

# Hydra Renderer

Руководство пользователя

Copyright © 2014 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	Уроки	6
2.2.1	Начало работы и основные методы рендеринга	6
2.2.2	Создание дневного освещения в помещении (Sky Portals)	8
2.2.3	Стекла, вода, каустики	9
2.2.4	Имитация микро-рельефа	9
2.2.5	Френель	12
2.2.6	Используем Финальный Сбор	12
2.3	Настройки рендера	13
2.3.1	Final Gathering, Mental, VRay и Hydra	14
2.3.2	Настройки Монте-Карло трассировки путей	16
2.3.3	Настройки фотонных карт	17
2.3.4	Настройки кэша освещенности	18
2.3.5	Настройки фильтра (Multy-Layered)	18
2.4	Тонирование изображений (Tone Mapping)	19


3	Настройка материалов и источников	20
3.1	Источники света	20
3.2	Материалы Standart	20
3.3	Материалы hydraMaterial	20
3.3.1	Вкладка Emission	21
3.3.2	Вкладка Diffuse	21
3.3.3	Вкладки Specular и Reflectivity	21
3.3.4	Вкладка Transparency	22
3.3.5	Вкладка Relief	24
4	Работа с внешним gui	26
4.1	Импорт сцены	26
4.2	Управление камерой	26
4.3	Tone Mapping	27
4.4	Вкладка Control	27
4.5	Настройки трассировки лучей (Ray Tracing)	28
4.6	Настройки трассировки путей (Path Tracing)	28
4.7	Настройки кэша освещенности (Irradiance Cache)	29
4.8	Настройки глоб. фотонных карт (SPPM Diffuse)	29
4.8.1	Как правильно делать Final Gathering	30
4.9	Настройки кауст. фотонных карт (SPPM Caustic)	30
	Bibliography	31
	Books	31
	Articles	31



## 1 — Установка

### 1.1 Системные требования

1. Видеокарта с поддержкой CUDA.
  - (a) Compute Capability 1.0 - минимальная.
  - (b) Compute Capability 1.1 - терпимо.
  - (c) Compute Capability 2.0 - рекомендуемая.
2. Рекомендуемый объем памяти видеокарты - от 1 Gb (Макс есть много видеопамяти).

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

### 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]').

Начало работы

Уроки

Начало работы и основные методы рендеринга

Создание дневного освещения в помещении (Sky Portals)

Стекла, вода, каустики

Имитация микро-рельефа

Френель

Используем Финальный Сбор

Настройки рендера

Final Gathering, Mental, V-Ray и Hydra

Настройки Монте-Карло трассировки путей

Настройки фотонных карт

Настройки кэша освещенности

Настройки фильтра (Multi-Layered)

Тонирование изображений (Tone Mapping)

## 2 — Hydra в Autodesk 3ds Max

### 2.1 Начало работы

Здесь все стандартно: 'Render' → 'Render Setup' → 'Common' → 'Assign Renderer'. В 'Production' выбрать hydraRender\_mk3.

**R** Не забудьте выбрать активный вьюпорт с перспективной проекций (ортографические пока не поддерживаются). Если активный вьюпорт с перспективной проекцией не был выбран, используется первая камера в сцене.

### 2.2 Уроки

#### 2.2.1 Начало работы и основные методы рендеринга

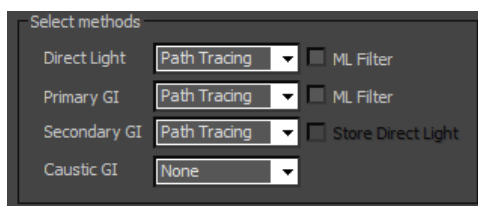


Рис. 2.1: Настройки методов по умолчанию.

