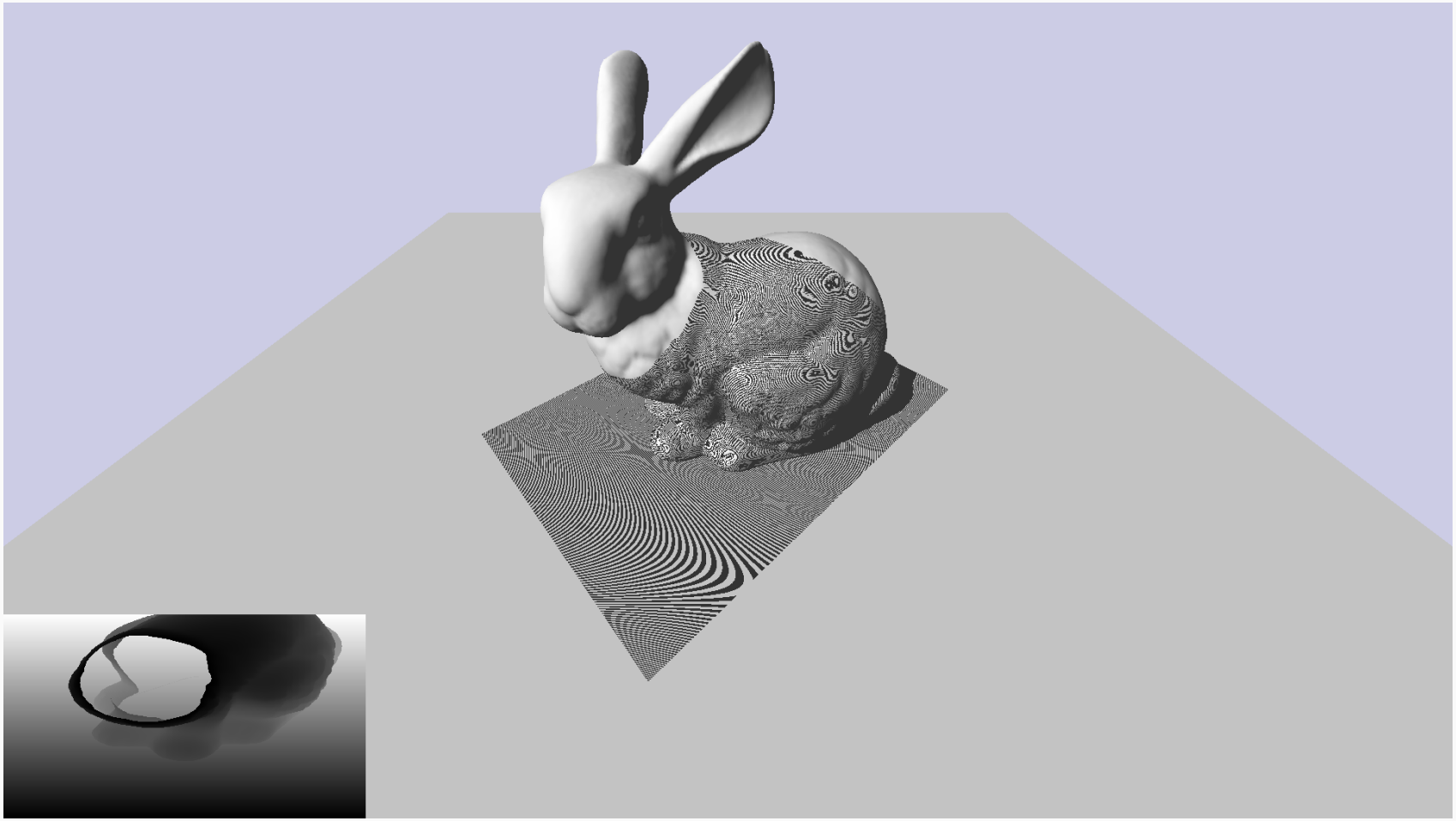
Компьютерная графика

Практика 9: Shadow mapping 2

2023

