

Иванов М.А.

студент магистратуры

2 курс,

Российский Экономический Университет имени Г.В. Плеханова,

Россия, г.Москва

PHYSICALLY BASED RENDERING БУДУЩЕЕ ФОТОРЕАЛИЗМА

***Аннотация:** Статья посвящена исследованию физических свойств различных материалов, и их PBR наборов параметров в трёхмерной графике.*

***Ключевые слова:** ПБР, физически обоснованный рендеринг, блендер, 3д графика, рендер, эффект фернеля, гладкость, зеркальность, отражаемость*

***Annotation:** This article explains how different parameters influence PBR materials appearance and how they should be treated.*

***Key words:** PBR, physically based rendering, blender, fresnel, smoothness, specular, glossiness, 3d graphics.*

Развитие общества характеризуется ростом объемов новой информации и знаний, что не может не радовать и не тревожить одновременно исходя из [3, с. 212-217]. Поскольку эта информация должна быть обработана (иначе она просто не нужна). Количество информации, поступающей в промышленность, управление, научный мир и информационные системы, доходит до тревожных пропорций. Согласно информации источника [2-3], это нельзя назвать информационным взрывом, поскольку взрыв носит кратковременный характер. Но рост информации в принципе не имеет конца. Здесь, на наш взгляд, есть порочная обратная связь, выражающаяся в том, что рост объемов информации порождает рост быстродействия компьютеров и их общей мощности, а это дает возможность увеличивать объем информации. Это позволяет использовать новые комплексные подходы в компьютерной

графике, которые до этого заменялись примитивными имитирующими алгоритмами.

PBR расшифровывается как *physically-based rendering*, что на русском языке означает рендер основывающийся на физических свойствах материала. Раньше, рендер осуществлялся не «прицельно» а «прикидочно», с использованием различных хитростей и попыток предугадать распределение света. В современном же мире, мощности оборудования позволяют очень быстро вычислить физические пути распределения света, если материалу можно задать набор входных параметров. Это позволяет получить наиболее фотореалистичную картинку при рендере изображений или анимации, путём просчёта освещения и рендера основываясь на физических данных поверхности и материала.

Всего существует несколько общих путей создания фотореалистичных моделей и материалов, в данной статье мы рассмотрим пункты, касающиеся настройки материалов.

1. Specular reflection

Specular reflection - это сила отражаемости поверхности объекта. Любой даже самый матовый материал отражает часть света который в него входит. Однако, ещё часть света всегда проникает внутрь поверхности и либо поглощается им и гаснет, либо искажается и отражается в случайные стороны. Это явление и позволяет объектам быть видимыми человеческому глазу. Наш глаз воспринимает свет, отражаемый от поверхностей и попадающий в него, затем передавая полученную информацию мозгу.

Чем более отражающей является поверхность, тем меньше должно быть видно её собственный цвет. Это логично, т.к. если посмотреть, например, на зеркало, его настоящего цвета почти совсем не видно, т.к. оно принимает цвета

своего окружения, но если посмотреть на обычный кирпич, то окружения не будет видно вовсе, но его истинный цвет будет хорошо видно. Именно эта логика стоит в основании PBR рендеринга. Закон сохранения энергии в данном случае гласит, что поверхность объекта не может отразить больше света, чем в него входит.

2. Smoothness

Smoothness - это гладкость поверхности. Чем шероховатее поверхность, тем слабее отражающийся от неё свет, однако тем выше его зона распространения на объекте. Распределение света в зависимости от типа поверхности продемонстрировано на рисунке 1.

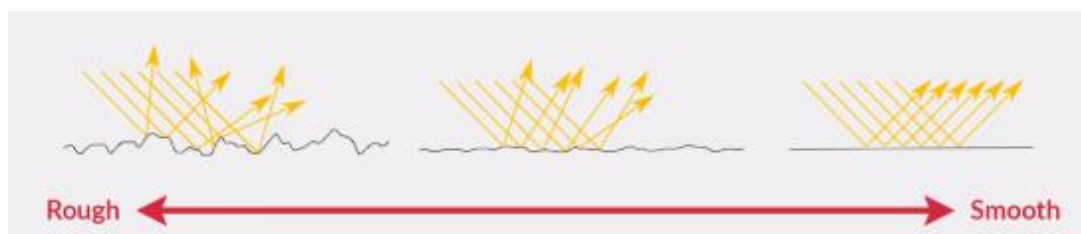


Рисунок 1. Трассировка лучей света по плоской и неровной поверхности

Чем более гладка поверхность, тем уже точка отражённого от поверхности света, но тем сильнее она отражается по сравнению с шероховатыми поверхностями. Это наглядно проиллюстрировано на рисунке 2.