1. Откройте в папке 'lessons' сцену '01\_cornell\_box' или '02\_conf\_render\_methods'. Можете использовать также сцену 'cry\_sponza' из папки 'demo' (диффузную версию, - sponza\_diffuse.max).
2. Откройте диалог настроек рендера ('Rendering' → 'Render Setup'). Передите на вкладку 'HydraRender\_mk3'. Вы должны увидеть картинку на рисунке 2.1. Если вы её не видите, возможно, вы не установили рендер или не выбрали его

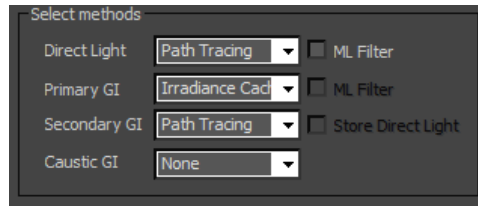


Рис. 2.2: Использование кэша освещенности.

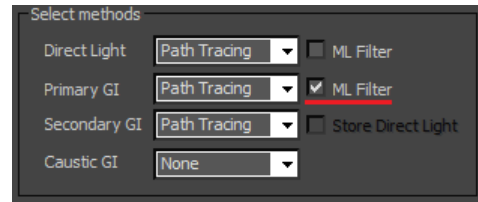


Рис. 2.3: Использование многослойного рендера на основе фильтрации. Фильтруется только первичное GI.

в 'Render' → 'Render Setup' → 'Common' → 'Assign Renderer'

3. Нажмите кнопку 'Render'. Если ничего не происходит, попробуйте вручную запустить `hydra.exe` в папке '`C:/[Hydra]/bin`' и проследите за ошибкой в консоли (если отметить галку 'log to file' в гуи рендера, вывод будет пренаправлен в файлы '`C:/[Hydra]/logs/stderr.txt`' и '`C:/[Hydra]/logs/stdout.txt`'). Возможно, у вас не установлен необходимый для CUDA 5.5 драйвер. В этом случае необходимо обновить драйвер с сайта Nvidia. Если `hydra.exe` запустился в режиме внешнего гуи (с дополнительным окном), закройте оба окна и нажмите 'Render' еще раз. Это редкий баг. Если все правильно, вы должны увидеть прогрессивно-рассчитывающееся изображение в окне рендера 3ds max.
4. Как вы могли заметить, по умолчанию Hydra использует Монте-Карло трассировку путей для вычисления всех компонент освещенности. Каустики по умолчанию также отключены. Используйте кэш освещенности чтобы ускорит расчет вторичного освещения (рисунок 2.2).
5. Хотя кэш освещенности позволяет рассчитать изображение довольно быстро, возможно, вы заметили некоторые артефакты на изображении. Вы можете поиграться с параметрами кэша освещенности для улучшения точности, однако, мы рекомендуем попробовать метод многослойного рендера (Multy-Layered) на основе фильтрации (рисунок 2.3).
6. Если вы рендерите сцену 'Cornell Box', попробуйте также включить фильтрацию первичного освещения галкой 'ML Filter' напротив Direct Light.
7. Параметры 'Radius' и 'Sigma' для фильтра (рис. 2.4) - это параметры обыкновенного фильтра Гаусса. 'Radius' - это радиус в пикселах. Чем он больше, тем лучше качество фильтрации. 'Sigma' - это сигма в формуле для веса фильтра



гаусса. Чем она больше, тем фильтр сильнее моет освещение.

8. Если Multy-Layered дает пятна как в Mental Ray, следует увеличить как радиус так и сигму (рисунок 2.5). Вы также можете использовать Финальный Сбор (см. последний урок) или большее число 'Max Rays Per Pixel' в разделе 'Path Tracing' для уменьшения изначального шума и, как следствие, устранения пятнистости.



Рис. 2.4: Настройки фильтра.

