

# Hydra Renderer

Руководство пользователя

Copyright © 2013 Ray Tracing Systems

<http://ray-tracing.ru>, <http://ray-tracing.com>

## Оглавление


1	Установка	5
1.1	Системные требования	5
1.2	Установка плагина для Autodesk 3ds Max	5
2	Hydra в Autodesk 3ds Max	6
2.1	Начало работы	6
2.2	Настройки рендера	6
2.3	Методы рендеринга	7
2.4	Описание тестовых сцен	7
3	Настройка материалов и источников	9
3.1	Источники света	9
3.2	Материалы Standart	9
3.3	Материалы hydraMaterial	9
3.3.1	Вкладка Emission	10
3.3.2	Вкладка Diffuse	10
3.3.3	Вкладки Specular и Reflectivity	10
3.3.4	Вкладка Transparency	11
3.3.5	Вкладка Displacement	12


4	Работа с внешним gui .....	14
4.1	Импорт сцены	14
4.2	Управление камерой	14
4.3	Tone Mapping	15
4.4	Вкладка Control	15
4.5	Настройки трассировки лучей (Ray Tracing)	16
4.6	Настройки трассировки путей (Path Tracing)	16
4.7	Настройки кэша освещенности (Irradiance Cache)	17
4.8	Настройки глоб. фотонных карт (SPPM Diffuse)	17
4.8.1	Как правильно делать Final Gathering .....	18
4.9	Настройки кауст. фотонных карт (SPPM Caustic)	18
	Bibliography .....	20
	Books	20
	Articles	20

## 1 — Установка

### 1.1 Системные требования

1. Видеокарта с поддержкой CUDA.
  - (a) Compute Capability 1.0 - минимальная (работает только path tracing).
  - (b) Compute Capability 1.1 - терпимо (меньше скорость у фотонмаппинга, в текущей версии не работает Multy-Layered).
  - (c) Compute Capability 2.0 и выше - рекомендуемая.
2. Рекомендуемый объем памяти видеокарты - от 1 Gb (макс кушает много).

 Желательна последняя версия драйвера от NVIDIA. При этом CUDA Toolkit ставить не нужно.

 Если Вам не хватает памяти, используйте внешний gui (см. главу 4). Сразу после начала рендеринга (например в момент прорисовки BVH дерева) можно отменить рендер и закрыть макс. Это позволит освободить занимаемую максом память. Далее запустите hydra.exe вручную (или нажмите 'Restart') и он подгрузит только что отправленную на рендер сцену.

### 1.2 Установка плагина для Autodesk 3ds Max

1. Скопировать hydraRender\_mk3.dlr и HydraMaterial.dlt в соответствующую папку макс. Например, если вы используете 2013 max 64 разрядной версии, это будет 'C:/Program Files/Autodesk/3ds Max 2013/plugins'.
2. Скопировать соответствующую (для 32 или 64 битной версии) папку '[Hydra]' на диск C (чтобы получилось так: 'C:/[Hydra]' ).



## 2 — Hydra в Autodesk 3ds Max

### 2.1 Начало работы

Здесь все стандартно: 'Render' -> 'Render Setup' -> 'Common' -> 'Assign Renderer'. Разлочить Material Editor & Production. В 'Production' выбрать `hydraRender_mk3`.

**R** В сцене должна быть хотя бы одна (а в текущей версии строго одна) камера и хотя бы один источник. Если источники света отсутствуют, рендер создаст серый SkyLight.

### 2.2 Настройки рендера

В текущей версии в максе Вы можете выбрать метод рендеринга в окне 'Methods'. Чекбокс 'Use External Hydra Gui' указывает на то, что вы собираетесь использовать внешний графический интерфейс. Пока что осуществлять тонкую настройку рендера вы можете только через внешний gui. Также внешний gui позволяет вам использовать встроенный в Hydra Tone Mapping и рассчитывать изображения с глубиной резкости (DOF). Более подробно об этом рассказано в главе 4.