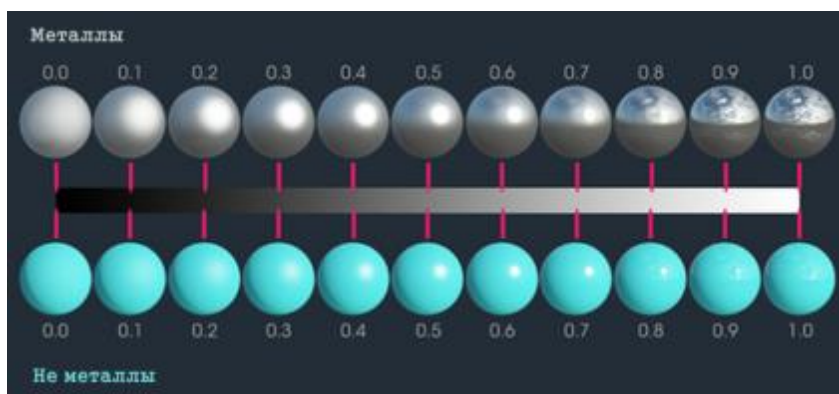


Рисунок 2. Распределение света в зависимости от гладкости поверхности

Обычно в 3д графике принято разделять гладкость металлов от не металлов. Металлы сами по себе блестящие как материал, и обычно отражают 60-90% света, в то время как не металлы обычно отражают 0-20%.

3. Fresnel

Fresnel—это обтекаемость поверхности светом. Обтекаемость светом гласит, что количество света, отражаемого поверхностью меняется с разных ракурсов и в зависимости угла. Более наглядно это продемонстрирован на рисунке 3.

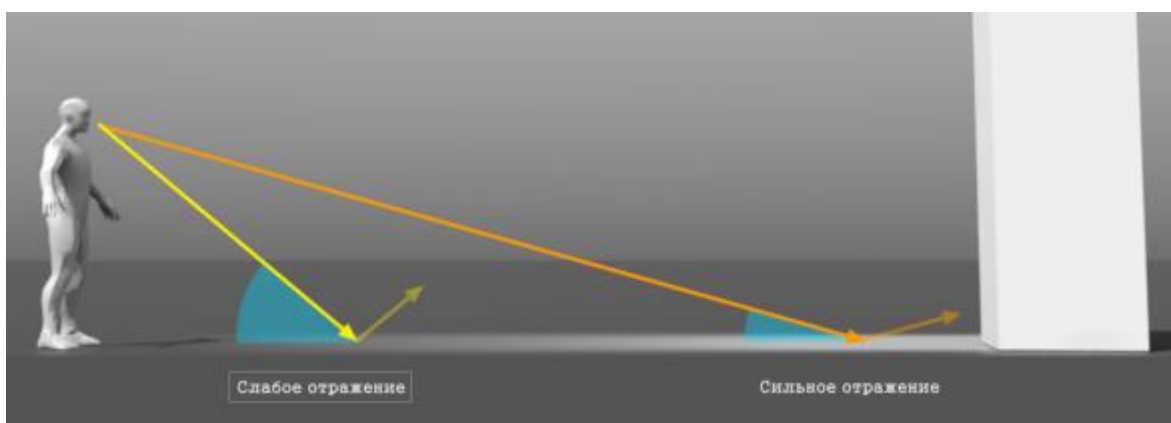


Рисунок 3. Распределение отражения в зависимости от угла

В реальном мире, на самой грани объекта, количество отражаемого света будет 100%, в то время как в самом центре объекта будет базовая отражаемость поверхности, как показано на рисунке 4.

