

Вычислительная геометрия и алгоритмы компьютерной графики

Лекция №9

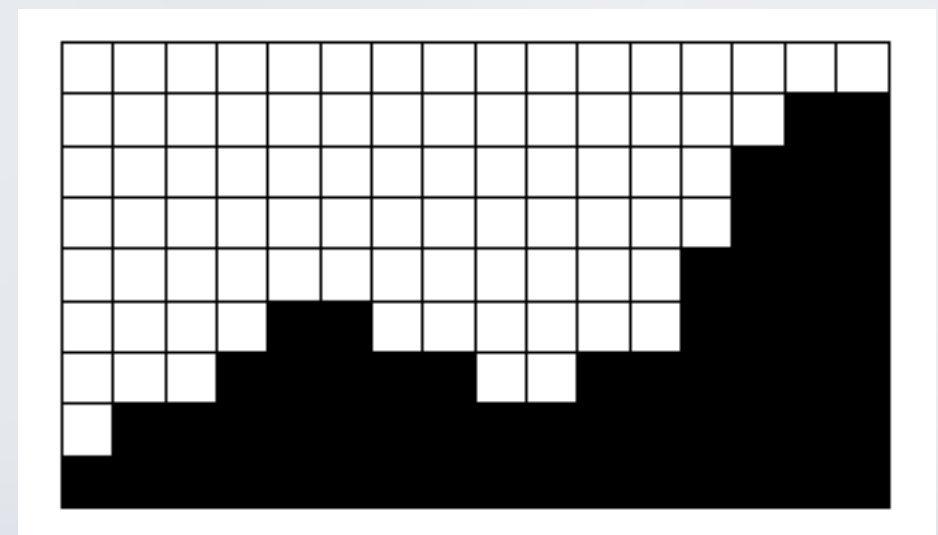
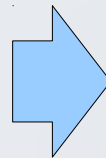
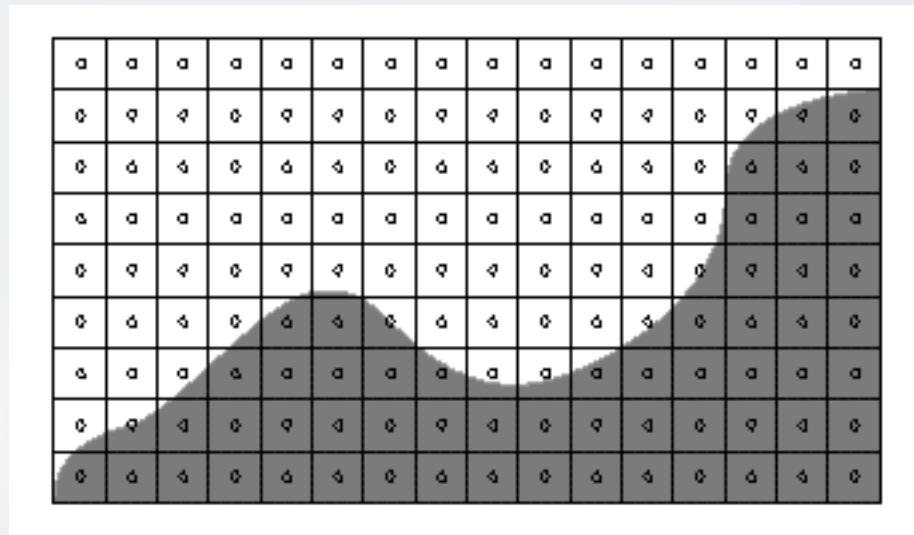
Рябинин Константин Валентинович