Далее идут наиболее часто изменяемые параметры фотонных карт:

1. Радиус сбора для глобальной фотонной карты ('Global Gather Radius'). Задается в долях от размера сцены. Например значение 0.01 означает, что радиус сбора будет равен 1 сотой максимального размера сцены (по осям x,y или z).
2. Радиус сбора для каустической фотонной карты ('Caustic Gather Radius'). Задается также в долях от размера сцены. Как правило, радиус сбора для каустиков должен быть сильно меньше радиуса сбора для глобальной фотонной карты.
3. Caustic multiplier - множитель, отвечающий за яркость каустиков.

## 2.3 Методы рендеринга

В Hydra используются следующие алгоритмы.

1. Адаптивная трассировку путей - Path Tracing.
2. Кэш освещенности - Irradiance Cache (IC).
3. Стохастические прогрессивные фотонные карты - SPPM.
4. Хитрый многомерный фильтр на основе (режим Multi-Layered).

Как правило, различные режимы ('Methods') используют комбинацию алгоритмов:

1. Path Tracing - Монте-Карло трассировка путей. Несмещенный (unbiased) метод рендеринга. По умолчанию не рассчитывает каустики. Тем не менее, используя внешний gui для него можно включить расчет каустиков хотя это и не будет эффективно.
2. Irradiance Cache + Path Tracing - метод, вычисляющий вторичную диффузную освещенности при помощи кэша освещенности. Работает в 2 этапа. Сначала строится кэш освещенности, после чего финальное изображение рассчитывается при помощи трассировки путей. Хорошо подходит для архитектурных сцен с большим количеством гладких поверхностей.
3. Path Tracing + SPPM (caustics) - режим использует SPPM для расчета каустиков и трассировку путей для остальных компонент освещения.
4. Path Tracing + SPPM (caustics) + IC - то же что и предыдущее, но вторичную диффузную освещенность вычисляет при помощи кэша освещенности.
5. SPPM (secondary) - использует SPPM для вычисления вторичной диффузной освещенности.
6. SPPM (all) - использует SPPM для вычисления и первичной и вторичной освещенности.
7. Multi-Layered - отдельно вычисляет изображения падающей вторичной освещенности, фильтрует при помощи многомерного фильтра и комбинирует результат. В настоящий момент над методом идет активная работа. Метод неплохо показывает себя на архитектурных сценах.

## 2.4 Описание тестовых сцен

В архиве 'data' находятся несколько тестовых и демонстрационных сцен. В папке hydra\_lessons находятся сцены в формате '.max', на которых можно протестировать работу рендера в максе. Сцены в под-папках 'standart\_materials' и 'architect\_standart' демонстрируют применение стандартных максовских материалов. Сцены в папке 'z\_hydra\_materials' демонстрируют применение 'hydraMaterial'. Рекомендуется использовать методы Path Tracing, Irradiance Cache + Path Tracing и Multi-Layered на архитектурных сценах. Методы Path Tracing + SPPM (caustics) и Path Tracing + SPPM (caustics) + IC имеет смысл включать на сценах с каустиками, преимуще-

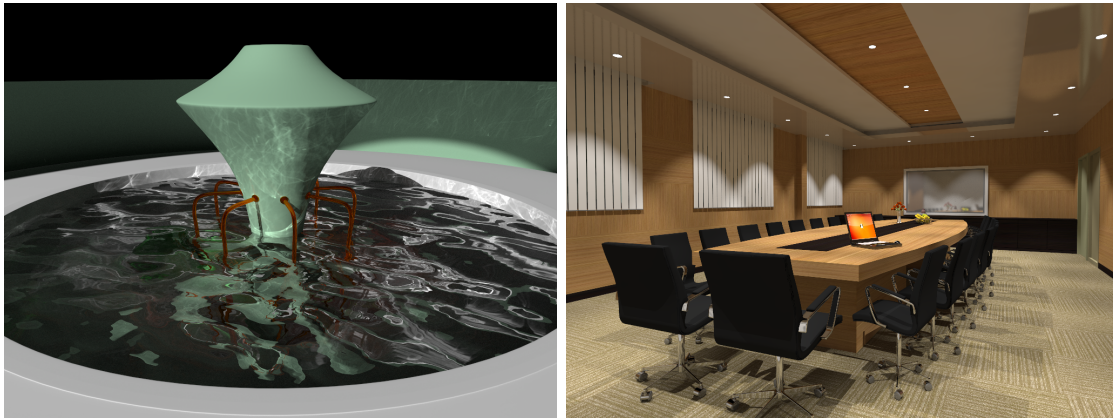


Рис. 2.1: Демонстрация работы режима Path Tracing + SPPM (caustics) (слева) и Irradiance Cache + Path Tracing (справа).