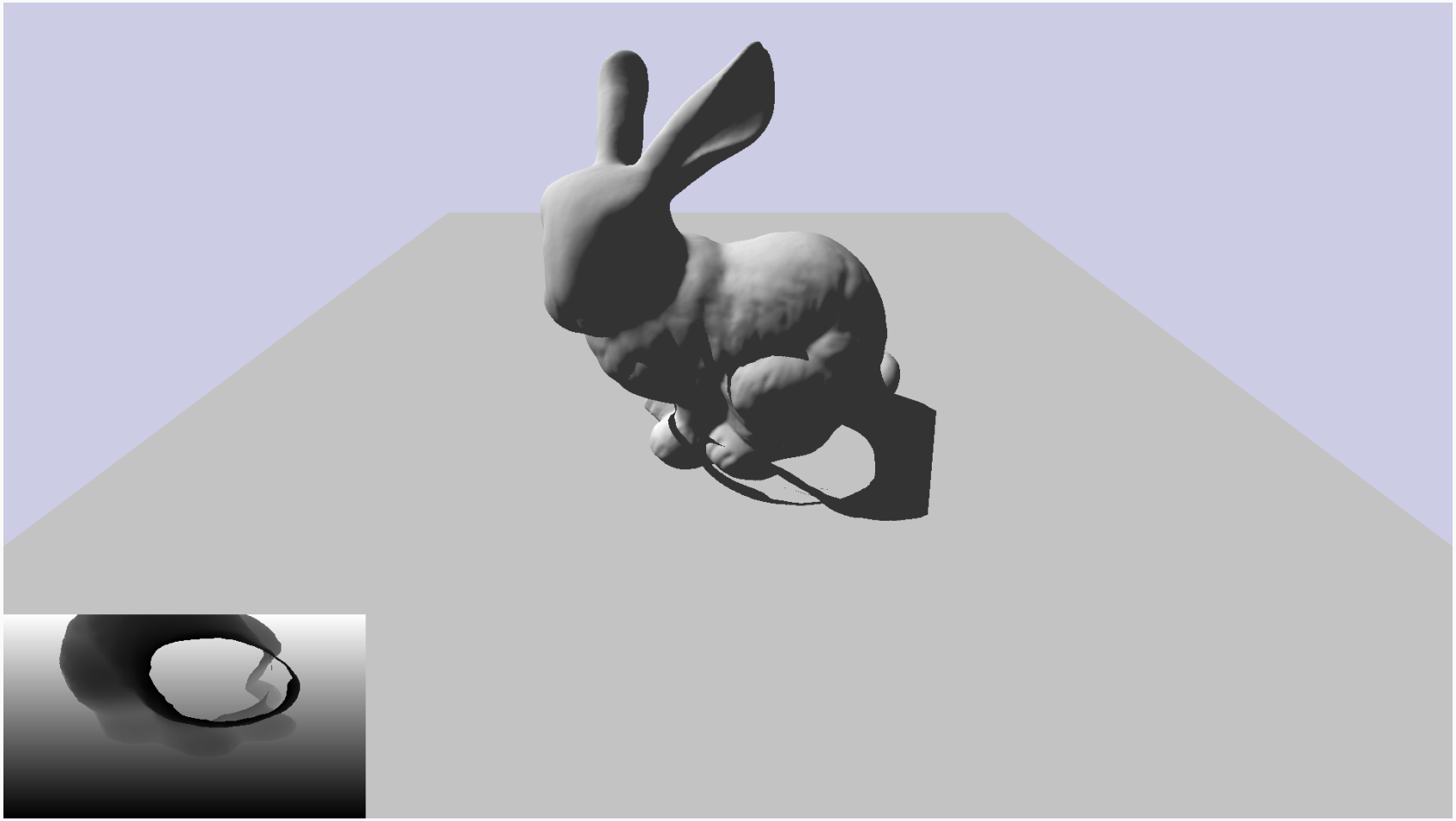


- В этой практике мы рисуем front-facing грани в shadow map, а не back-facing грани!

