

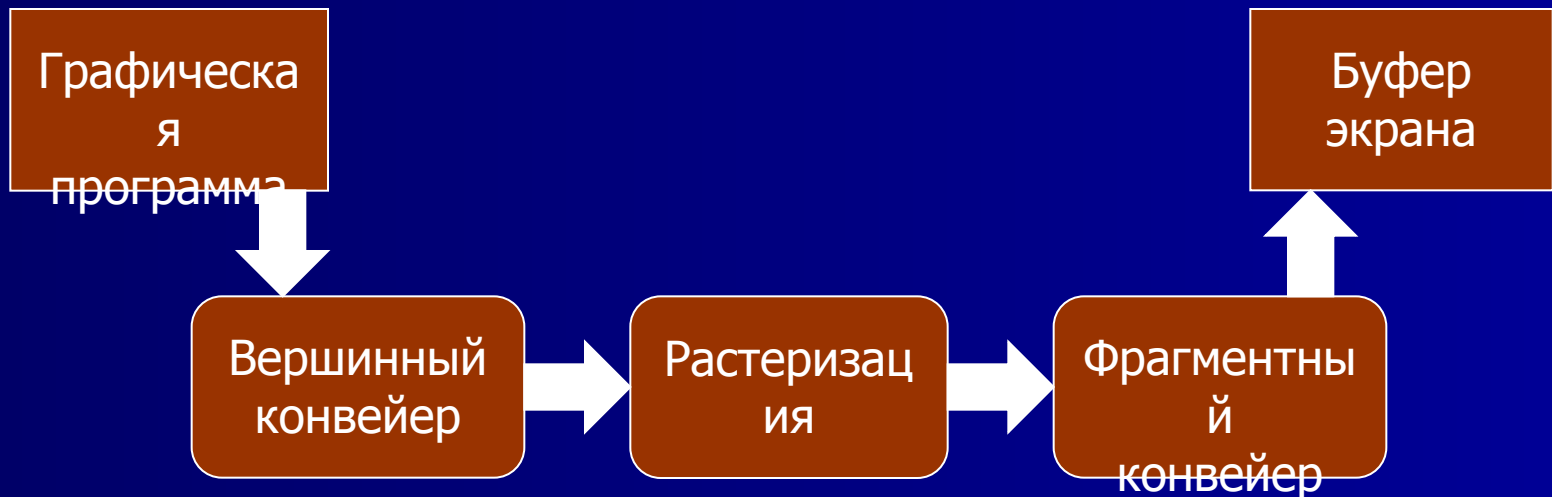


# Графический конвейер Преобразования геометрии

Александр Шубин



# Введение в проблему



- Цель: преобразовать трёхмерные описания объектов в двухмерную картинку
- Средство: задать строгий порядок преобразований



# Вершинный конвейер

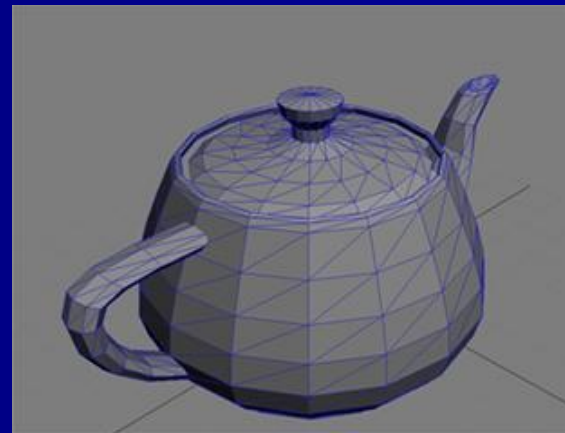


- работает с вершинами
- переходим от трёхмерных предметных координат к двумерным экранным



# Вершинные операции

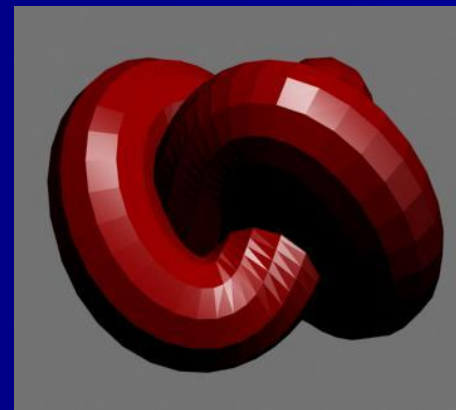
- координаты вершин преобразуются по видовым матрицам и матрицам проекции
- преобразуются нормали и текстурные координаты
- накладывается вычисление освещения





