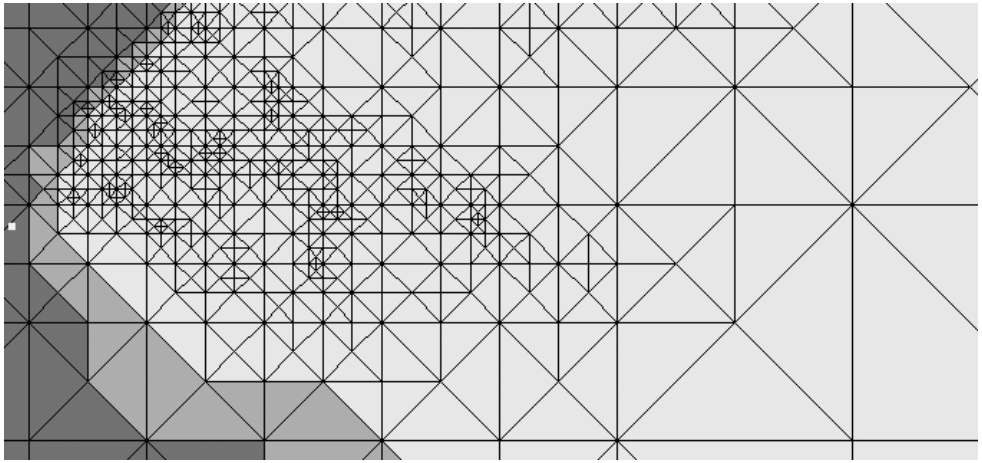


ROAM

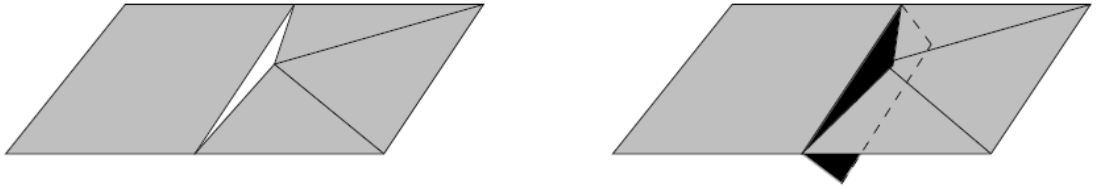
Realtime Optimally-Adapting Meshes

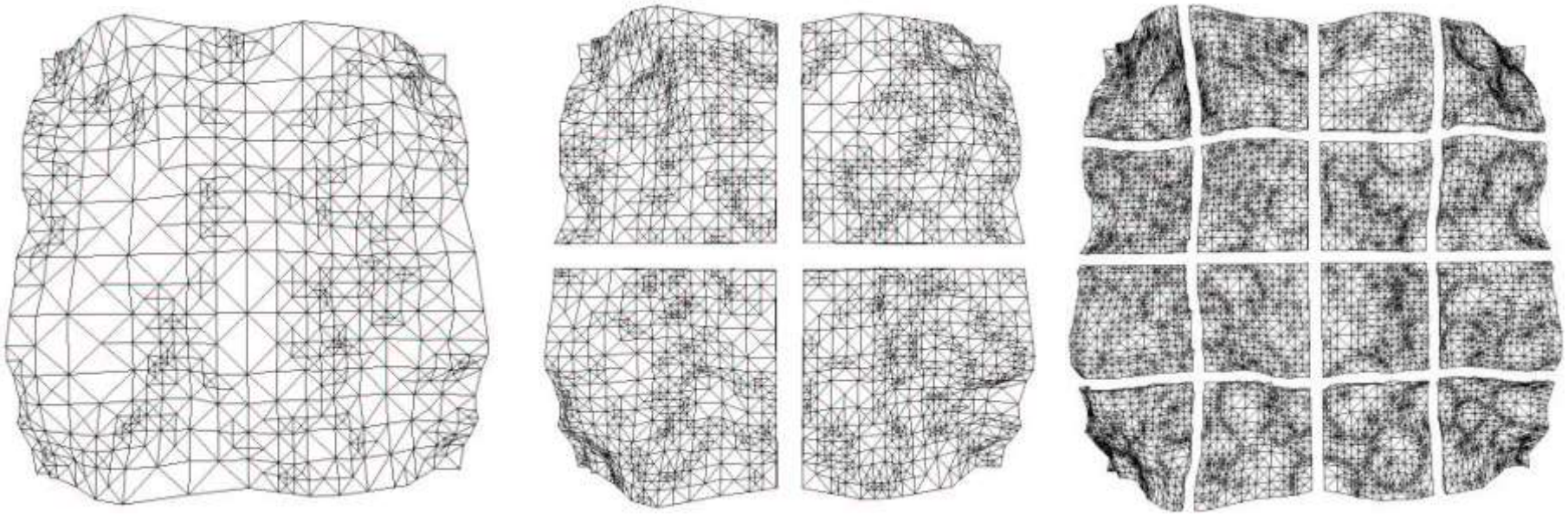




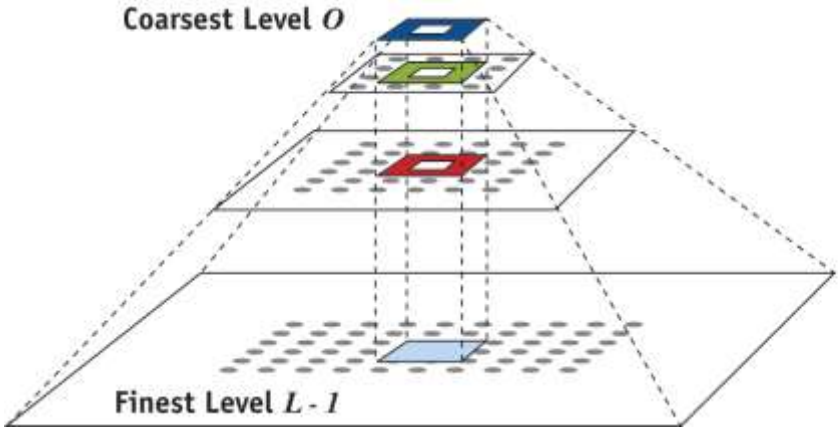