Задание 1

Подбираем shadow bias

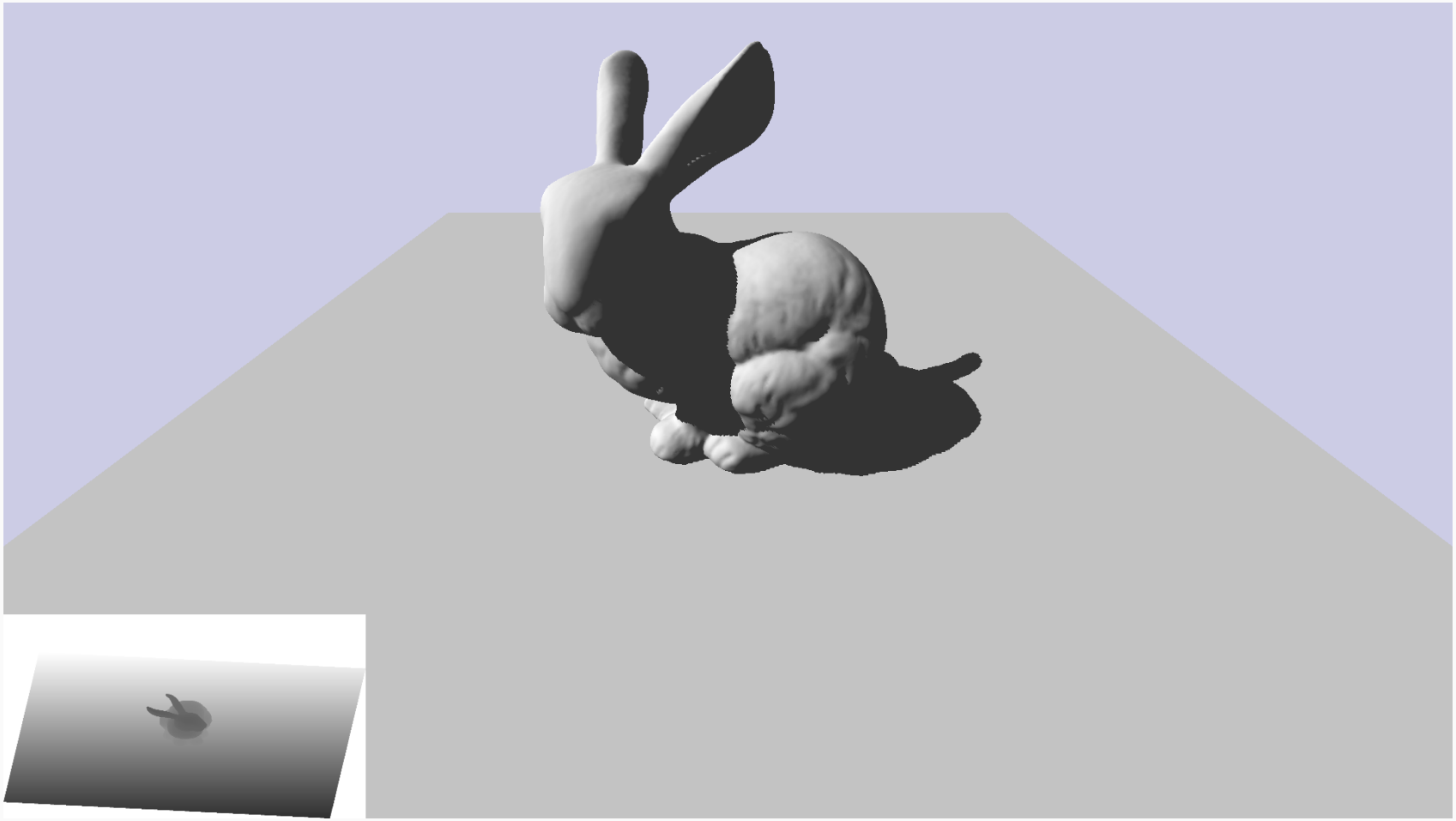
- Нужно прибавить в шейдере константу (bias) к значению, прочитанному из shadow map
- Слишком большое значение приведёт к заметному peter panning (тень будет съезжать в сторону от модели)
- Слишком маленького значения будет недостаточно, чтобы убрать shadow acne