ственно находящихся в папках 'z\_hydra\_materials' (кроме сцены 'crystal'). Работу методов SPPM (secondary) и SPPM (all) лучше всего смотреть на сцене 'sponza'. В папке 'demo' находятся сцены в формате COLLADA (.dae) и внутреннем формате рендера '.vsgf'. На этих сценах можно протестировать рендер, не имея на машине 3ds max. Чтобы это сделать, потребуется использовать внешний графический интерфейс.



## 3 — Настройка материалов и источников

### 3.1 Источники света

В настоящий момент Hydra поддерживает все стандартные источники света и `mr Area Light` квадратного типа. Используйте последний для реализации площадного источника света.

### 3.2 Материалы Standart

Hydra поддерживает стандартные материалы 3ds Max. Однако в текущей версии некоторые параметры могут иметь неочевидное поведение. Мы опишем такие параметры ниже.

1. Параметр `Soften` игнорируется (во вкладке `Specular`).
2. Текстуриный слот `Specular Glossiness` не поддерживается. Вместо него можно текстуру в слот `Specular Color`. Это приведет практически к тому же эффекту.
3. Если материал прозрачный (параметр `Amt` не равен нулю), модель отражения автоматически ставится в `fresnelDielectric` для того чтобы реалистично симулировать стеклянные объекты. При этом прозрачные материалы всегда будут использовать только модель френелевских отражений для диэлектриков.
4. `Opacity` задается только текстурой и служит для реализации таких объектов как трава и листья. Значения `Opacity` рендером не используется.

### 3.3 Материалы hydraMaterial

Один из наиболее важных моментов, на которые следует обратить внимание - в Hydra материалы имеют аддитивную модель. То есть, если материал имеет несколь-

ко параметров (diffuse, specular, reflection, transparency), то освещение от них всех будет просто складываться. При этом, для соблюдения физической корректности материала вам не нужно самим следить за тем, чтобы сумма всех коэффициентов по каждому из цветов не превышала 1. Рендер автоматически балансирует коэффициенты для соблюдения физической корректности.

Следующий неочевидный момент - применение текстуры и флажок/коэффициент 'Color mult' (рисунок 3.1). Когда Вы задаете текстуру для компоненты материала, он работает следующим образом: Если флажок не установлен, цвет компоненты (на рисунке 3.1 это Diffuse) берется из текстуры. При этом задаваемый Вами цвет справа от надписи 'Diffuse' и коэффициент следующий за 'Color mult' игнорируется. Если флажок установлен, цвет компоненты вычисляется как произведение всех 3 действующих лиц - задаваемого Вами цвета, цвета из текстуры и коэффициента 'Color Mult'. Такой механизм удобно использовать если вы хотите сделать вашу текстуру ярче/темнее, или изменить ее цвет целиком.

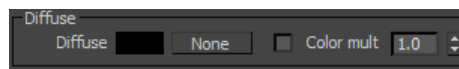


Рис. 3.1: Интерфейс мультипликативной модели наложения текстуры.

### 3.3.1 Вкладка Emission

Emission используется только для мешей, являющихся источниками света. Если у материала задан ненулевой параметр emission (или прикреплена текстура), то он автоматически становится излучающим. Стоит учесть, что светящиеся меши сэмплятся в Hydra только при помощи неявной стратегии сэмплирования. Это означает, такой источник учитывается только тогда, когда отраженный луч сам в него попал сам, случайно. Такая модель хорошо работает, если меш имеет реальный размер (не стремящийся к нулю), а его поверхность не слишком яркая. Поэтому Если Вам нужно смоделировать яркий источник света маленького размера, emission для этого использовать не рекомендуется - лучше создать источник света явно.

### 3.3.2 Вкладка Diffuse

Данная компонента отвечает за ламбертовскую часть BRDF модели.