Chunked LOD

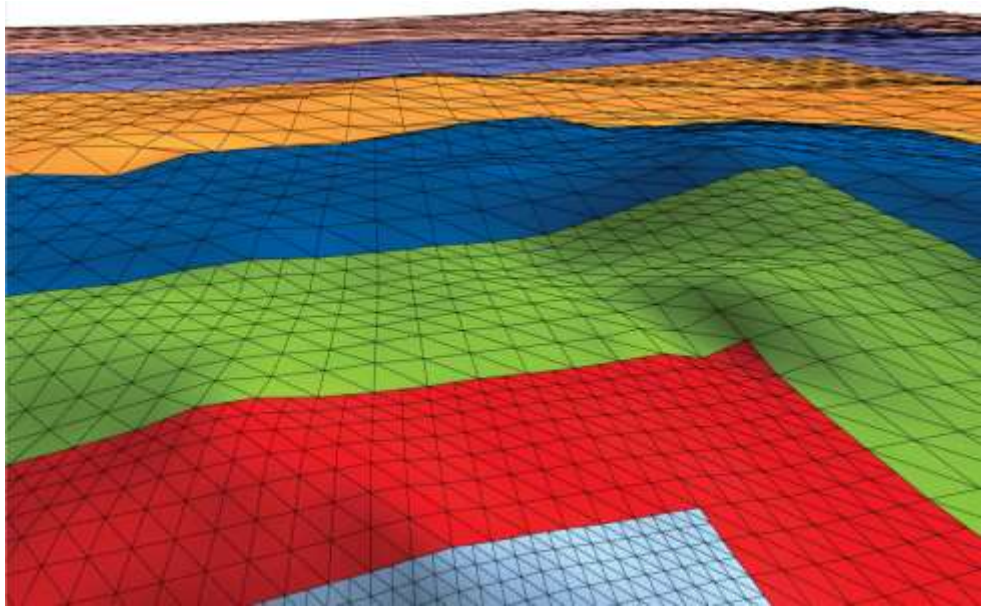


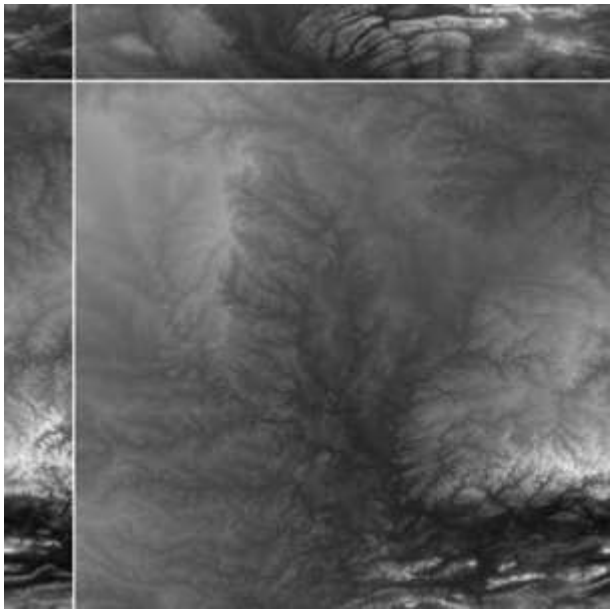


Geometry clipmaps



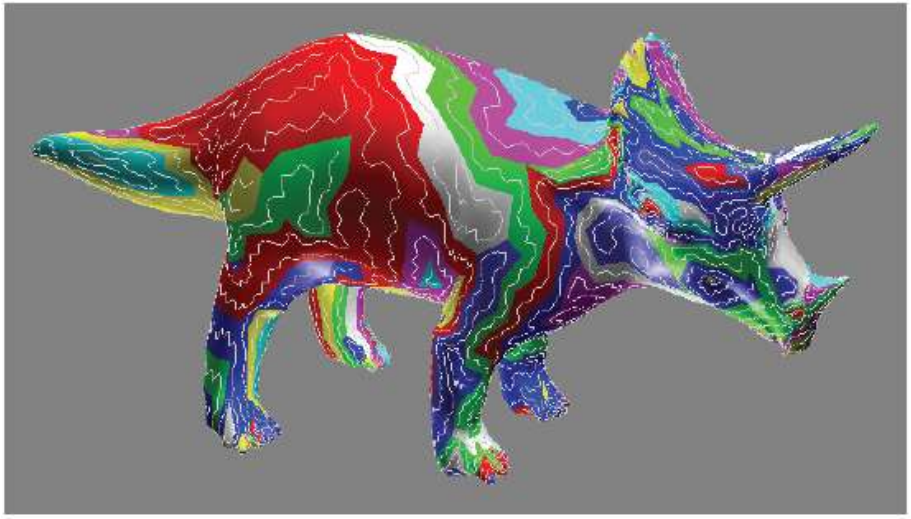
Top View of Terrain