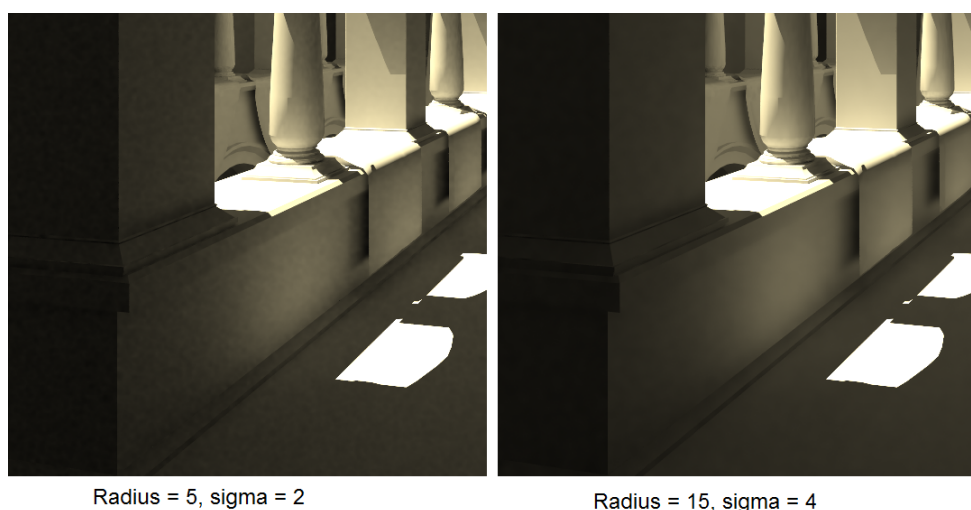


Рис. 2.5: Различные настройки для фильтра. Справа более сильная и качественная фильтрация.

### 2.2.2 Создание дневного освещения в помещении (Sky Portals)

Hydra поддерживает источники типа mr sky portal. При создании сцен со sky portal-ами Вам, возможно, потребуется знать следующие моменты:

1. Достаточно часто за окном вам требуется поставить квадрат с текстурой, имитирующей окружение. Это гораздо проще чем побирать нужное сферическое окружение. В этом случае в материале с таким квадратом вам необходимо в разделе 'Transparency' отметить галку 'Thin Walled' и снять галку 'Cast shadows'. Это позволит солнечному свету (например от направленного источника) свободно проходить через такой квадрат. Вы также можете запретить плоскости отбрасывать собственный GI сняв галку 'Cast GI' в разделе 'Emission'.
2. Пример можно посмотреть в папке 'lessons' (03\_bedroom\_sky\_portal, v04), (рисунок 2.6).



Рис. 2.6: Пример использования Sky Portals и плоскости с окружением.

### 2.2.3 Стекла, вода, каустики

Откройте сцену '04\_glass' в папке lessons (рисунок 2.7, справа). Обратите внимание на параметры материала стеклянного объекта:

1. Модель BRDF отражений установлена 'Fresnel Dielectric'.
2. Цвет отражений - белый. Это соответствует нормальным френелевским диэлектрикам. Уменьшая значение отражения вы сможете сделать материал только преломляющим, но не отражающим.
3. Обратите внимание на наличие fogColor и просто color во вкладке transparency. Эти параметры аналогичны таким же параметрам в V-Ray. Обратите внимание, что значение параметра fogMultiplier вам придется подбирать зависимости от глобального масштаба, как и в V-Ray.
4. Увеличьте максимальную глубину трассировки до 8-12. Увеличьте минимальное число путей на пиксел до 256-1024 ('Path Tracing' → Min Rays Per Pixel). Увеличьте значение 'SPPM(Caustics)' → 'Retrace each pass of' до 4-8. Это позволит быстрее считать само стекло по отношению к каустикам.
5. В качестве метода расчета каустиков выберите SPPM. Запустите рендер. В зависимости от масштаба сцены Вам, возможно потребуется изменять начальный радиус сбора ('SPPM(Caustics)' → 'Initial Radius' ).

### 2.2.4 Имитация микро-рельефа

В Houdini в основе имитации микро-рельефа (parallax mapping) лежит 2 алгоритма - простой Normal Mapping (называемый часто Bump Mapping) и Parallax Occlusion Mapping (POM). В действительности 'Bump Mapping' название - не самое лучшее