e-mail: kostya.ryabinin@gmail.com

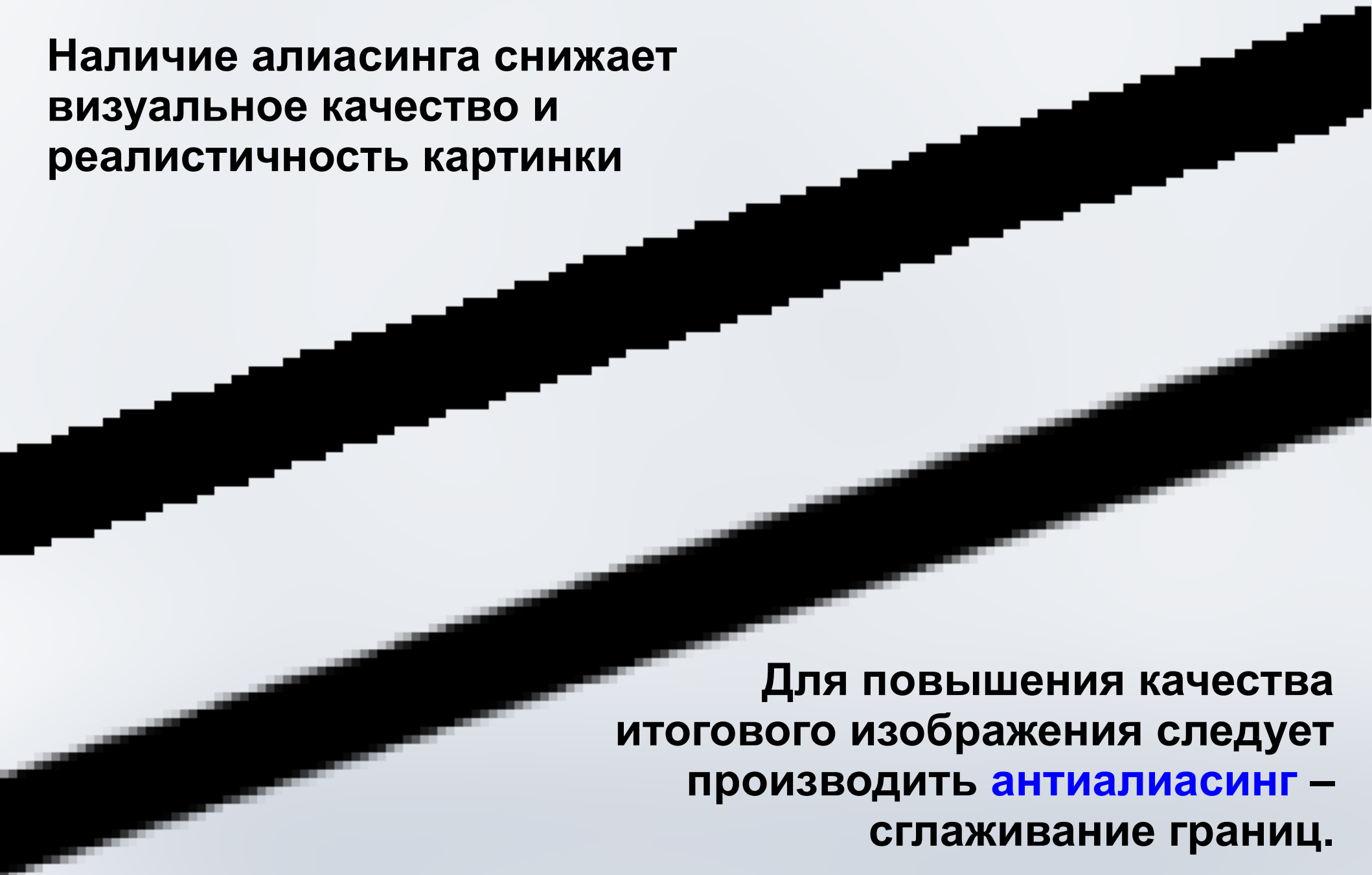
Пермь, 2015

Визуализация – отображение непрерывной математической модели сцены на дискретное растровое изображение