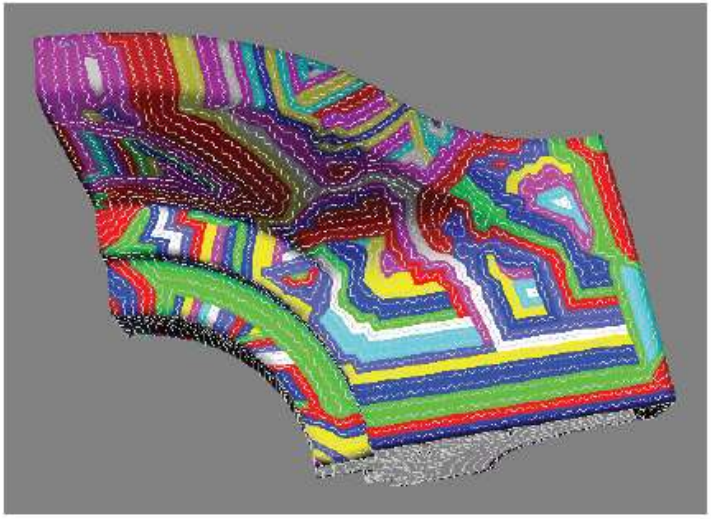


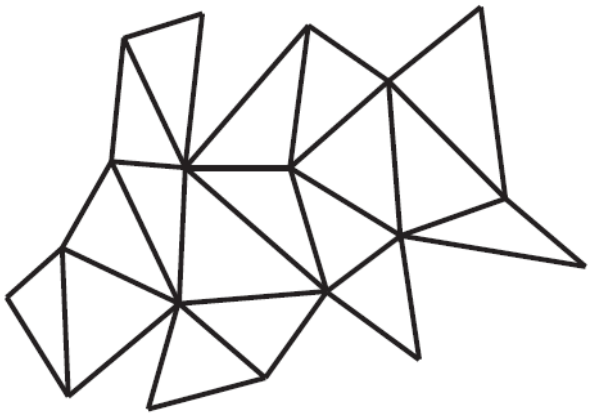


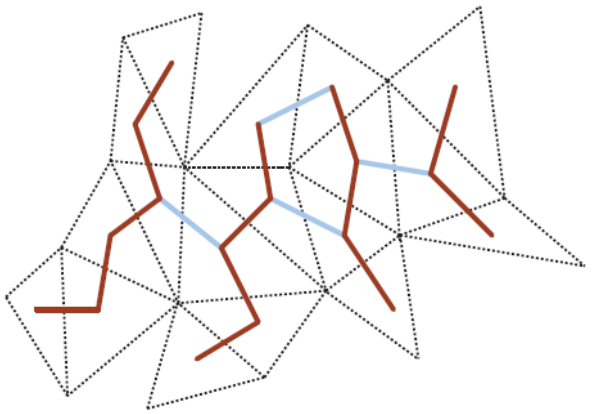
Оптимизация

Оптимизация задания геометрии, triangle strips





