Виртуальная реальность

занятие №2

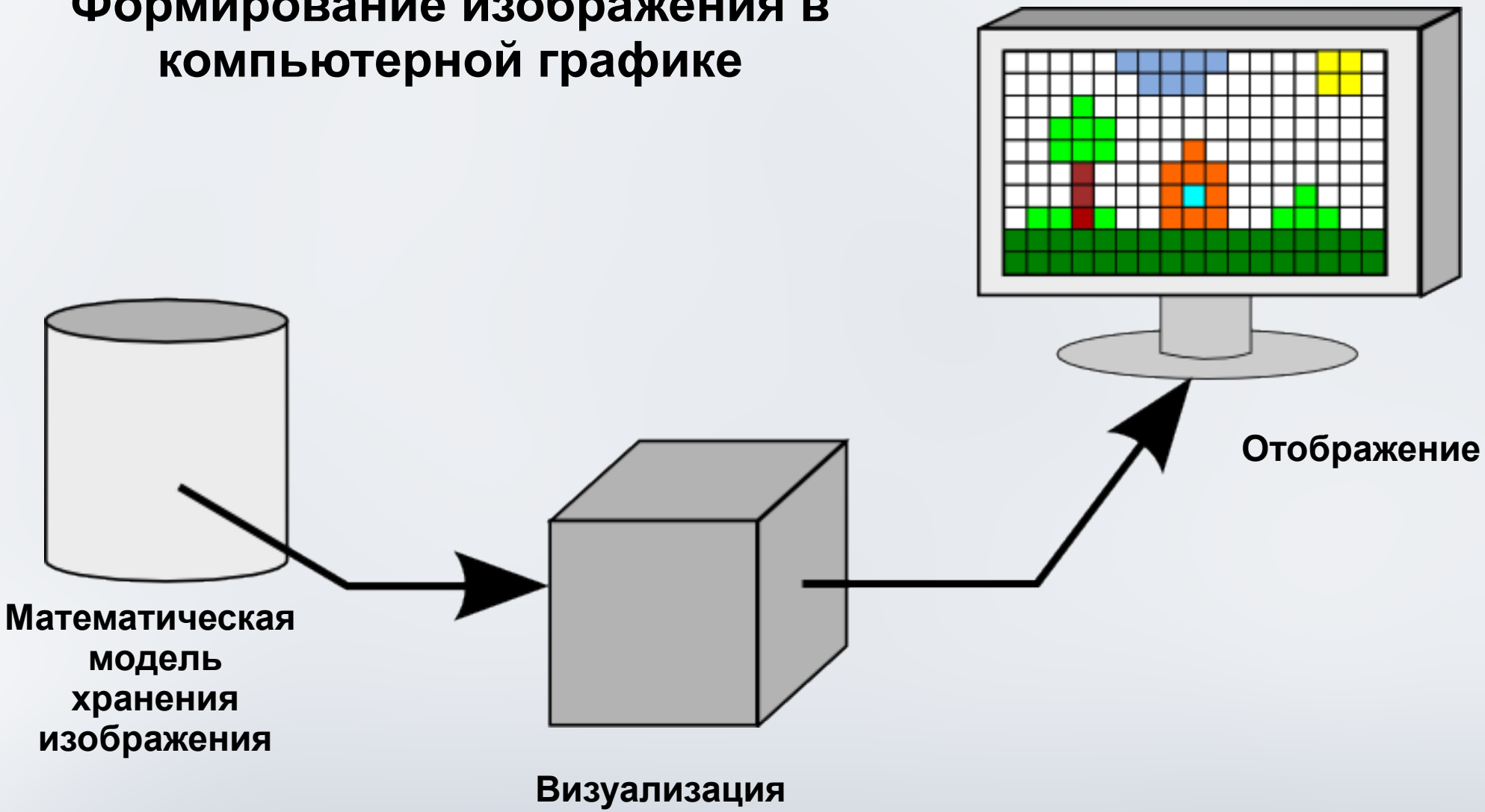
Рябинин Константин Валентинович

e-mail: icosaeder@ya.ru
jabber: icosaeder@jabber.ru

Пермь, 2012

Изображения в КГ

Формирование изображения в компьютерной графике



Изображения в КГ

Классификация графики по способу хранения

(от способа хранения зависит визуализация)