=> Неминуемо возникает ступенчатость границ объектов на изображении



Наличие алиасинга снижает
визуальное качество и
реалистичность картинки

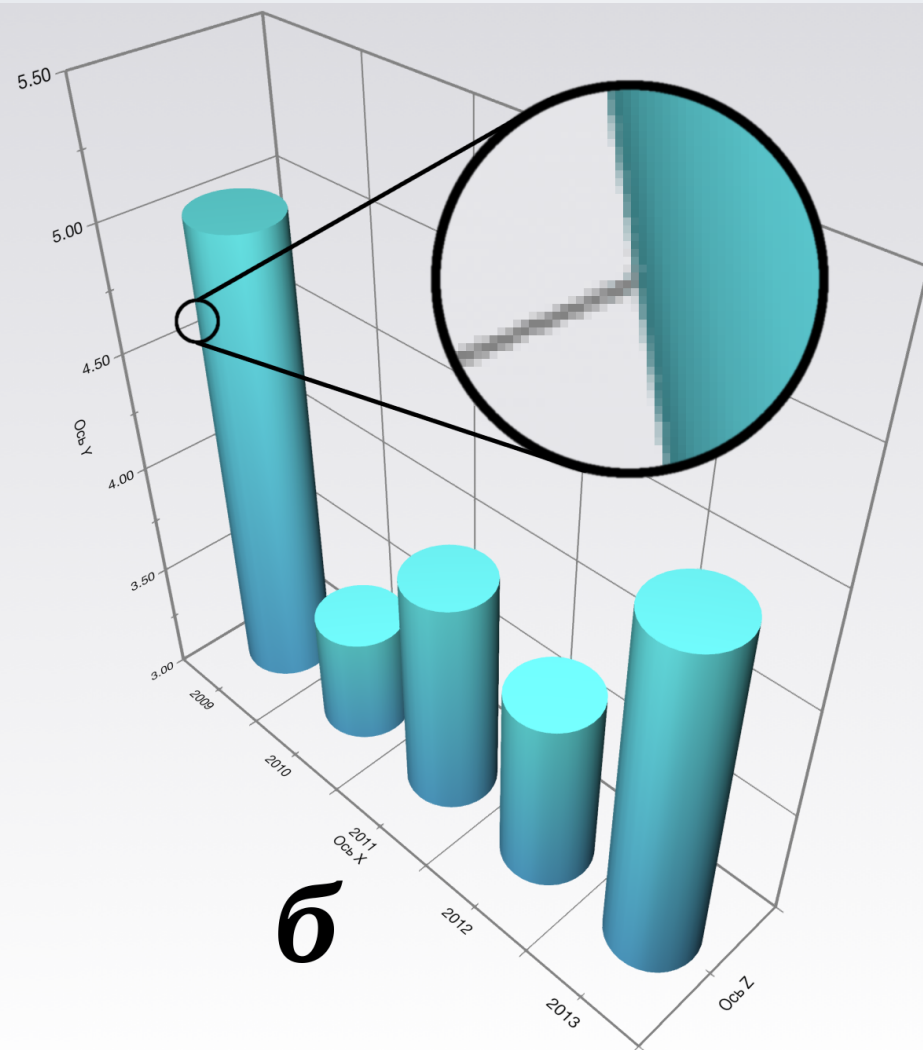
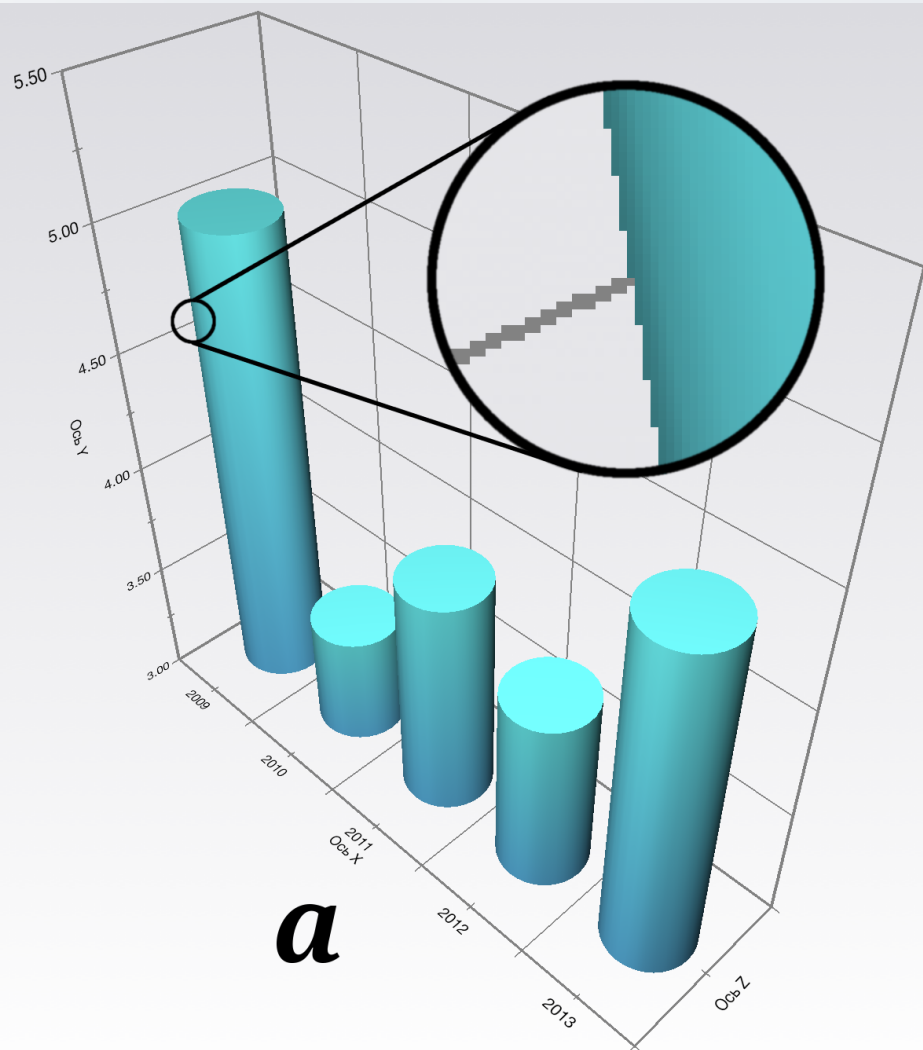