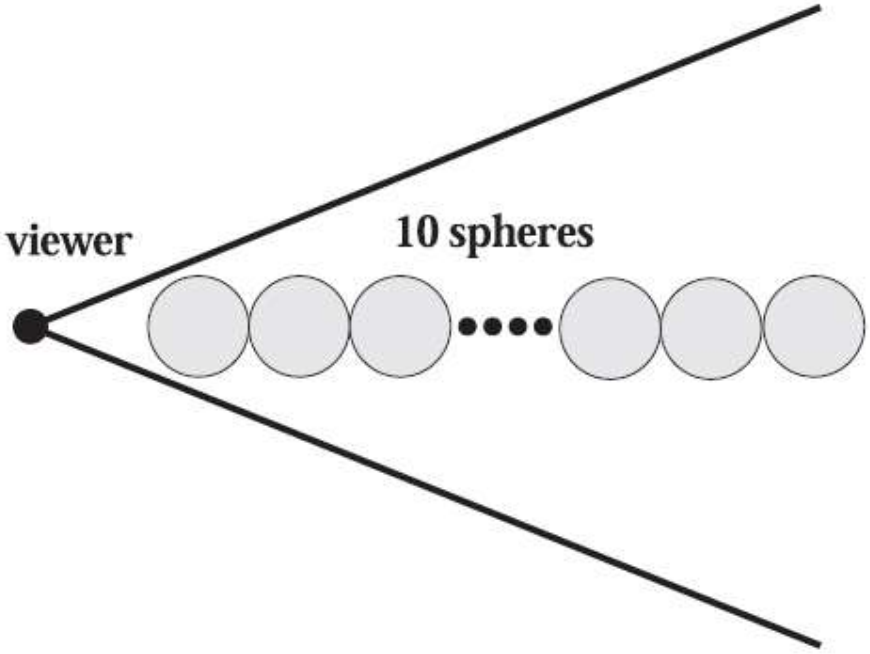


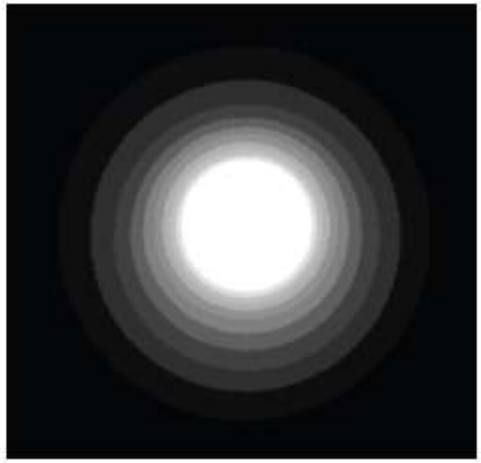


Оптимизациии, Depth PrePass

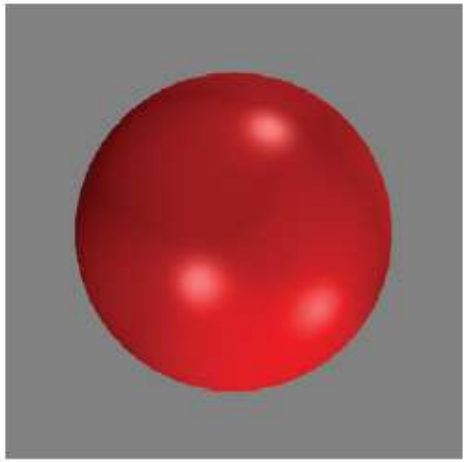
Заполнение глубины первым проходом (без освещения)