# Сборка примитивов

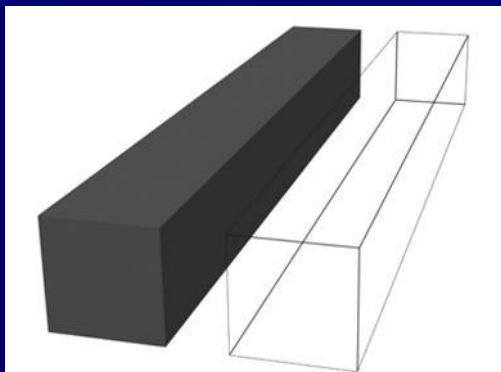
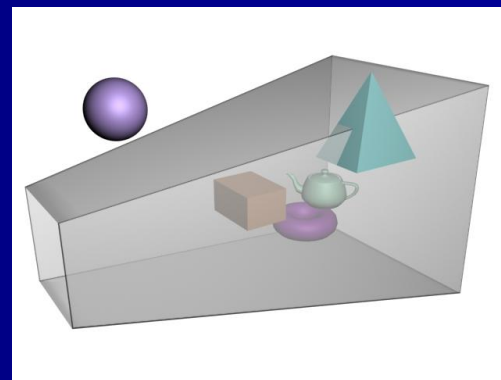
- формирование примитивов  
(точки, линии,  
многоугольники)
- необходимый этап,  
т.к. дальше идёт работа  
уже с наборами точек



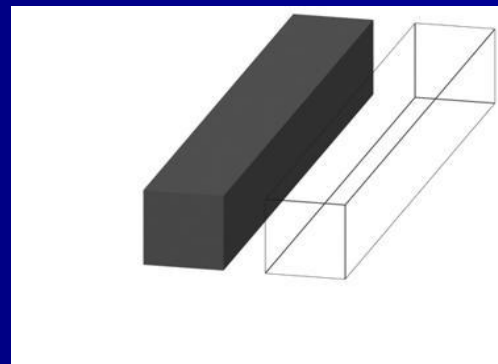


# Обработка примитивов

- отсечение по плоскостям  
отсечения и  
отображаемому объёму
- расчёт перспективы



с перспективой

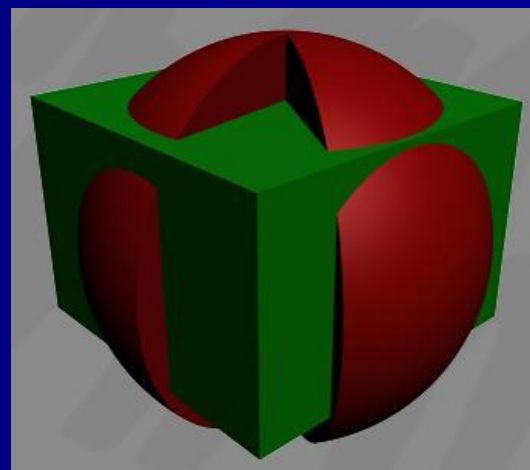


без перспективы



# Обработка примитивов

- приведение к оконным (экранным) координатам
- проверка расположен ли примитив на переднем плане (отбраковка)





# Растеризация



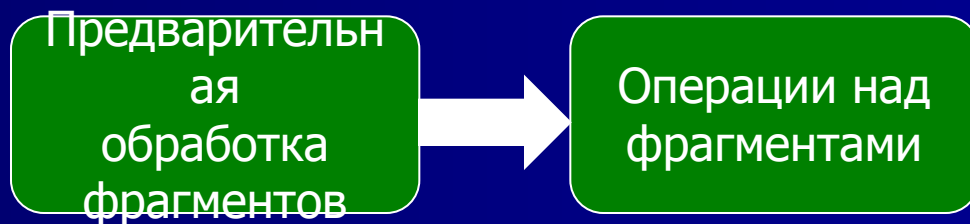
- на входе: обработанные вершины (после вершинного конвейера)
- на выходе: фрагменты, на которые разбиваются примитивы





# Фрагментный конвейер

## Фрагментный конвейер



- ▣ Обработка фрагментов: текстурирование, дымка, сложение цветов...
- ▣ Операции: проверка прозрачности, глубины, отсечение по буферу трафарета...