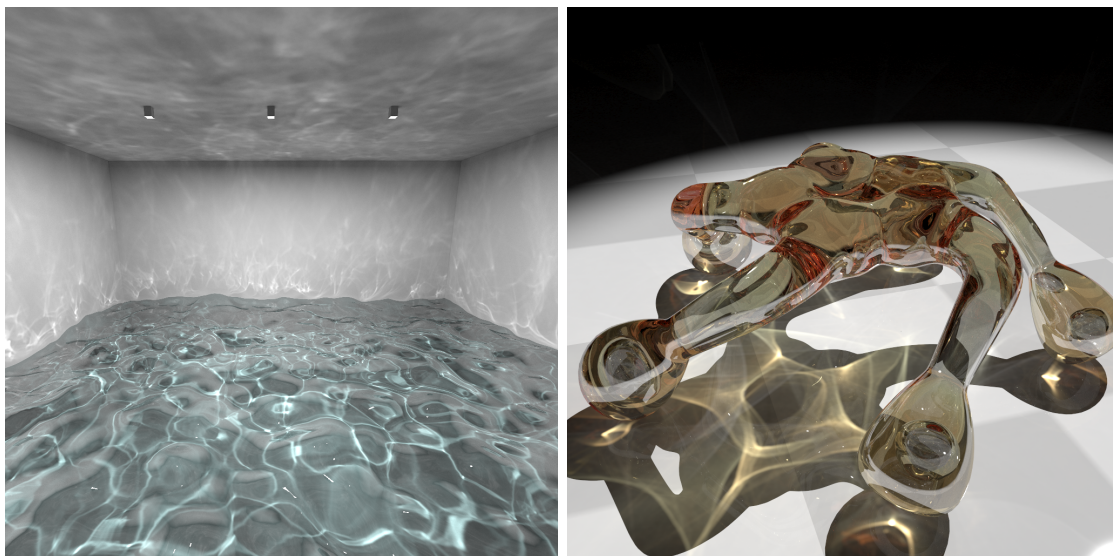


Рис. 2.7: Демонстрация расчета каустиков.

название для этой техники, потому что оно сбивает Вас с толку относительно того как работает этот алгоритм. Взгляните на рисунок 2.8. Карта смещений (карта высот или bump карта) представлена на этом рисунке слева, карта нормалей - справа. Парадокс заключается в том, что алгоритму 'Bump Mapping' на самом деле не нужна bump карта; ему нужна карта нормалей, поскольку всё что делает этот алгоритм - подменяет нормаль к поверхности нормалью из текстуры.

Если же карты нормалей нет, а задана только карта высот, рендеру карту нормалей необходимо рассчитать. Но это можно сделать немного по-разному, в зависимости от того с каким масштабом трактовать смещения в карте высот. За этим и нужен параметр 'bump amount'. По этой причине, если у вас есть готовая карта нормалей, - всегда используйте именно её. Это гарантирует вам нормальный вид микрорельефа без подбора параметра bump amount.

Более сложная техника имитации рельефа Parallax Occlusion Mapping уже использует обе карты. При этом, вы по-прежнему можете поместить в слот 'Normal Map' только карту смещений, а карта нормалей в этом случае рассчитывается автоматически. Но если у вас есть обе текстуры, настоятельно рекомендуется указать их обе через текстуру типа 'Normal Bump'.

Откройте сцену '05\_displacement' в папке 'lessons' (рисунок 2.9). Обратите внимания на 4 различных материала:

1. Материал пола. В слот Normal Map помещена Normal Bump текстура, в которой присутствуют обе текстуры - карта нормалей и карта смещений. Для визуализации используется техника Parallax Occlusion Mapping. Этот способ является рекомендуемым в случае когда детали рельефа имеют значимый размер (как геометрические фигуры на полу). Величина продавливания рельефа внутрь полигона указывается в настройке материала 'height'.