- **Хорошо стыкуется с deferred моделями освещения**
- **Двойной вызов команд отрисовки**





depth complexity

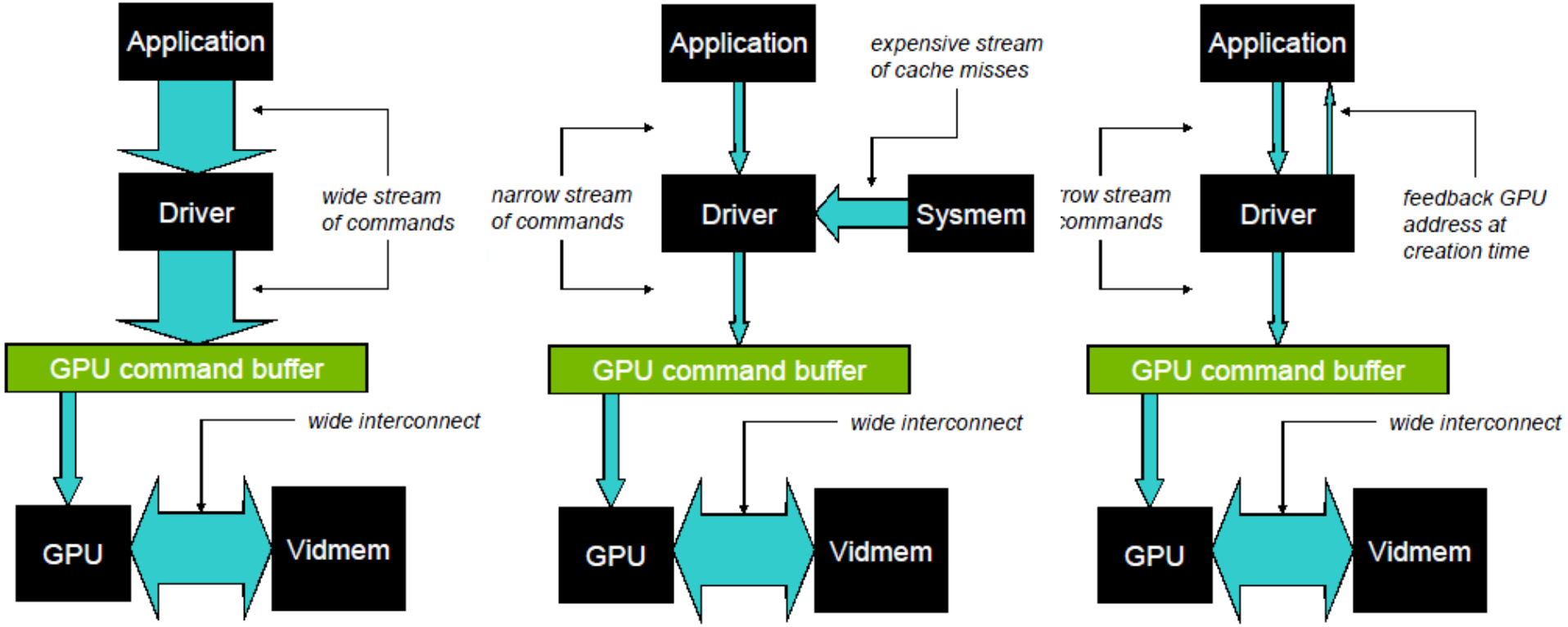


rendered image

Оптимизации

Сокращение потока данных между CPU и GPU

- Уход от glBegin/glEnd
- Уход от glBindBuffer (NV_BINDLESS_GRAPHICS)