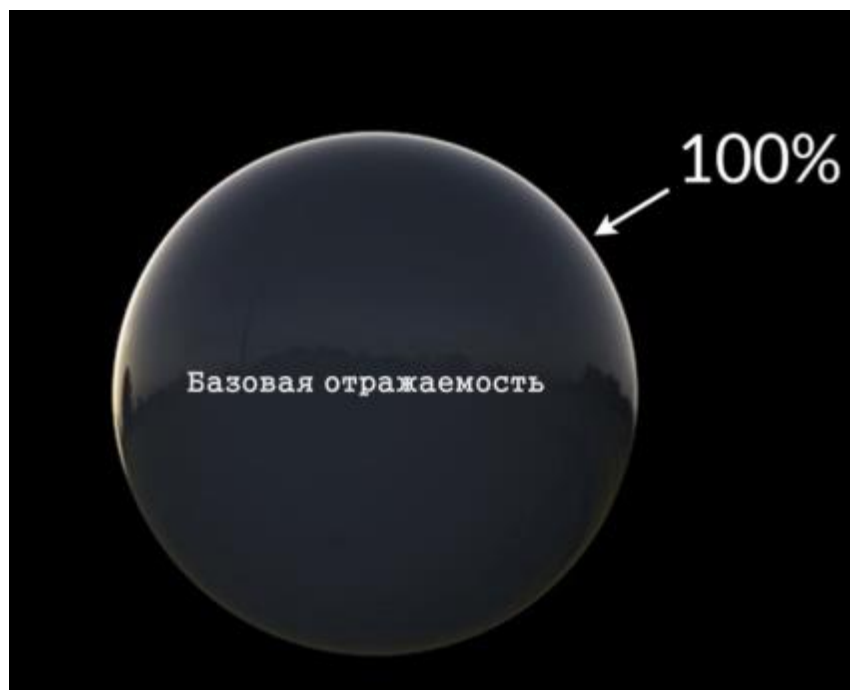


Рисунок 4. Базовая отражаемость поверхности

Для большей понятности, это можно представить, как если например смотреть на лужу на асфальте, в которой отражается солнце. На границе лужи, которая дальше от глаза человека, смотрящего в неё, отражение света будет сильнее, и асфальт под лужей не будет видно, зато будет видно отражение неба и зданий вокруг, т.к. вода отражает своё окружение. На границе лужи ближайшей к глазу человека, смотрящего в неё, будет меньше отражения окружающих объектов и света, зато будет видно сам асфальт под лужей.



Рисунок 5. Эффект Fresnel в реальном мире

Любой, даже самый твёрдый объект, как дерево, кирпич, асфальт или пластик имеет параметр обтекаемости светом, хоть его и не видно глазом. Наиболее часто можно встретить этот параметр при глянцевых поверхностях на моделях с использованием карт нормалей или normalmap.

Таким образом, эти три составляющие являются наиболее важными параметрами в создании фотореалистичных PBRматериалов и являются основами создания любого материала с упором на фотореалистичность. Большаю часть фильмов сейчас снимается на зелёном фоне известном как chromokey, который позволяет специалистам по спец эффектам, 3д моделлерам, аниматорам и VFX дизайнерам добавлять невероятные сцены и эффекты туда, где их очень сложно добавить физически в реальном мире. Помимо параметров самого материала, у модели могут иметься карты нормалей, бамп карты, карты отражений и разные каналы текстур, которые добавляют ещё большей реалистичности любому объекту.

Согласно информации источника [4], на подобии закона Мура, количество необходимой для обработки информации и вычислительной

поцности систем удваается каждые 24 месяца. Однако, использование PBR материалов сильно оптимизирует и упрощает процесс, так что экономия временных и стоимостных ресурсов при этом максимальна, а сам процесс сильно оптимизирован и не так трудоёмок, по сравнению с прошлыми поколениями.

Использованные источники:

1. ОПЕРАТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО АДАПТАЦИИ МЕНЕДЖЕРА
Дик В.В., Староверова О.В., Уринцов А.И.
Вестник Московского университета МВД России. 2016. № 1. С. 176-180.
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПРАКТИКОВ
Уринцов А.И., Галахов Д.В., Черноусов А.А.
В сборнике: Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению "Прикладная информатика для инновационной экономики" Сборник научных трудов. 2015. С. 109-115.
3. ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА
Павлековская И.В., Староверова О.В., Уринцов А.И.
Вестник экономической безопасности. 2017. № 3. С. 212-217.
4. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ
Уринцов А.И.
Москва, 2004.
5. МНОГОУРОВНЕВЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
Уринцов А.И.
Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. Москва, 2003.

6. INFORMATION SOCIETY AS AN ENVIRONMENT FOR CREATING NEW KNOWLEDGE

Urintsov A.I., Dik V.V., Kameneva N.A., Makarenkova E.V.

Науковий Вісник Національного Гірничого університету. 2014. № 4. С. 113-120.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ УЧАЩИХСЯ НАВЫКАМ РАБОТЫ С ТРЕХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКОЙ

Кочеткова О.А., Пудовкина Ю.Н.

В сборнике: XXII МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ (Б.Ф. ГАЛЕРКИНА) сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 65-67.

8. USING GAME ENGINES FOR PHYSICS-BASED SIMULATIONS - A FORKLIFT

Juang J.R., Hung W.H., Kang S.C.

Electronic Journal of Information Technology in Construction. 2011. Т. 16. С. 3-22.

9. TOOLS FOR GRAPHICAL SPECIFICATION AND VISUALIZATION OF DEVS MODELS

Gabriel Wainer, Qi Liu

Simulation. 2009. Т. 85. № 3. С. 131-158.

10. АНАЛИЗ ПРИЛОЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ И ЕГО ДОПОЛНЕНИЙ

Захаров В.С.

В сборнике: Поколение профессионалов Материалы международного конкурса научных публикаций молодежи: Текстовое электронное издание . Краснодар, 2018. С. 64-71.