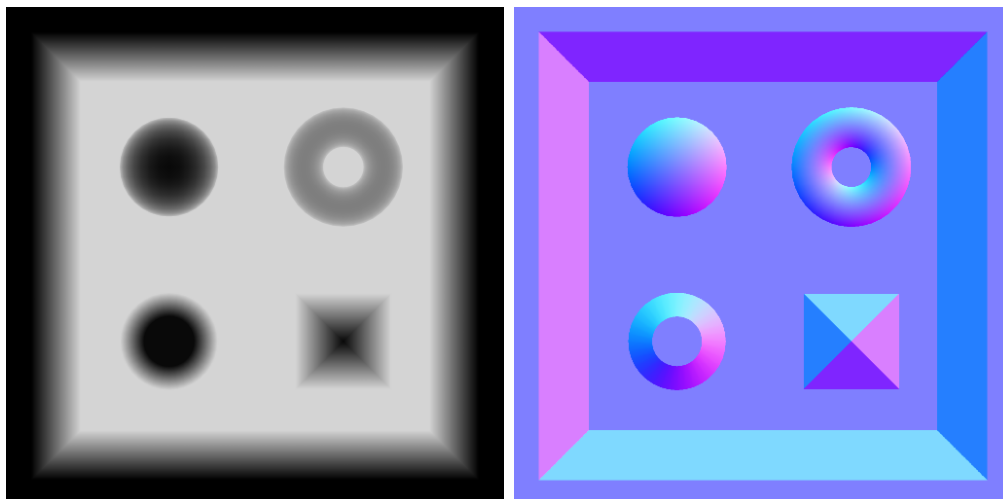


Рис. 2.8: Карта смещений (слева) и карта нормалей (справа).

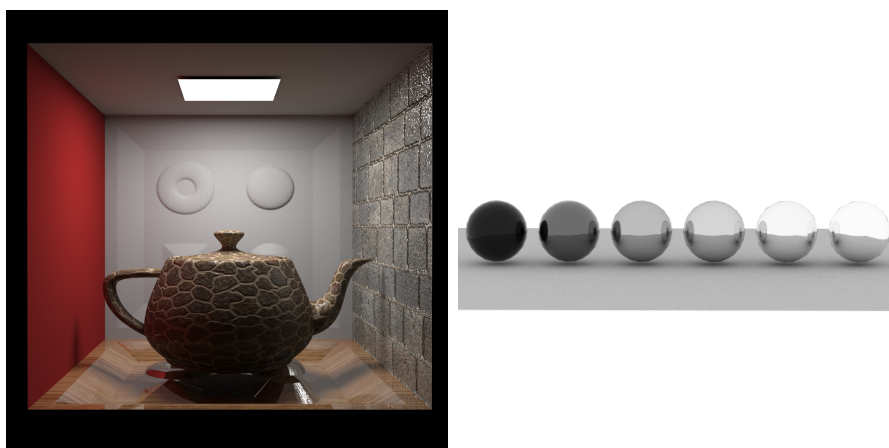


Рис. 2.9: Parallax и Bump mapping (слева). Используется френель с различными значениями IOR (справа). Слева направо: 1.0, 1.5, 3.0, 10.0, 50.0, 100.0

2. Материал чайника. В слот Normal Map помещена Normal Bump текстура, в которой, в свою очередь, только текстура с нормальями. Для визуализации, таким образом, используется техника normal mapping. Этот способ является рекомендуемым в случае если детали рельефа относительно небольшие.
3. Материал задней стенки. В слот Normal Map помещена только карта смещений (bump). Карта нормалей автоматически рассчитывается рендером. Для визуализации используется техника Parallax Occlusion Mapping.
4. Материал правой стенки (камень). Стандартный материал с bump картой (картой смещений). Карта нормалей автоматически рассчитывается рендером.

### 2.2.5 Френель

Строго говоря, для стекол (диэлектриков) и металлов (проводников) должны использоваться разные формулы Френеля. Однако, достаточно часто используется тот факт, что формулы Френеля для диэлектриков при большом значении IOR начинают работать почти так же как и формулы Френеля для проводников. Поэтому мы оставляем такую 'устоявшуюся' реализацию Френеля.

1. Отметьте в материале галку 'fresnel'.
2. Меняйте Transparency -> IOR. Результат представлен на рисунке 2.9, справа.
3. Все прозрачные объекты автоматически используют формулы Френеля даже если галка для них не включена.