	2D	3D
Растровая	Матрица точек	Воксели
Векторная	Описание контуров и заливок	Описание многоугольников

Изображения в КГ

Классификация графики по способу хранения
(от способа хранения зависит визуализация)

	2D	3D
Растровая	Матрица точек	Воксели
Векторная	Описание контуров и заливок	Описание многоугольников

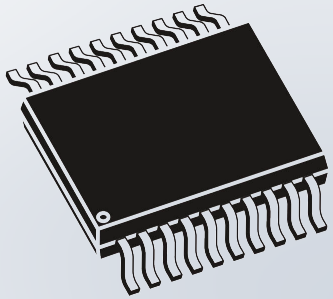
Описание многоугольников – описание вершин и связей между ними

Стандарт WebGL

Устройство графического приложения:

Логика

Движок



Графическое оборудование

Стандарт WebGL

WebGL – API для языка JavaScript, позволяющее строить двумерные и трёхмерные изображения в любом совместимом браузере без использования плагинов и с поддержкой аппаратного ускорения.

WebGL – **адаптация API OpenGLES для языка JavaScript**

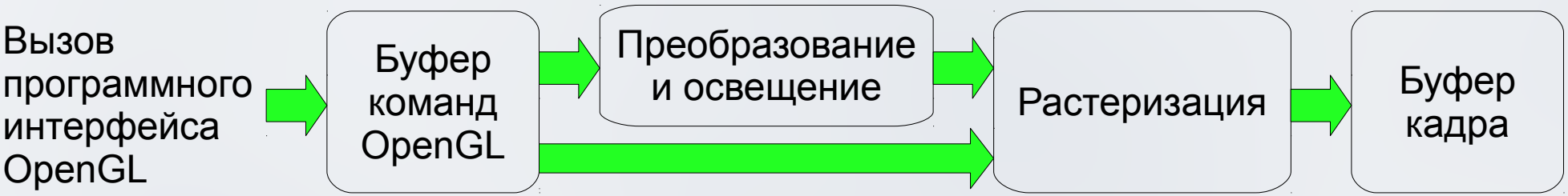
OpenGLES – **сокращённая версия стандарта OpenGL, изначально ориентированная на использование во встраиваемых системах (на мобильных устройствах)**

OpenGL – **открытый интерфейс к графическому оборудованию для создания трёхмерных изображений в реальном времени**

Основные особенности:

- Полная универсальность
- Низкий уровень функций

Конвейер


Вызов программного интерфейса OpenGL
Буфер команд OpenGL
Преобразование и освещение
Растеризация
Буфер кадра

Машина состояний

- Хранилище различных настроек, представляющих собой множество пар свойство-значение
- Бинарные атрибуты изменяются функциями
  void glEnable(GLenum cap)
  void glDisable(GLenum cap)
- Небинарные атрибуты изменяются специализированными функциями
- Для состояний есть свой стек, управляемый функциями
  void glPushAttrib(GLbitfield mask)
  void glPopAttrib(void)

Построение геометрии в OpenGL

- Атомарная управляемая единица геометрии – вершина
- Вершина имеет набор атрибутов (типа float), интерпретация которых, вообще говоря, лежит на программисте:
  - Координаты в пространстве
  - Координаты нормали
  - Координаты текстуры
  - Цвет
  - ...
- Вершины объединяются в примитивы:
  - Линии
  - Многоугольники (треугольники)

Построение геометрии в OpenGL

- Для произведения растеризации, системе для каждой вершины необходимо получить от программиста как минимум следующую информацию:
  - Тип примитива, в который входит вершина (соответственно, вместе с данной вершиной должны быть указаны все остальные, входящие в примитив)
  - Проекцию вершины на плоскость экрана, выраженную в однородных координатах
- Перед тем, как быть спроектированной на плоскость экрана, вершина может претерпевать различные пространственные преобразования. Этими преобразованиями достигается «размещение» объектов на сцене