Задание 2

Вычисляем хорошую матрицу проекции для shadow map

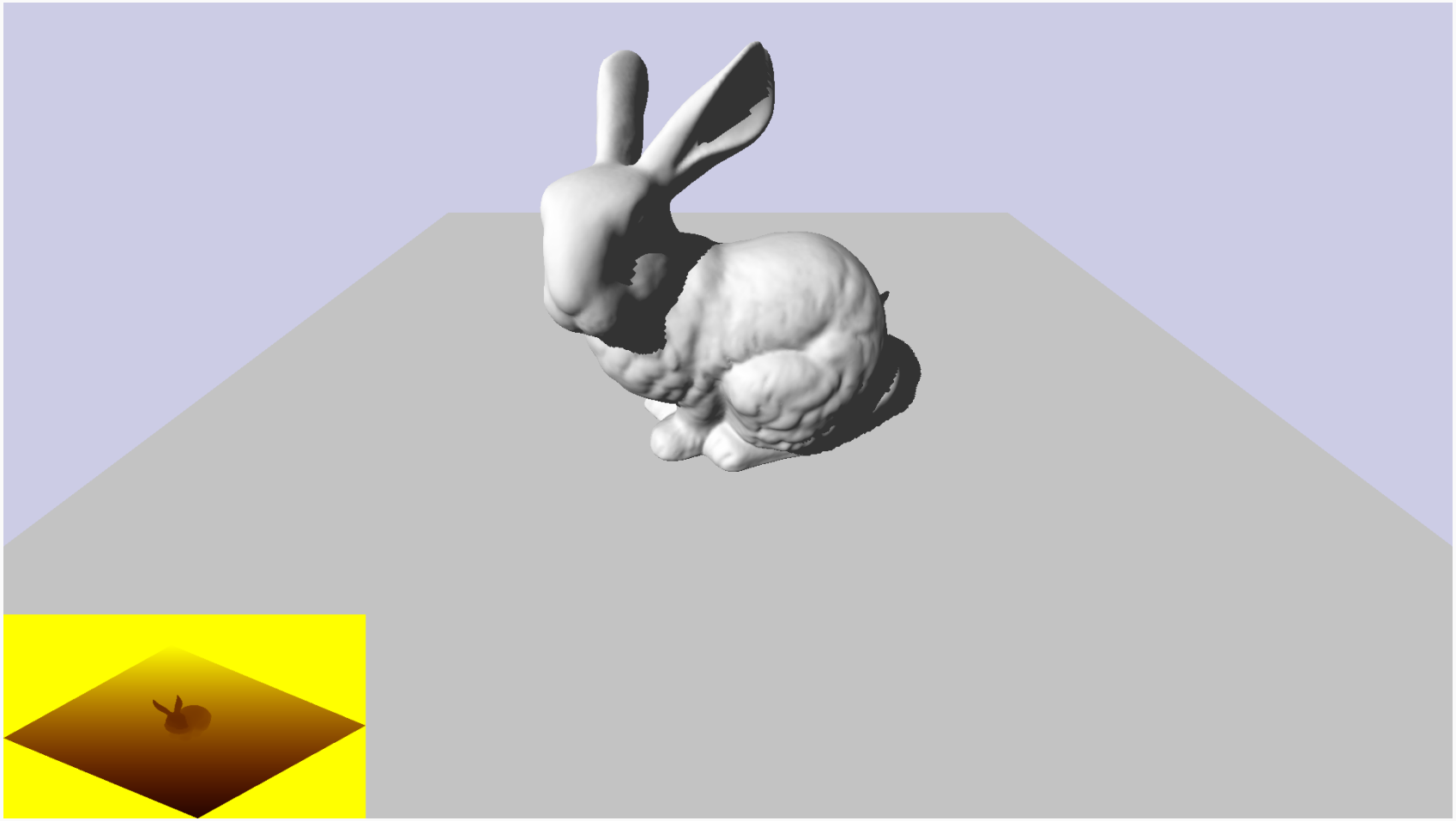
- Нужно найти центр видимой области и оси X, Y, Z
- Направления осей $\hat{X}, \hat{Y}, \hat{Z}$ уже посчитаны, нужно только вычислить их длину
- После чтения сцены из файла нужно посчитать её bounding box (min/max по всем кординатам вершин), её центр C – центр видимой области
- Пройдясь по всем 8 вершинам V bounding box'а сцены, можно посчитать модуль скалярного произведения $|(V - C) \cdot \hat{X}|$, максимум таких значений – длина вектора X
- Аналогично для Y и Z
- Используя X, Y, Z, C можно построить матрицу `transform` ортографической проекции (см. слайды 4ой лекции)
- N.B.: старый код вычисления матрицы (цикл `for` + параметр `shadow_scale`) нужно убрать