### 3.3.3 Вкладки Specular и Reflectivity

Данные компоненты отвечают за зеркальные отражательные свойства. При этом вкладка Specular отвечает за зеркальные свойства в отношении прямого освещения (блики), а вкладка Reflectivity - за остальные отражения. Для того чтобы материал был физически корректен, Вам необходимо иметь одинаковые параметры для Specular и Reflectivity. Такое разделение оставлено на случай если по какой-либо

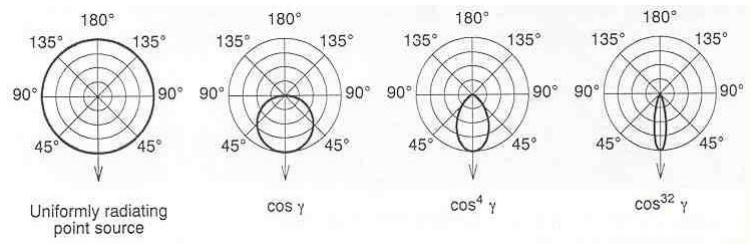


Рис. 3.2: Иллюстрация распределения световой энергии для различных степеней косинуса.

причине Вам необходимо убрать блики с определенной модели, или сделать их другим цветом.

Для того чтобы разобраться в параметрах отражений, нам необходимо знать, как вычисляется зеркальная часть BRDF. На данный момент в рендере Hydra поддерживается 5 моделей зеркальной BRDF - это модель Фонга, Блина, Кука-Торренса и 2 модели Френелевский отражений. Параметр 'Cos power' - это степень косинуса в формулах Фонга и Блина. Параметр roughness используется только для моделей Кука-Торренса и fresnelConductor. Для остальных моделей он игнорируется. Параметр 'Fresnel IOR' используется только моделью 'fresnelConductor'.

**R** В текущей бета-версии fresnelConductor и Кука-Торренс работают не очень хорошо. Для fresnelConductor используется аппроксимация Шлика.

В действительности наиболее важным является параметр 'Cos power', который задает матовость отражений ('glosiness') для всех типов BRDF. Для Ламертовских поверхностей, отражение имеет косинусоидальное распределение в направлении нормали. Это соответствует 'Cos power' = 1. Чем выше степень косинуса, тем более резкое получается отражение, т.к. больше лучей уходит в направлении идеального зеркального отражения. В результате шкала 'Cos power' экспоненциальная и значения задаются в интервале от 1 до бесконечности. На практике за бесконечность мы считаем 1 миллион. При значении 'Cos power' равное одному миллиону отражения становится полностью зеркальным.

### 3.3.4 Вкладка Transparency

Прозрачность в Hydra имеет очень схожее описание с прозрачностью в V-Ray.

- Transparency - цвет поверхности прозрачного объекта.
- IOR - Index Of Refraction. Показатель преломления.
- Cos power - то же самое что Cos power для отражений. Позволяет делать 'glossy' (матовые) преломляющие объекты.
- Fog color - цвет внутри объекта. Используется при учете затухания по закону Бугера-Ламберта-Бэра.

- Fog multiplier - множитель параметра 'Fog color'. Значение  $(\text{Fog multiplier}) * (\text{Fog color})$  есть степени экспоненты в законе Бугера-Ламберта-Бэра.
- Exit color - цвет, который принимает луч, достигший предельной глубины преломлений, но тем не менее не вышедший из прозрачного объекта.
- Thin transparency указывает на то, что объекты с этим материалом тонкие. Этот чекбокс имеет смысл включать, например, если вы настраиваете материал окна, смоделированного тонким куском плоскости. От таких объектов будут вычисляться цветные тени. Thin transparency также необходимо указывать для альфа-теста, когда вы реализуете листву деревьев или траву. В этом случае вам нужно в слот текстуры прозрачности указать текстуру с opacity, отметить Thin transparency как 1, а цвет прозрачности установить в (0,0,0).