Построение геометрии в OpenGL

- Все типовые задачи «размещения» объектов решаются при помощи аффинных преобразований вершин этих объектов:
  - Параллельного переноса
  - Масштабирования
  - Поворота
- Для этого удобно использовать аппарат матриц, так как он предоставляет единый механизм осуществления как аффинных преобразований, так и преобразований проекции
- Если «классический» («олдскульный») OpenGL *заставлял* использовать матрицы (имел функции работы с ними на уровне API), новые версии дают полную свободу выбора механизма (и не имеют никаких вспомогательных функций для этого)

Построение геометрии в OpenGL

- **При использовании матриц все преобразования сводятся к умножению вектора однородных координат вершины на матрицу преобразования, в результате чего получается вектор «новых» координат данной вершины:**

$$\begin{pmatrix} m_0 & m_4 & m_8 & m_{12} \\ m_1 & m_5 & m_9 & m_{13} \\ m_2 & m_6 & m_{10} & m_{14} \\ m_3 & m_7 & m_{11} & m_{15} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix}$$

ось X новой системы координат
ось Y новой системы координат
ось Z новой системы координат
начало новой системы координат

Матрица переноса

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & x \\ 0 & 1 & 0 & y \\ 0 & 0 & 1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Матрица масштаба

$$\begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Матрица поворота вокруг оси

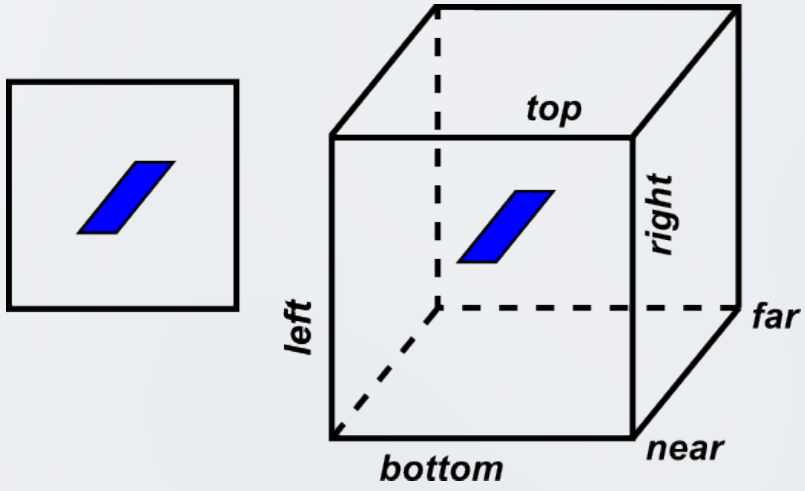
$$\begin{pmatrix} x^2(1-c)+c & xy(1-c)-zs & xz(1-c)+ys & 0 \\ yx(1-c)+zs & y^2(1-c)+c & yz(1-c)-xs & 0 \\ xz(1-c)-ys & yz(1-c)+xs & z^2(1-c)+c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$c = \cos\theta, \quad s = \sin\theta, \quad |(x, y, z)| = 1$$

Построение геометрии в OpenGL

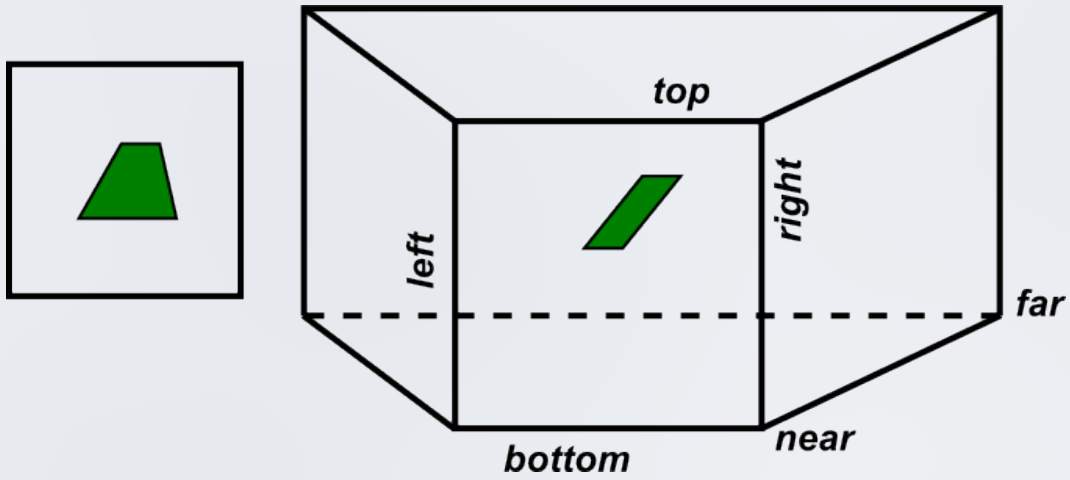
- **Заданием параметров проекции определяется видимая область пространства**