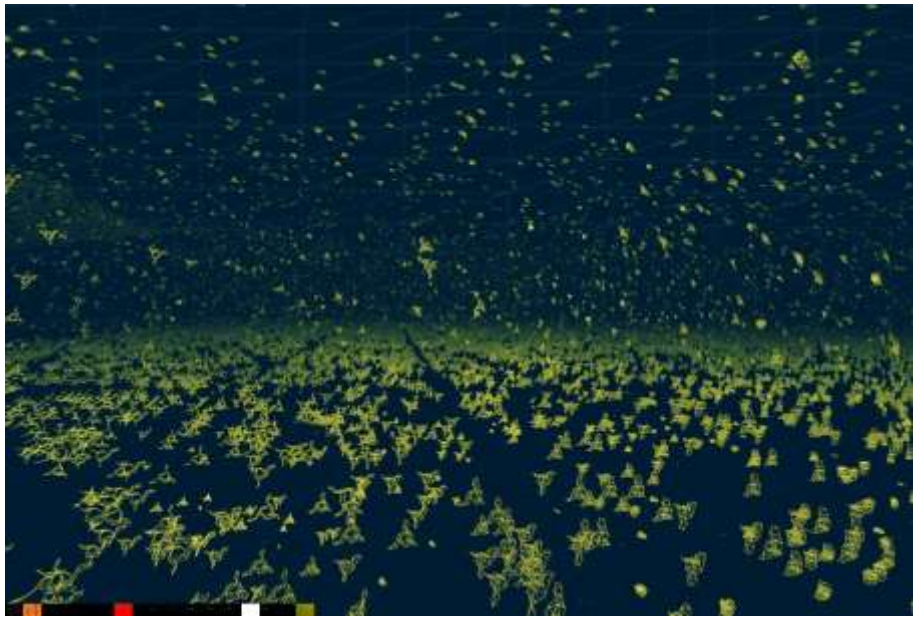


Оптимизации

- Сокращение вызовов OpenGL
  - Минимизация glBindBuffer
  - Минимизация glDraw….
- Geometry instancing
  - DrawElementsInstanced
  - Данные для Instance
    - UNIFORM_BUFFER
      - Структурированные данные
      - Малый размер
    - TEXTURE_BUFFER
      - Неструктурированные данные
      - Большой размер

Оптимизации

- Минимизация точек синхронизации CPU и GPU
- Проблема: Transform Feedback и GetResult
- Решение:
  - DrawTransformFeedback
  - DrawTransformFeedbackInstanced
  - DrawTransformFeedbackStream
  - DrawTransformFeedbackStreamInstanced

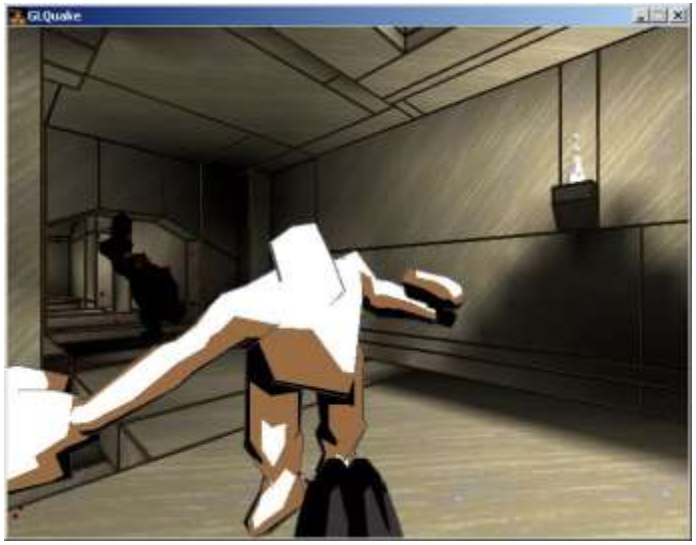


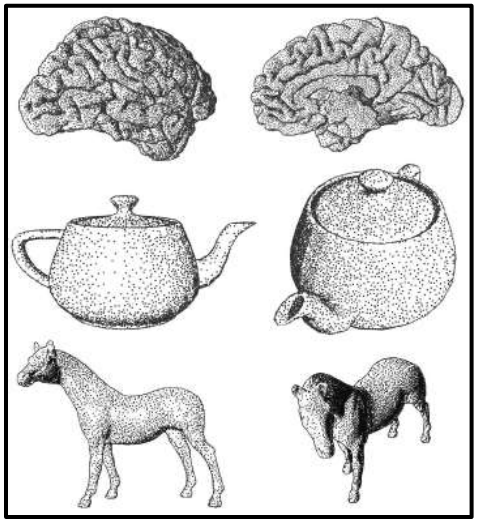
Оптимизации, передача данных на shader

- Uniform
- Uniform array
- Uniform buffer
- Texture buffer

NPR (Non-Photorealistic Rendering)