Параметр Transparency сделан для того, чтобы имитировать простую прозрачность (без учета затухания внутри объекта). Параметр 'Fog color' - напротив, предназначен исключительно для учета затухания. Рассмотрим формулу, используемую в рендере для учета затухания (вычисления повторяются для каждого цветового канала -r,g,b).

$$opacity = \max(1 - fogColor, 0) * fogMultiplier \quad (3.1)$$

$$attenuation = transparencyColor * \left( \frac{1.0}{\exp(d * opacity)} \right) \quad (3.2)$$

Здесь d - расстояние, пройденное внутри объекта. При этом следует учесть что сила затухания зависит от реального масштаба сцены. Из формулы 3.1 видно, что параметр transparencyColor(Transparency) влияет на затухание линейно, а параметр fogColor (Fog color) экспоненциально. Причем, исходя из приведенной выше формулы, нет смысла задавать значения Fog color выше 1 (ниже нуля тоже). Если вы хотите реализовать простую прозрачность без учета затухания, ставьте параметр Fog multiplier в 0.

### 3.3.5 Вкладка Displacement

Данная вкладка служит для настройки микрорельефа поверхности на основе NormalBump карт. Параметр height задает глубину 'продавливания поверхности внутрь'. Если height равен нулю или в NormalBump отсутствует карта высот, используется обыкновенный bump mapping. Если height не равен нулю и в NormalBump присутствует карта высот, для имитации микрорельефа используется алгоритм 'Parallax Occlusion Mapping' и создается иллюзия наличия реальной геометрии. Параметр Invert инвертирует карту высот. Для инвертирования каналов в нормал-мапе используйте стандартные флажки внутри NormalBump.

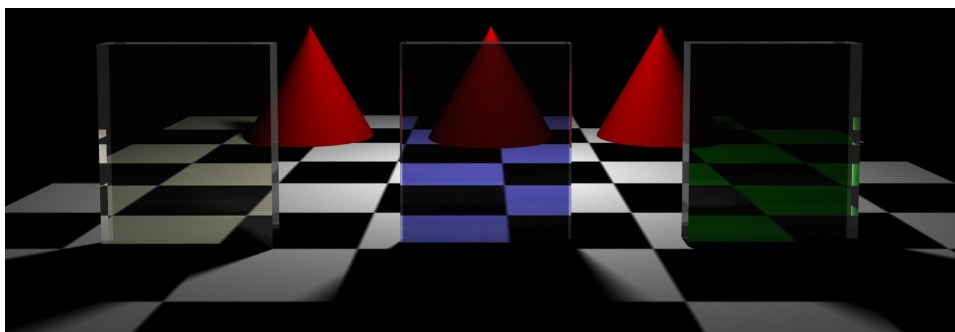


Рис. 3.3: Демонстрация Fog color и Fog multiplier. Чем больше параметр Fog multiplier тем быстрее затухает свет внутри прозрачного объекта. Fog multiplier увеличивается слева на право. Следует учесть что при этом Transparency на данном скриншоте был поставлен равным (0.95, 0.95, 0.95) для всех 3 коробок (то есть их цвет обусловлен только затуханием).

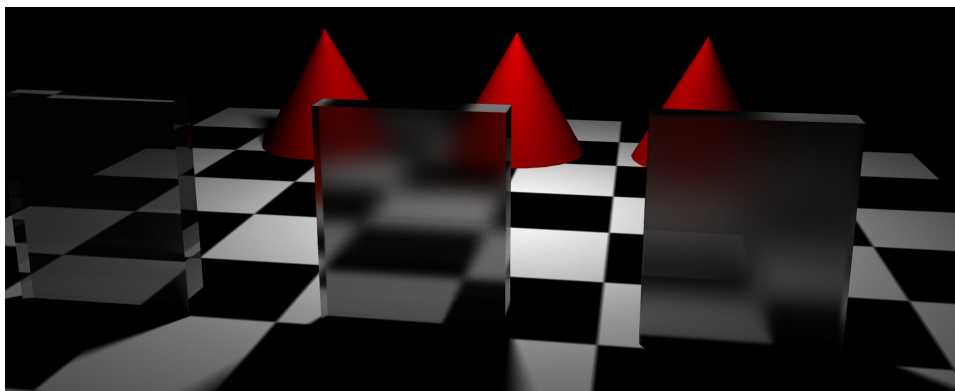


Рис. 3.4: Влияние параметра Cos power (1000000, 4000, 500). Из-за того что при преломлении луч проходит через поверхность дважды, при тех-же значениях Cos power преломления будут размываться намного сильнее отражений.