Задание 3

Variance shadow maps

- Включаем для shadow map линейную фильтрацию
- Устанавливаем текстуре shadow map internal format в `GL_RG32F` (format и type не принипиальны, можно `GL_RGBA` и `GL_FLOAT`)
- Добавляем shadow map к фреймбуферу как `GL_COLOR_ATTACHMENT0` вместо `GL_DEPTH_ATTACHMENT`
- Создаём renderbuffer (и выделяем ему память через `glRenderbufferStorage`, тип пикселя – `GL_DEPTH_COMPONENT24`), который будет использоваться как буфер глубины при рисовании shadow map, и добавляем его как `GL_DEPTH_ATTACHMENT` фреймбуфера
- Во фрагментном шейдере, рисующем shadow map, добавляем out-переменную и пишем в неё `vec4(z, z * z, 0.0, 0.0)` (`z` можно достать из `gl_FragCoord`)
- Во фрагментном шейдере дебажного прямоугольника читаем все компоненты текстуры, например `out_color = texture(shadow_map, ...)`
- Перед очисткой (`glClear`) фреймбуфера для генерации shadow map нужно поставить правильный цвет очистки: `glClearColor(1.f, 1.f, 0.f, 0.f)`

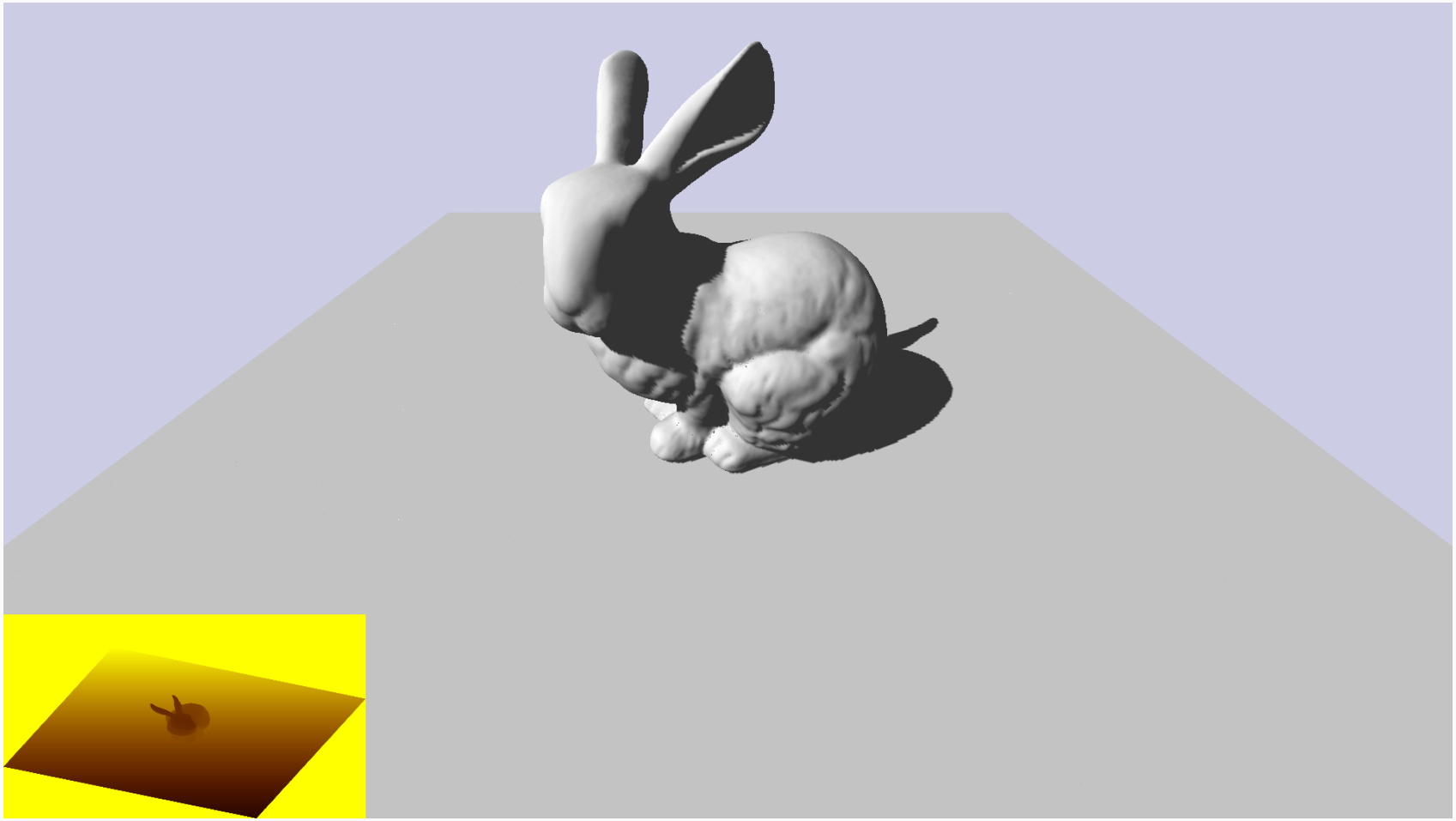


Задание 4

Variance shadow maps

- В основном фрагментном шейдере читаем данные из shadow map и используем неравенство Чебышёва для вычисления освещённости:

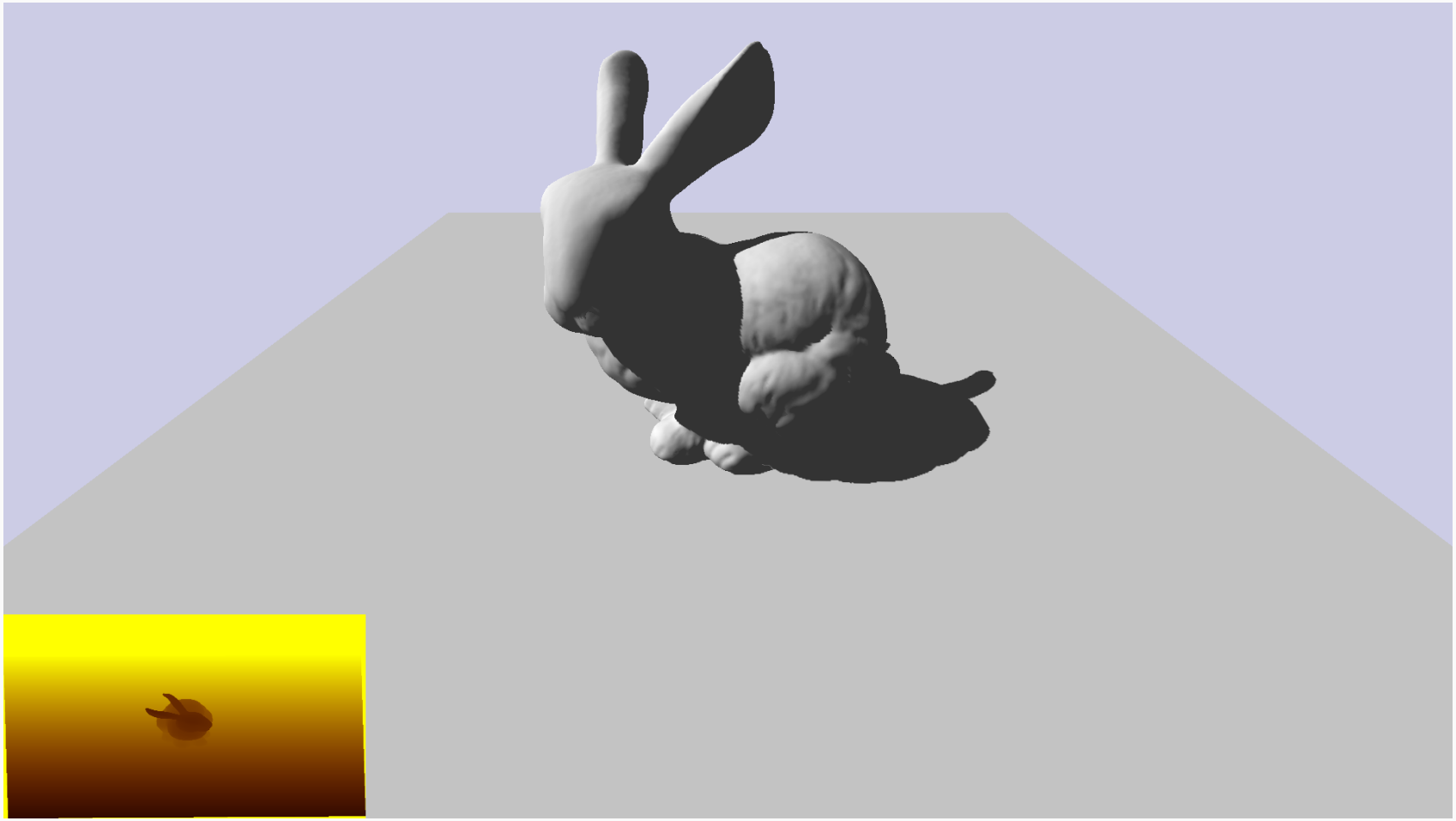
```
vec2 data = texture(shadow_map, shadow_pos.xy).rg;
float mu = data.r;
float sigma = data.g - mu * mu;
float z = shadow_pos.z;
float factor = (z < mu) ? 1.0
    : sigma / (sigma + (z - mu) * (z - mu));
```



Задание 5

Исправляем артефакты

- Добавляем наклон поверхности к среднему значению квадрата глубины при генерации shadow map:
  - Через `dFdx(z)` и `dFdy(z)` можно получить градиент глубины по X и Y
  - К квадрату глубины добавляем $\frac{1}{4}\left[\left(\frac{\partial Z}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z}{\partial Y}\right)^2\right]$
- Добавляем shadow bias (вычитаем константу из значения `z`, использующегося для вычисления освещённости)
- Значение, получающееся из формулы неравенства Чебышёва, преобразуем: диапазон $[0, \delta]$ переходит в 0, а диапазон $[\delta, 1]$ переходит в $[0, 1]$ (δ – некое фиксированное значение, например, `0.125`)



Задание 6*

Размываем shadow map

- Вместо чтения одного пикселя из shadow map, читаем набор значений из соседних пикселей и усредняем по Гауссу
- Полученный двумерный вектор используем для вычисления освещённости через неравенство Чебышёва
- Размываем не результат вычисления освещённости, а сами данные из shadow map!
- N.B.: по-хорошему это размытие нужно делать отдельными проходами с отдельными шейдерами и отдельным размытием по X и Y (см. *separable Gaussian blur*)