### 2.2.6 Используем Финальный Сбор

1. Откройте сцену расположенную в папке 'lessons/08\_final\_gather'.
2. Для начала Вам необходимо подобрать начальный радиус сбора фотонов. Выберите в качестве метода расчета первичного освещения SPPM и запустите рендер. Как вы можете заметить (рисунок 2.10, слева) малый радиус приводит тому что видны отдельные фотоны в виде круглых пятен.
3. Увеличьте начальный радиус сбора в 2-4 раза ('SPPM(Diffuse)' → 'Initial radius') и запустите рендер еще раз. Обратите внимание, что индивидуальные фотоны исчезли а пятна стали заметны гораздо меньше (рисунок 2.10, центр). Это тот радиус, который Вам нужен. Отдельные фотоны не должны быть различимы, но чрезмерно большой радиус сбора делать тоже не стоит, т.к. от радиуса сбора напрямую зависит скорость.
4. Установите для прямого (Direct Light) и вторичного (Primary GI) освещения 'Path Tracing' а для третичного (Secondary GI) - SPPM и отметьте галку 'Store Direct Light' (последнее на данной сцене важно!) - как на рисунке 2.14, классический FG. Увеличьте значение SPPM(Diffuse)' → 'Re-Trace Each Pass Of' до 10 чтобы реже производить перетрассировку фотонов. Результат на рисунке 2.10, справа.
5. Попробуйте сравнить скорость рендера при использовании финального сбора и просто трассировки путей (Primary, Secondary и Tertiary установить в 'Path Tracing'). Обратите внимание, что на данной сцене финальный сбор значительно ускоряет расчет освещения из-за сложной формы первички (большое число Sky Portal-ов). Здесь важно устанавливать галку 'Store Direct Light', т.к. ускорение на данной сцене достигается за счет того, что при попадании на поверхность FG лучей они используют аппроксимацию первичного освещения из фотонной карты, а не рассчитывают её трассировкой лучей.





Рис. 2.10: Справа - визуализация фотонной карты, слишком маленький радиус. Центр - визуализация фотонной карт, нормальный радиус радиус. Слева - результат финального сбора.

## 2.3 Настройки рендера

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 (режим Multi-Layered).
5. Карты светимости (Irradiance map) - в разработке.

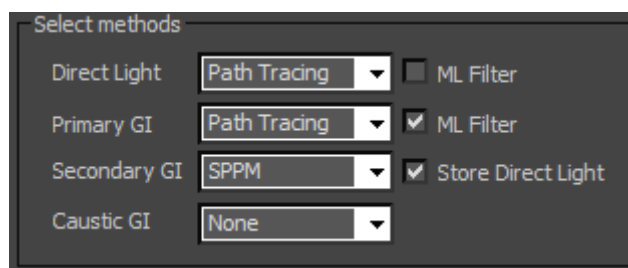


Рис. 2.11: Настройки методов рендеринга. На рисунке изображена комбинация, при которой используется финальный сбор с фильтрацией.

- 'Direct Light' - первичное освещение или прямой свет. Рекомендуемое значение - 'Path Tracing'.
- 'Primary GI' - вторичное диффузное освещение. Рекомендуемые значения - 'Path Tracing' и 'Irradiance Cache'.
- 'Secondary GI' - третичное диффузное освещение. Данная компонента довольно часто может быть вычислена приближенными методами (Irradiance Map и SPPM). В настоящий момент Irradiance Map находится в глубокой разработке.
- 'Caustic' - Метод вычисления каустиков. Рекомендуемое значение - SPPM.

Чекбокс 'Store Direct Light' дополнительно позволяет контролировать точность вычисления третичного освещения. Снятие этого чекбокса увеличивает точность (но в случае большого числа источников света замедляет рендер) и фактически откладывает аппроксимацию (из фотонной карты или карты светимости) еще на 1 пере-отражение:

- Если чекбокс установлен: в точках попадания вторичных лучей всё освещение считается при помощи сбора освещенности из глобальной фотонной карты или карты светимости.
- Если чекбокс не установлен: в точках попадания вторичных лучей первичное освещение рассчитывается при помощи трассировки лучей, а при помощи сбора освещенности вычисляется только вторичное освещение. Этот режим рекомендуется использовать в комбинации с Irradiance Cache для вторичного освещения, поскольку он значительно снижает число необходимых фотонов, которые во время расчета кэша освещенности не могут обновляться.