# Программируемый конвейер



- Позволяет заменить фиксированную часть обработки вершин и фрагментов программируемой



# Вершинный процессор

## Вершинный конвейер

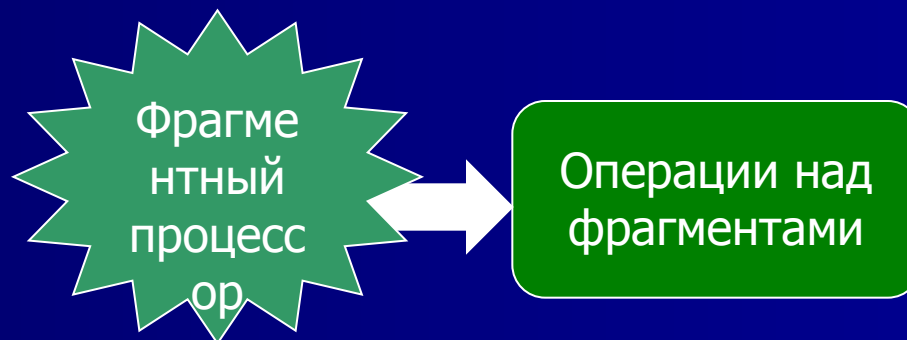


- позволяет программировать этап обработки вершин
- работает по отдельности с каждой вершиной
- должен полностью заменять фиксированную функциональность



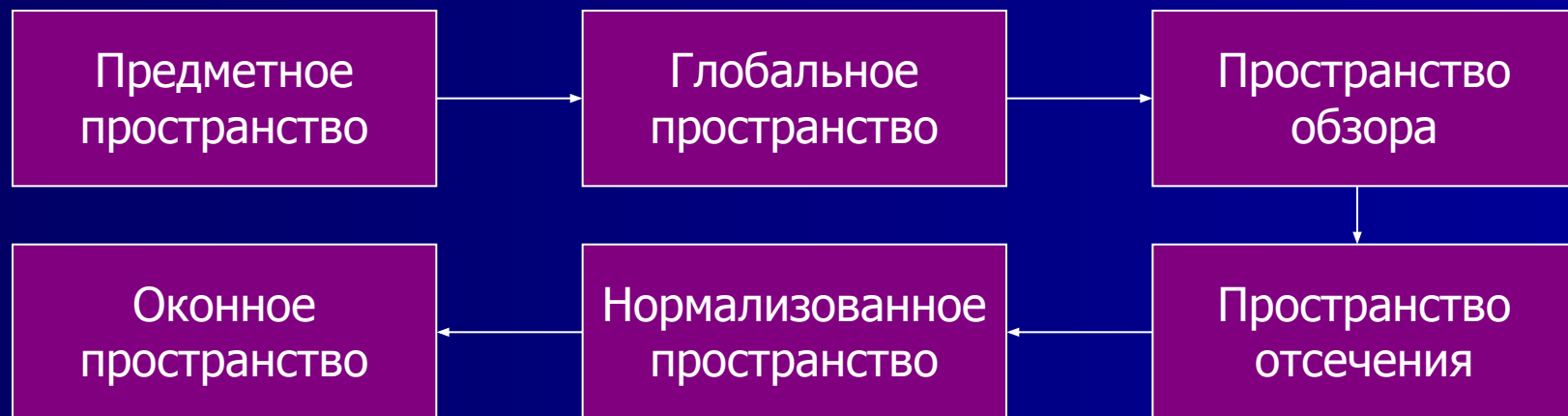
# Фрагментный процессор

## Фрагментный конвейер



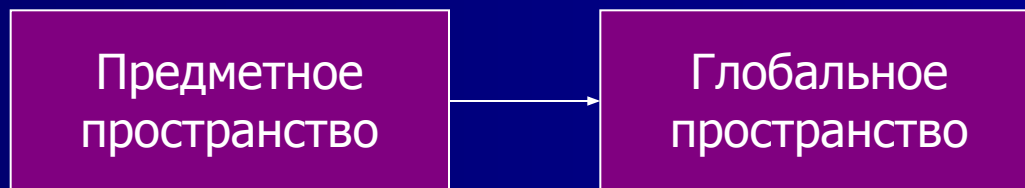
- позволяет программировать этап обработки фрагментов
- работает по отдельности с каждым фрагментом
- должен полностью заменять фиксированную функциональность

# Преобразования координат



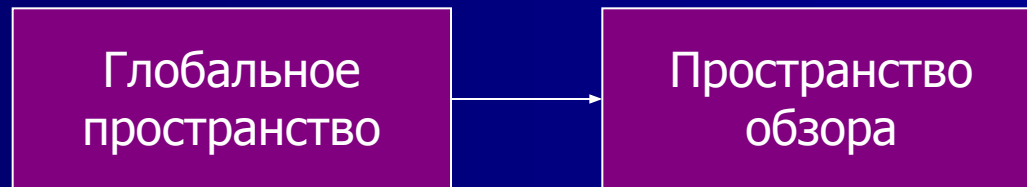
- каждое пространство координат имеет свои свойства
- большая гибкость

