

**УДК 004.92;004.42GLSL**  
**ББК 32.973**  
**В72**

Вольф Д.  
В72 OpenGL 4. Язык шейдеров. Книга рецептов / пер. с англ. А. Н. Киселева. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 368 с.: ил.

**ISBN 978-5-97060-255-3**

Язык шейдеров OpenGL (OpenGL Shading Language, GLSL) является фундаментальной основой программирования с использованием OpenGL. Его применение дает беспрецедентную гибкость и широту возможностей, позволяет использовать мощь графического процессора (GPU) для реализации улучшенных приемов отображения и даже для произвольных вычислений. Версия GLSL 4.x несет еще более широкие возможности, благодаря введению новых видов шейдеров: шейдеров тесселяции и вычислительных шейдеров.

В этой книге рассматривается весь спектр приемов программирования на GLSL, начиная с базовых видов шейдеров – вершинных и фрагментных, – и заканчивая геометрическими, вычислительными и шейдерами тесселяции. Здесь приводится множество практических примеров – от наложения текстур, воспроизведения теней и обработки изображений до применения искажений и манипуляций системами частиц. Прочтя ее, вы сможете задействовать GPU для решения самых разных задач, даже тех, что никак не связаны с формированием изображений.

Издание предназначено для программистов трехмерной графики, желающих задействовать в своих проектах всю мощь современных программных и аппаратных средств.

**УДК 004.92;004.42GLSL**  
**ББК 32.973**

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-1-78216-702-0 (анг.)  
ISBN 978-5-97060-255-3 (рус.)

Copyright © 2013 Packt Publishing  
© Оформление, перевод, ДМК Пресс, 2015

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>12</b>
<b>Глава 1 ❖ Введение в GLSL.....</b>	<b>18</b>
Введение.....	18
Использование загрузчика функций для доступа к новейшей функциональности OpenGL.....	21
Использование GLM для математических вычислений.....	25
Использование типов GLM для передачи данных в OpenGL.....	26
Определение версий GLSL и OpenGL.....	27
Компиляция шейдера.....	29
Компоновка шейдерной программы .....	33
Передача данных в шейдер с использованием вершинных атрибутов и вершинных буферных объектов.....	36
Получение списка активных атрибутов и их индексов .....	45
Передача данных в шейдер с использованием uniform-переменных .....	48
Получение списка активных uniform-переменных .....	51
Использование uniform-блоков и uniform-буферов .....	53
Получение отладочных сообщений.....	59
Создание класса C++, представляющего шейдерную программу .....	62
Рассеянное отражение с единственным точечным источником света .....	68
<b>Глава 2 ❖ Основы шейдеров GLSL .....</b>	<b>66</b>
Введение.....	66
Фоновый, рассеянный и отраженный свет .....	73
Использование функций в шейдерах.....	80
Реализация двустороннего отображения .....	83
Реализация модели плоского затенения.....	87
Использование подпрограмм для выбора функциональности в шейдере .....	89
Отбрасывание фрагментов для получения эффекта решетчатой поверхности.....	94
<b>Глава 3 ❖ Освещение, затенение и оптимизация .....</b>	<b>98</b>
Введение.....	98
Освещение несколькими точечными источниками света .....	98
Освещение источником направленного света .....	101
Потфрагментное вычисление освещенности для повышения реализма.....	104
Использование вектора полупути для повышения производительности .....	107
Имитация узконаправленных источников света.....	110
Придание изображению «мультиязычного» вида .....	113
Имитация тумана.....	116
Настройка проверки глубины .....	119
<b>Глава 4 ❖ Текстуры .....</b>	<b>122</b>
Введение.....	122
Наложение двумерной текстуры.....	123
Наложение нескольких текстур .....	128

Использование карт прозрачности для удаления пикселей.....	131
Использование карт нормалей.....	134
Имитация отражения с помощью кубической текстуры.....	140
Имитация преломления с помощью кубической текстуры.....	147
Наложение проецируемой текстуры.....	152
Отображение в текстуру.....	157
Использование объектов-семплеров.....	162

## **Глава 5 ❖ Обработка изображений и приемы работы с экраным пространством ..... 165**

Введение.....	165
Применение фильтра выделения границ.....	166
Применение фильтра размытия по Гауссу.....	172
Преобразование диапазона яркостей HDR с помощью тональной компрессии.....	179
Эффект размытости на границах ярких участков.....	184
Повышение качества изображения с помощью гамма-коррекции.....	189
Сглаживание множественной выборкой.....	192
Отложенное освещение и затенение.....	197
Реализация порядконезависимой прозрачности.....	203

## **Глава 6 ❖ Использование геометрических шейдеров и шейдеров тесселяции ..... 215**

Введение.....	215
Отображение точечных спрайтов с помощью геометрического шейдера.....	220
Наложение каркаса на освещенную поверхность.....	225
Рисование линий силуэта с помощью геометрического шейдера.....	233
Тесселяция кривой.....	242
Тесселяция двумерного прямоугольника.....	247
Тесселяция трехмерной поверхности.....	252
Тесселяция с учетом глубины.....	257

## **Глава 7 ❖ Тени ..... 261**

Введение.....	261
Отображение теней с помощью карты теней.....	261
Сглаживание границ теней методом PCF.....	272
Смягчение границ теней методом случайной выборки.....	275
Создание теней с использованием приема теневых объемов и геометрического шейдера.....	282

## **Глава 8 ❖ Использование шума в шейдерах ..... 291**

Введение.....	291
Создание текстуры шума с использованием GLM.....	293
Создание бесшовной текстуры шума.....	296
Создание эффекта облаков.....	298
Создание эффекта текстуры древесины.....	300
Создание эффекта разрушения.....	303
Создание эффекта брызг краски.....	305

Создание эффекта изображения в приборе ночного видения .....	308
--	-----

## **Глава 9 ❖ Системы частиц и анимация ..... 312**

Введение.....	312
Анимация поверхности смещением вершин .....	313
Создание фонтана частиц .....	316
Создание системы частиц с использованием трансформации с обратной связью .....	322
Создание системы частиц клонированием .....	331
Имитация пламени с помощью частиц .....	334
Имитация дыма с помощью частиц .....	337

## **Глава 10 ❖ Вычислительные шейдеры ..... 340**

Введение.....	340
Реализация системы частиц с помощью вычислительного шейдера .....	344
Имитация полотнища ткани с помощью вычислительного шейдера.....	348
Определение границ с помощью вычислительного шейдера .....	355
Создание фракталов с помощью вычислительного шейдера .....	360

## **Предметный указатель ..... 364**