- Cell shading
- Hatching
- Solhouette
- Stiplling





NPR, примеры

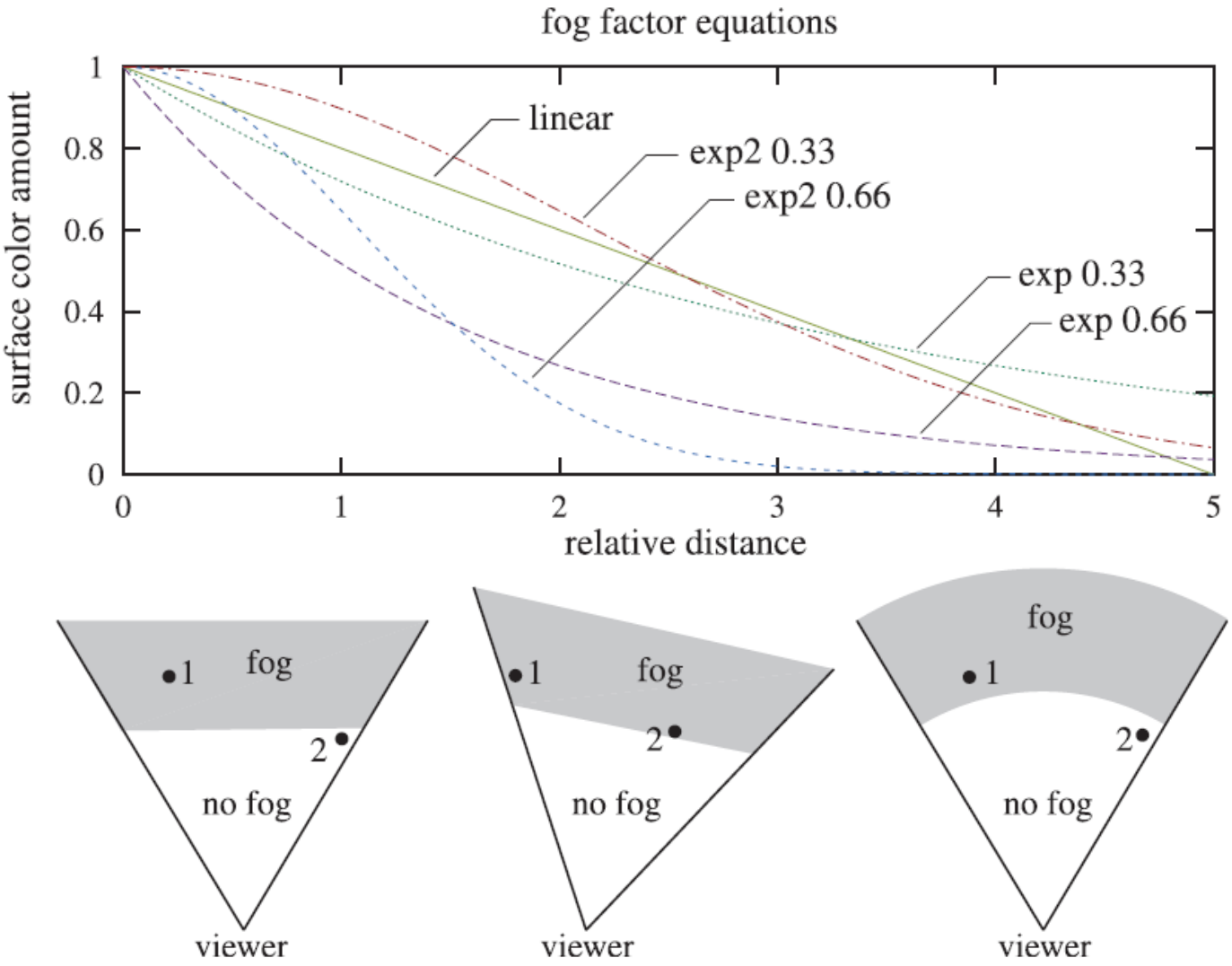





Экранные эффекты

- Глубина резкости
- Motion blur
- Tone mapping & HDR
- Туман

Туман


fog factor equations
surface color amount
relative distance
linear
exp2 0.33
exp2 0.66
exp 0.33
exp 0.66
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
1
2
3
4
5
fog
1
2
no fog
viewer
fog
1
2
no fog
viewer
fog
1
2
no fog
viewer

Спасибо за внимание