Параллельная проекция



$$\begin{pmatrix} \frac{2}{right-left} & 0 & 0 & -\frac{right+left}{right-left} \\ 0 & \frac{2}{top-bottom} & 0 & -\frac{top+bottom}{top-bottom} \\ 0 & 0 & \frac{-2}{far-near} & -\frac{far+near}{far-near} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Перспективная проекция

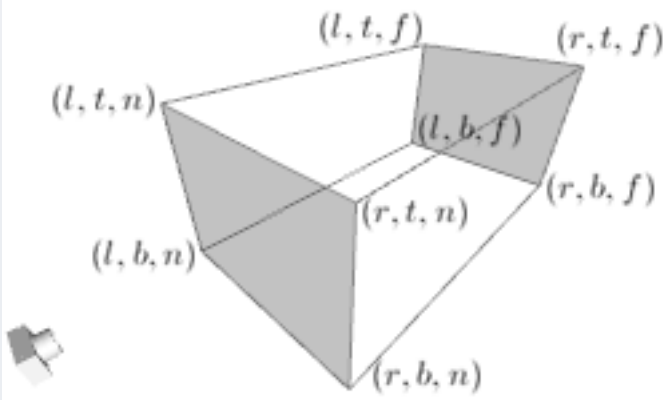


$$\begin{pmatrix} \frac{2\,near}{right-left} & 0 & \frac{right+left}{right-left} & 0 \\ 0 & \frac{2\,near}{top-bottom} & \frac{top+bottom}{top-bottom} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{far+near}{far-near} & -\frac{2\,far\,near}{far-near} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