Рис. 3.5: сферы с разными показателями преломления (слева направо - 0.8, 1.2, 1.6). На самой левой сфере хорошо виден эффект полного внутреннего отражения [при отсутствии френелевской модели отражений появляется резкая граница] ).



Импорт сцены  
Управление камерой  
Tone Mapping  
Вкладка Control  
Настройки трассировки лучей (Ray Tracing)  
Настройки трассировки путей (Path Tracing)  
Настройки кэша освещенности (Irradiance Cache)  
Настройки глоб. фотонных карт (SPPM Diffuse)  
    Как правильно делать Final Gathering  
Настройки кауст. фотонных карт (SPPM Caustic)

## 4 — Работа с внешним gui

### 4.1 Импорт сцены


Существует 2 основных сценария импорта.

1. Если вы не используете 3ds max. Запускаете hydra\_gui.exe. File->Open Scene. Найти папку со сценой. Далее выбрать тип файла ('Collada(.dae)' или Internal (.vsgf)), после чего выбрать нужный файл. Нажать 'Restart' или вручную запустить hydra.exe.
2. Если используете 3ds max. Запускаете hydra\_gui.exe. В максе открываете вашу сцену и в настройках рендера отмечаете галочку 'Use External Hydra Gui' и нажимаете 'Render'. После этого рендер запустится с собственным окном, в котором Вы сможете полетать по сцене. Важный момент: если хотите перемещаться по сцене, в разделе камеры задайте тип камеры 'Euler'. Если хотите экспортировать камеру из макса, задайте тип камеры как 'UVN'. С UVN камерой летать не очень удобно но зато она всегда корректно экспортируется. Если вы используете механизм профилей, то перед нажатием 'Render' в максе, в папке со сценой (где лежит максовский файл) создаете пустой текстовый файл с именем 'dummy.dae'. Далее File->Open Scene, указываете 'dummy.dae'.

### 4.2 Управление камерой

Управление камерой осуществляется при помощи клавиш (W,S,A,D); (Q,E); (R,F); Зажатая клавиша Shift увеличивает скорость перемещения. Вы также можете управлять скоростью перемещения при помощи слайдера 'FlySpeed' во вкладке 'Camera'. В той же вкладке FOV задает текущий угол обзора). Параметр 'Focal Plane Dist' задает расстояние до фокальной плоскости а параметр 'Lens Radius' радиус линзы

и влияет на силу размытия при включении эффекта глубины резкости (DOF).


-  Изменения FOV не влияют на UVN камеру поскольку для неё FOV берется из макс.


### 4.3 Tone Mapping


Сила оператора тонирования изображения регулируется при помощи двух слайдеров (White Point и Strenght). White Point задает порог яркости, после которого начинается работа оператора тонирования, а Strength задает силу выравнивания освещения. Обычно, чтобы изображение выглядело визуально ярче нужно уменьшать White Point и увеличивать Strength. Если изображение чересчур засвечено, увеличивайте White Point. Если освещение слишком равномерное, уменьшайте Strength. Чтобы запустить tone mapping нужно нажать кнопку 'Tone Map Again'. Кнопка иногда работает не с первого раза. Нужно надавить, подержать и отпустить. Не забудьте внизу вместо 'Show simple image' выбрать 'Show tone mapped image'. Галочка 'Bloom' пока не работает. Вы также можете поиграться с гаммой. Уменьшение гаммы обычно делает изображение более насыщенным, но снижает видимый вклад от вторичного освещения.

### 4.4 Вкладка Control

Основное назначение этой вкладки - выбор разрешения и запуск рендеринга (кнопка 'Path Tracing'). При нажатии кнопки 'Irradiance Cache' запускается расчет кэша освещенности. Чтобы получить финальное изображение после окончания расчета нужно нажать 'Path Tracing'.


-  Фотонные карты не управляются из этой панели. Они автоматически включатся если установлены соответствующие чекбоксы 'Enable' и 'Progressive'.

-  Режим Multi-layered пока недоступен при использовании внешнего гуи. В текущей версии его работу можно оценить только при использовании рендера в максе.