# Преобразования координат



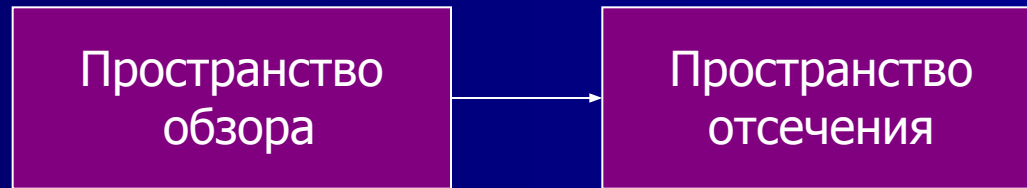
- переходим от одного предмета к нескольким
- необходимы общие единицы измерения
- расположение начала координат должно быть удобно для всей сцены

# Преобразования координат



- учитываем параметры обзора (точка обзора, точка фокуса, направление верха)
- начало координат теперь в точке обзора
- в OpenGL сразу идёт переход из предметного пространства в пространство обзора (модельновидовая матрица)

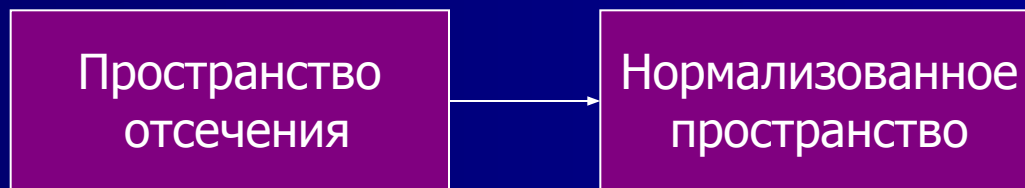
# Преобразования координат



- исключаем примитивы, не входящие в область обзора
- область обзора определяют видимый объём и пользовательские плоскости отсечения
- в OpenGL видимый объём задаётся матрицей проекции

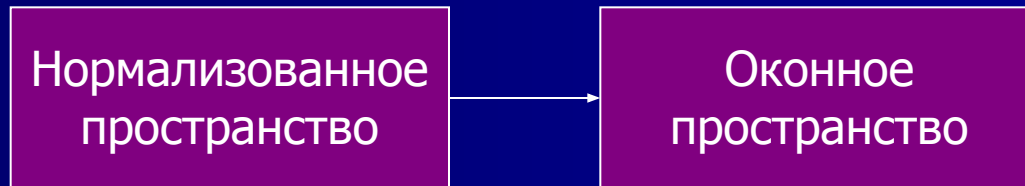


# Преобразования координат



- проводится расчёт перспективы
- все графические примитивы помещаются в пространство между  $(-1, -1, -1)$  и  $(1, 1, 1)$
- промежуточное пространство на пути к окну

# Преобразования координат



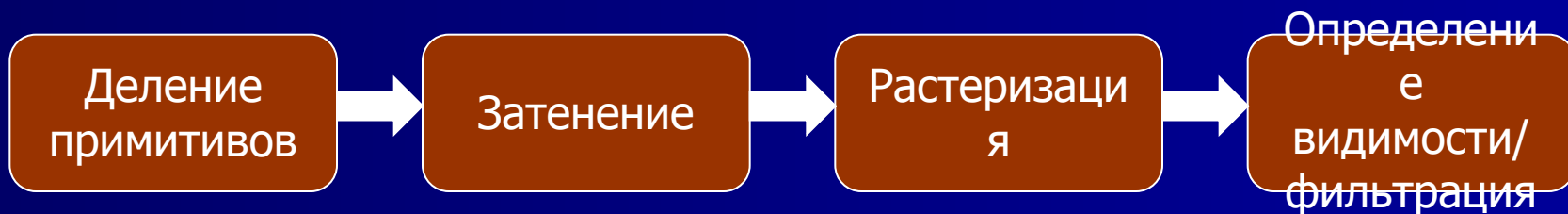
- переходим в оконные координаты
- растеризация происходит в оконных координатах





# Другие конвейеры

## Конвейер Reyes



- разработана Lusacfilm и Pixar для высококачественного рендеринга сложных сцен
- имеет четыре стадии



# Другие конвейеры

## Отличия Reyes от OpenGL

- операция текстурирования не нуждается в дополнительной фильтрации
- основной примитив – микрополигон (однородно покрашенный четырёхугольник)
- одна стадия затенения





**Спасибо за  
внимание!**