Для повышения качества
итогового изображения следует
производить **антиалиасинг** –
сглаживание границ.

Антиалиасинг – это не тупо размытие!

**Размытие даёт эффект падения чёткости линий,
тогда как антиалиасинг – эффект плавности линий**



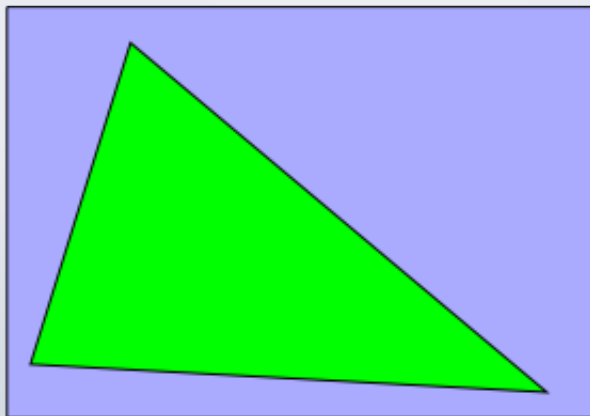


Исторический первый (и самый очевидный) способ антиалиасинга – сглаживание на основе увеличенного изображения (суперсемплинг, SSAA)

Идея:

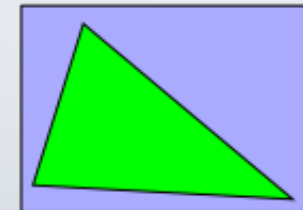
- Визуализация сцены в текстуру большего размера, чем размер итогового изображения
- Вывод полученной текстуры на спрайте, размер которого совпадает с размером итогового изображения => антиалиасинг достигается за счёт фильтрации текстуры при уменьшении

Увеличенное изображение
без антиалиасинга



Результат рендеринга

Изображение желаемого
размера с антиалиасингом



Результат фильтрации

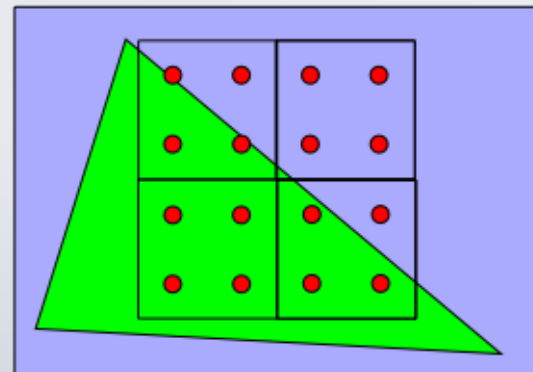
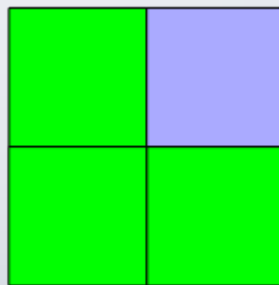
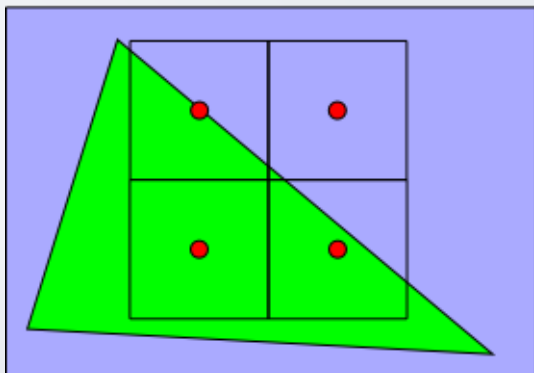
Развитие SSAA – сглаживание на основе расширенной выборки (мультисэмплинг, MSAA)

Идея:

- Используется расширенная выборка не всего буфера кадра, а лишь отдельных его составляющих: буфера цвета и буфера глубины
- За счёт этого количество вызовов фрагментного шейдера не увеличивается (так как разрешение буфера цвета не меняется), но цвет вычисляется по усреднённой добавочной информации