-  Вместо кнопок Path Tracing и 'Irradiance Cache' можно использовать клавиши R и I в основном окне рендера (когда оно захватило фокус). Но будьте осторожны! Если вы запустили Path Tracing клавишей а потом что-то поменяете в основном gui, рендер сбросится. Чтобы этого не произошло первым изменением должно быть нажатие кнопки 'Path Tracing'.

#### 4.5 Настройки трассировки лучей (Ray Tracing)

Глубина трассировки (вернее количество рассчитываемых переотражений) задается в 'Ray Tracing' -> 'Ray Bounce Num'. При этом поле 'Diff bounce Num' ограничивает количество диффузных переотражений. Это имеет смысл делать почти всегда, поскольку после 2-3 диффузных переотражений путь вносит очень маленький вклад в изображение. Чекбокс 'Show Statistics' включает отображение статистики в окне рендера. Листбок Measure отображает, для каких типов лучей производятся измерения. Настройка Ray reorder и pattern включают сортировку или уплотнение лучей на GPU с целью повышения производительности трассировки. На настоящий момент эксперименты показывают бесполезность этого решения (сортировка дает прирост в скорости, но слишком дорогая сама по себе).


 При включенной сортировке некорретно считается освещение от карт окружения. Не включайте сортировку лучей, она все-равно ничего не дает.

#### 4.6 Настройки трассировки путей (Path Tracing)

Слайдер 'Min Rays Per Pixel' отвечает за минимальное число сэмплов на пиксел. Соответственно 'Max Rays Per Pixel' - за максимальное. Relative Error задает желаемый уровень относительной ошибки в процентах для значения освещенности. Рекомендуется выставлять это значение в интервале от 2 до 5%.

Далее по чекбоксам:

- Draw Blocks отображает активные блоки (блоки над которыми еще идет расчет) на экране. Чекбокс 'Stupid Mode' запускает трассировку путей без теневых лучей.
- Stupid Mode выключает теневые лучи и использует только неявную стратегию сэмплирования. В основном этот режим используется для верификации.
- 'Causrtics(PT)' включает расчет каустиков при помощи трассировки путей.
- RR - включает русскую рулетку на warp. Отключите этот чекбокс, если на изображении появляется останаеся заметный прямоугольный шум.
- QMC - использует когерентный квази монте-карло. Ускоряет трассировку лучей до 3 раз. Все лучи используют одно состояние случайного генератора, в результате чего вместо шума появляется 'бандинг'.
- Coherent - использование одного состояния генератора случайных чисел на warp. Перемешивает пиксели чтобы убрать banding. Но это слабо помогает.

 Используйте QMC или Coherent только если вы заранее значете, что будете считать до предельного качества (скажем 1-2% относительная ошибка и 8-16 тысяч 'Max Rays Per Pixel'). В этом случае эти режимы дадут значительное ускорение.



Тем не менее QMC хорошо работает на outdoor сценах даже при обычных настройках.

#### 4.7 Настройки кэша освещенности (Irradiance Cache)

В действительности, несмотря на обилие параметров в данной вкладке, Вам может понадобиться настраивать лишь некоторые из них. Далее эти параметры будут выделены подчеркиванием.

Наиболее важный параметр Max Passes Num - максимальное число проходов. Его нужно увеличивать в случае если на изображении остались небольшие черные области, не покрытые кэшем освещенности.

Далее WS Error (World Space Error) нужно увеличивать если на гладких поверхностях вы видите чрезмерно большое число точек.

При этом SS Error (Screen Space Error) на самом деле задает не ошибку а множитель и его при недостаточном качестве можно попробовать увеличить, в при чрезмерно большом числе точек наоборот можно уменьшать. Синхронно все 3 штуки. Цифры 1, 2 и 4 обозначают множитель при оценке разницы в освещенности между соседними (1), каждым вторым (2) и каждым 4-ым (4) пикселями.

Draw Records позволяет вам увидеть положения точек (записей) кэша освещенности. Для этой цели также можно использовать кнопку 'B' в основном окне рендера.

IC Evaluation задает способ контроля ошибки при вычислении освещенности в точках кэша. Fixed - фиксированное число лучей (само число задается ниже). Progressive - вычисление на основании контроля ошибки.