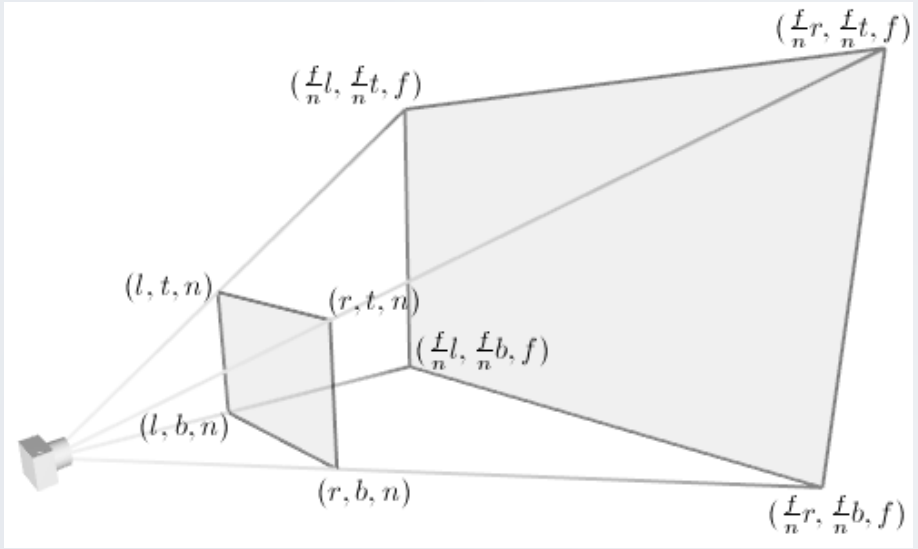
Построение геометрии в OpenGL

- **Заданием параметров проекции определяется видимая область пространства**

Параллельная проекция

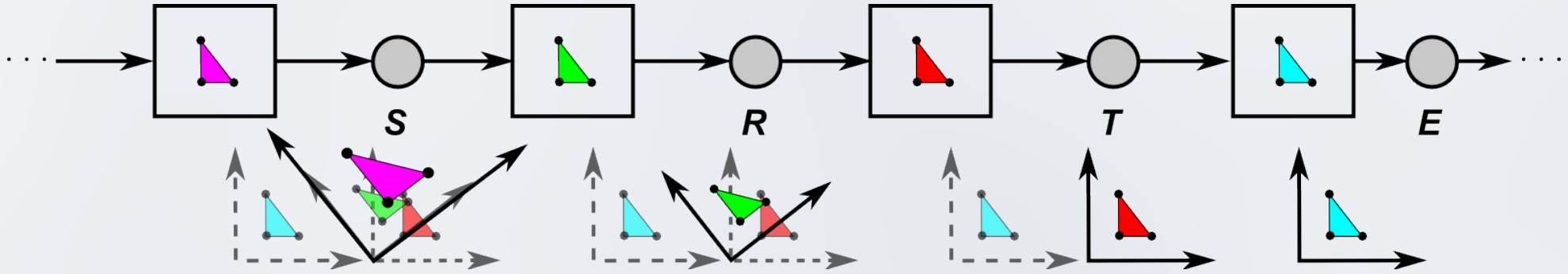


Перспективная проекция



Построение геометрии в OpenGL

- **Важным свойством матричных преобразований является их комбинируемость:**



- **В связи с этим, в компьютерной графике имеется паттерн хранения и применения преобразований Model-View-Projection:**

$v' = (P \cdot V \cdot M) \cdot v$

v' – вектор координат, передаваемый системе для произведения растеризации

v – вектор координат вершины

P – матрица проекции

V – матрица вида (преобразование камеры)

M – матрица модели (преобразование размещения объекта на сцене)