Без антиалиасинга

CSAA



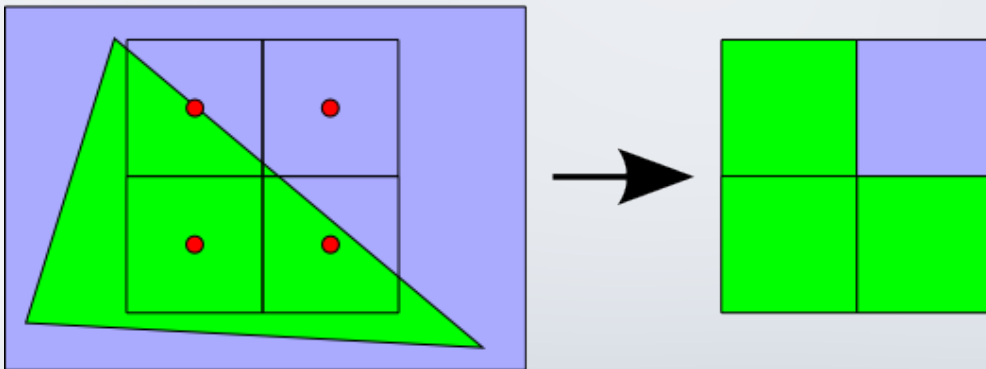
2 синих 2 зелёных	4 синих
4 зелёных	1 синий 2 зелёных

Развитие MSAA – сглаживание на основе расширенной выборки покрытия (мультисэмплинг покрытия, CSAA)

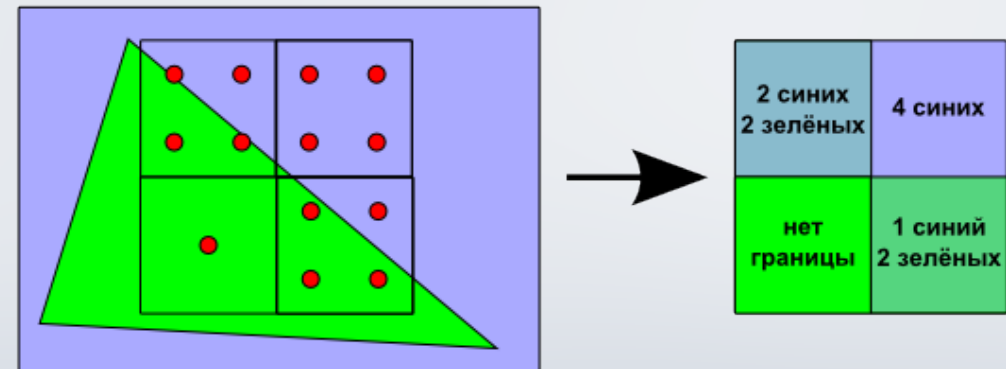
Идея:

- Расширенная выборка из буферов трафарета и глубины используется только в некоторой окрестности границ объектов
- Поиск границ осуществляется аппаратно
- Качество результата зависит от конкретного вида полигонов

Без антиалиасинга



CSAA



Ещё один путь развития MSAA – отложенное сглаживание на основе расширенной выборки (отложенный мультисэмплинг, DMSAA)

Идея:

- **Расширенная выборка используется для фильтрации готового изображения:**
 - **Визуализация всей геометрии сцены без использования материалов и освещения, с записью только в буфер глубины. При этом используется обычный MSAA**
 - **Визуализация сцены в обычном режиме без сглаживания**
 - **Применение «отложенного антиалиасинга», в процессе которого используются данные глубины, собранные на первом шаге, и на их основе осуществляется фильтрация изображения**

Морфологический антиалиасинг (MLAA) – сглаживание, основанное на поиске ступенек по определённым шаблонам и усреднении соседних пикселей найденной ступеньки по правилу, которое соответствует шаблону

Идея:

- Имеется множество шаблонов ступенек и множество правил сглаживания ступенек, соответствующих этим шаблонам**
- На этапе постобработки на готовом изображении производится поиск ступенек по шаблонам**
- Найденные ступеньки сглаживаются по соответствующим правилам**
- Шаблоны и правила могут варьироваться в зависимости от реализации метода**

Развитие MLAA – морфологический антиалисинг с субпиксельной точностью (SMAA)

Идея:

- **Использование локального анализа контраста для более точного поиска границ объектов с целью вычленения ступенек по шаблонам => более высокое качество результата**
- **Более качественная обработка острых углов и диагональных линий**
- **Сохранение резкости объектов**

Временной антиалиасинг (ТХАА) – сглаживание путём усреднения цветов пикселей между кадрами анимации

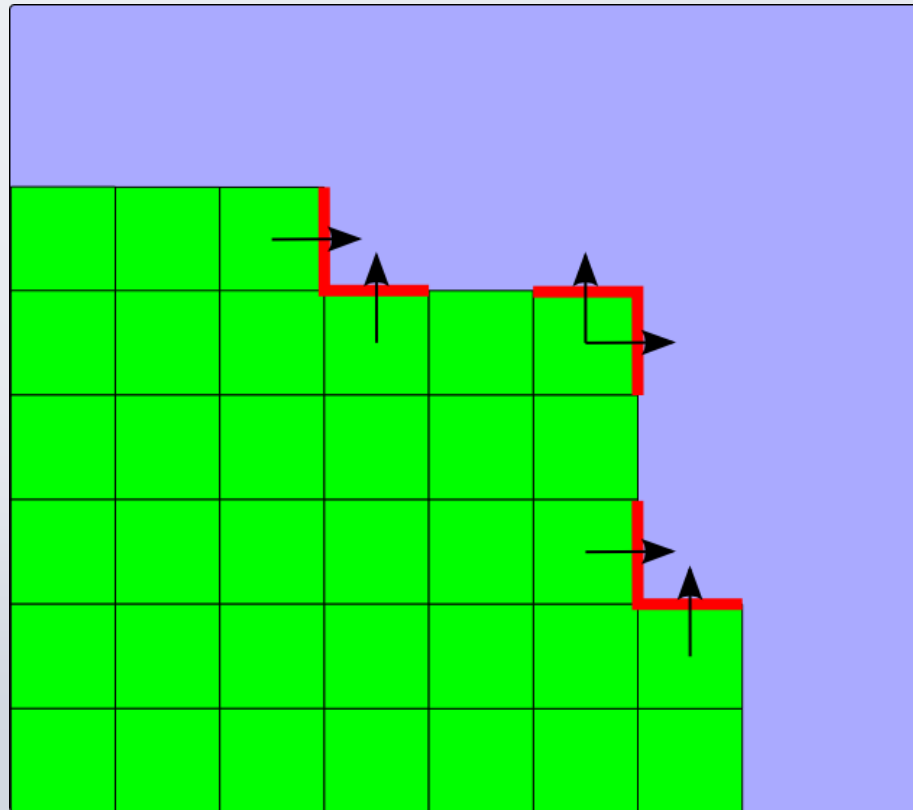
Идея:

- **Применим при наличии движения на сцене**
- **Для вычисления итогового цвета формируется расширенная выборка по соседним кадрам анимационной последовательности**
- **Предполагается наличие когерентности кадров**
- **Возможно обобщение на неподвижные сцены: движение имитируется путём нескольких рендерингов с эффектом дрожания камеры (математически этот эффект достигается путём внесения небольших смещений в матрицу проекции на каждом кадре)**
- **Для организации сглаживания необходимо произвести несколько рендерингов для получения одного кадра**

Быстрый аппроксимированный антиалиасинг (FXAA) – сглаживание путём размытия ступенок в перпендикулярном к ним направлении

Идея:

- На этапе постобработки изображения на нём происходит поиск ступенок по перепаду яркости
- К найденным ступенькам применяется размытие (усреднение цветов пикселей) в перпендикулярном к ним направлении



По моменту применения методы антиалиасинга классифицируются так:

- Алгоритмы времени рендеринга (SSAA, MSAA, CSAA)**
- Алгоритмы постобработки (MLAA, SMAA, FXAA)**
- Алгоритмы, использующие многопроходный рендеринг (DMSAA, TXAA)**

- Почти все современные системы вывода графики поддерживают MSAA, реализованный аппаратно (часто – с возможностью настраивать размер выборки, 4xMSAA, 8xMSAA, 16xMSAA, ...)
- Некоторые видеокарты / драйверы поддерживают ещё и CSAA, FXAA и даже TXAA и SMAA
- Но при этом любой антиалиасинг снижает производительность
- Так что иногда приходится извращаться и делать что-то своё, костыля отключение на моменты, когда критична скорость (например, воспроизведение анимации)
- В качестве кастомной альтернативы MSAA хорошо зарекомендовала себя суперпозиция SSAA и FXAA