#### 4.8 Настройки глоб. фотонных карт (SPPM Diffuse)

- Чекбокс Enable включает использование фотонных карт (вернее глобальной фотонной карты).
- Чекбокс Progressive - делает фотонные карты прогрессивными. При этом если вы хотите использовать непрогрессивные фотонные карты, вам необходимо вручную запускать трассировку фотонов при помощи кнопки 'Single Pass'. Вместо этой кнопки можно нажать 'Shift+P' в окне основного рендера.
- Чекбокс Visibility Tracing добавляет предварительный этап определения видимости. Этот этап нужен, если значительное число фотонов могут по какой-либо причине из источника света попадать в невидимые области (например, свет проникающий через окно в комнату; в этом случае значительное число фотонов будут оставаться на обратной стороне стены). Данный режим позволяет не сохранять фотоны на таких 'незначущих' поверхностях и, таким образом, увеличивает эффективность рендеринга. Данный чекбокс влияет также и на каустические фотонные карты.

- Max Photons(K) задает размер буфера в тысячах фотонов (например значение 1000 означает 1 миллион фотонов), в котором аккумулируются фотоны (для 1 итерации, если фотонные карты прогрессивные).
- Initial Radius - Радиус сбора для глобальной фотонной карты. Задается в долях от размера сцены. Например значение 0.01 означает, что радиус сбора будет равен 1 сотой максимального размера сцены (по осям x,y или z).
- Store Bounce - Баунс, начиная с которого разрешено сохранять фотоны. Значение 1 используется по умолчанию и означает что фотоны будут сохраняться только после первого переотражения. В этом случае во время сбора, первичная освещенность ивычисляется как раньше при помощи трассировки лучей, а фотонная карта используется для аппроксимации вторичной освещенности. Такое решение позволяет значительно снизить число необходимых фотонов для достижения той же точности.
- Gather Bounce - диффузный баунс, начиная с которого задействуется сбор освещенности. Если равен 0, используется так называемая прямая визуализация фотонной карты. Если 1 - Final Gathering.
- Re-Trace Each Pass Of - частота перетрассировки фотонов. Например значение 4 означает что рендер будет выполнять трассировку путей из виртуальной камеры 4 раза, после чего выполнит перетрассировку фотонов. Потом снова 4 раза будет трассировать пути из камеры.

#### 4.8.1 Как правильно делать Final Gathering

Идете во вкладку SPPM (diffuse), отмечаете галку 'Enable', ставите gather bounce в 0. Нажимаете 'Single Pass' и приблизительно оцениваете плотность получившейся фотонной карты. Поскольку FG использует фотонную карту лишь как грубое приближение светимости, вам не нужна высокая плотность. Это только снизит скорость. Подбираете параметром Initial Radius и числом фотонов то что хотите получить в качестве этого грубого приближения светимости на глаз. После этого ставите gather bounce в 1, параметр 'Re-Trace Each Pass Of' ставите где-нибудь в районе 20, отмечаете галочку 'Progressive' и нажимаете кнопку 'Path Tracing'.

#### 4.9 Настройки кауст. фотонных карт (SPPM Caustic)

- Чекбокс Enable включает расчет каустиков при помощи фотонных карт.
- Чекбокс Progressive - делает фотонные карты прогрессивными. Чтобы использовать непрогрессивные фотонные карты для каустиков, необходимо вручную запускать трассировку фотонов при помощи комбинации клавиш 'Shift+O' в окне основного рендера.
- Чекбокс Visibility Tracing в этой вкладке отсутствует, но определение видимости используется и контролируется чек-боксом во вкладке SPPM Diffuse.



- Max Photons(K) задает размер буфера в тысячах фотонов (например значение 1000 означает 1 миллион фотонов), в котором аккумулируются фотоны (для 1 итерации, если фотонные карты прогрессивные).
- Initial Radius - Радиус сбора для каустической фотонной карты. Задается также в долях от размера сцены. Как правило, радиус сбора для каустиков должен быть сильно меньше радиуса сбора для глобальной фотонной карты.
- Caustic Power - множитель, отвечающий за яркость каустиков.
- Re-Trace Each Pass Of - частота перетрассировки фотонов. Аналогично такому же параметру в во вкладке SPPM Diffuse.



## Литература

Books

Articles