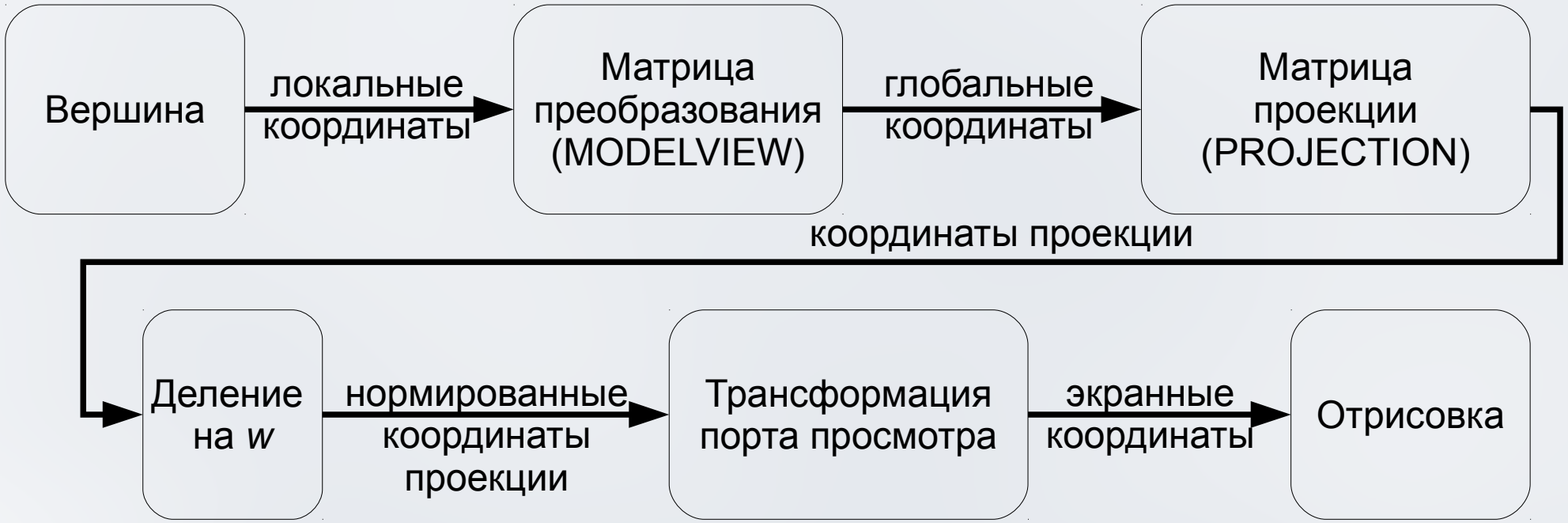
$M = M_{родителя} \cdot M_{объекта}$

Построение геометрии в OpenGL

- Камера – это псевдообъект в трёхмерном пространстве, характеризующий положение наблюдателя
- Камера – лишь полезная метафора, на низком уровне она выражена матричным преобразованием, математически ничем не отличающимся от всех остальных
- Часто преобразование камеры является лишь аффинным
- В связи с этим, *иногда* преобразование камеры не хранят отдельно, а «смешивают» его с преобразованием резмещения, получая матрицу, которую принято называть ModelView
  (в «классическом» OpenGL было именно так)

Построение геометрии в OpenGL

- **В итоге, преобразование координат, осуществляемое в графическом приложении, имеет вид:**



*** Преобразования из первого ряда должен выполнять программист, а преобразования из второго ряда система выполняет автоматически**

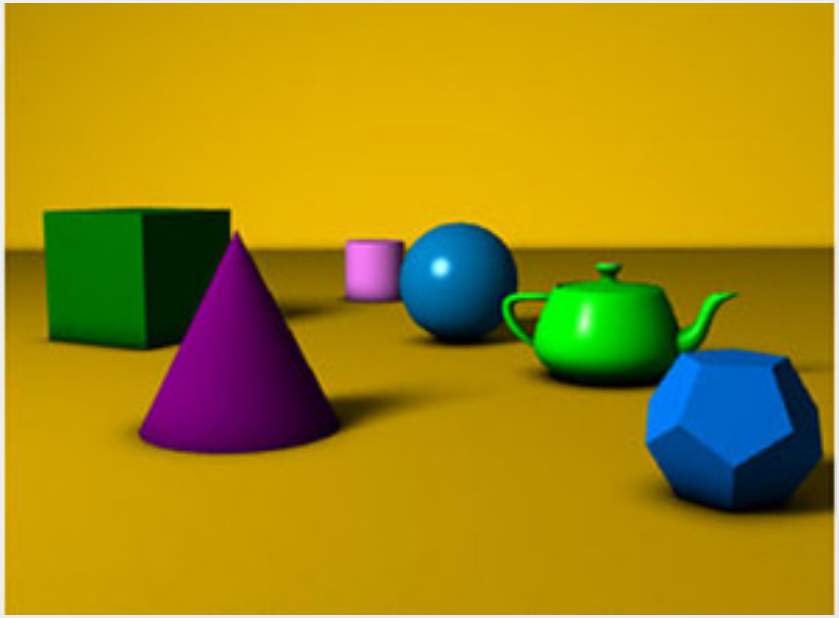
Буфер глубины

Буфер глубины (zBuffer) – это структура данных для сохранения глубины каждой точки изображения

- Чаще всего представлен двумерным массивом
- В современных системах реализуется аппаратно
- zBuffer характеризуется разрядностью своих ячеек
- Каждая новая точка отрисовывается на экране и записывается в ячейку буфера только тогда, когда уже записанное значение больше текущего (обратная ситуация носит название wBuffer)
- Если значения оказались равными (с учётом принятой погрешности) – ситуация «борьбы», необходима арбитражная стратегия
- Так как расчёт цвета точки – наиболее трудоёмкий процесс, рекомендуется, чтобы объекты были отсортированы по удалённости
- Сортировка по удалённости необходима, если объекты используют alpha-смешивание

Буфер глубины

Трёхмерная сцена



Представление в z-буфере

- Дамп z-буфера может быть использован в постобработке изображения – он предоставляет данные о фактической глубине сцены в каждой точке

Буфер цвета

Буфер цвета – это структура данных для сохранения цвета каждой точки изображения

- **Представлен двумерным массивом**
- **Фактически представляет собой визуализацию сцены (результат рендеринга)**
- **Точка сохраняется в буфере цвета только если она прошла тест видимости и только тогда, когда полностью вычислен её цвет**