Чекбокс 'Use External Hydra Gui' указывает на то, что вы собираетесь использовать внешний графический интерфейс.

- Чекбокс 'Use external gui' указывает, что вы собираетесь управлять рендером через внешний gui. В этом случае не забудьте запустить 'hydra\_gui.exe' еще до нажатия кнопки 'Render'.
- Чекбокс 'No Random Light Selection' запрещает стохастический выбор фотометрических источников (источников имеющих реальный размер) во время расчета. Может положительно сказаться на производительности если в сцене присутствует большое число источников света и на изображении шум долго не уходит в области теней и первичного освещения.
- Чекбокс Tone Mapping пока не работает. Соответствующая вкладка в самом низу тоже (кроме гаммы).

Ниже расположены настройки DOF (рисунок 2.12).

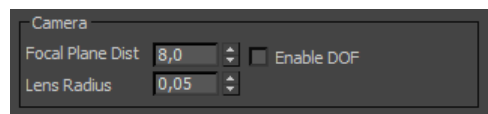


Рис. 2.12: Настройки DOF.

- Focal Plane Dist - расстояние до фокальной плоскости.
- Lens Radius - параметр, задающий силу размытия.

### 2.3.1 Final Gathering, Mental, V-Ray и Hydra

Обычно этим термином называют сбор вторичной освещенности в точке по полусфере. То есть FG - это Монте-Карло трассировка с глубиной диффузных переотражений 1 (2.13).

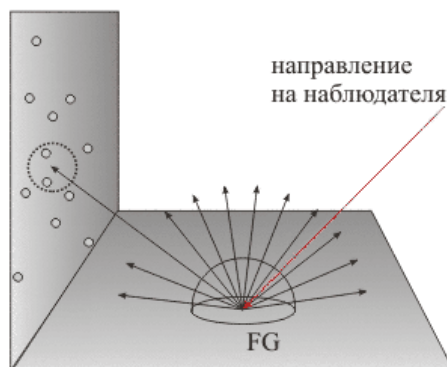
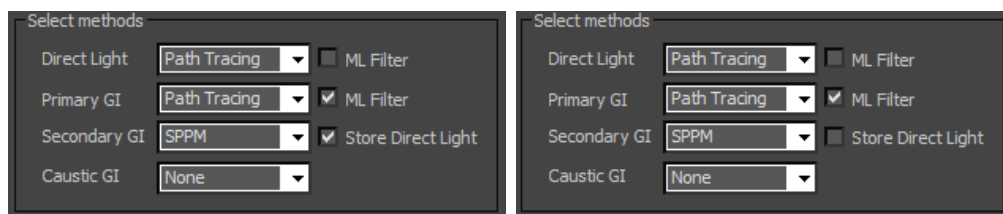


Рис. 2.13: Final Gathering (FG) - финальный сбор.

При этом в точках попадания вторичных лучей (лучей сбора) освещенность можно вычислять с пониженной точностью - при помощи грубой фотонной карты или карт светимости. При этом число точек, в которых выполняется финальный сбор не всегда равно количеству пикселей на экране. Один из методов, снижающих число таких точек - кэш освещенности (Irradiance Cache). Другим таким методом является 'ML Filter' для 'Primary GI'.

В VRay собственная оригинальная реализация карт светимости (Irradiance Maps) называется 'Light Cache', а кэш освещенности (Irradiance Cache) - наоборот, термином 'Irradiance Maps', что безусловно приводит к путанице. Если вы раньше пользовались VRay, то запомните что вместо 'Irradiance Map' теперь Irradiance Cache, а вместо 'Light Cache' - SPPM + включить галку Irradiance Map в разделе SPPM (diffuse).

В гидре FG делается одним из следующих способов (рисунок 2.14):



1. Классический FG.

2. Более точный вариант.

Рис. 2.14: Различные режимы финального сбора. Фильтрация вторичного освещения в обоих случаях включена.

В случае использования SPPM в качестве 'Secondary GI', рекомендуется увеличить 'retrace each pass of' до 4-16, чтобы не производить перетрассировку фотонов слишком часто. Следующий момент при использовании SPPM в качестве 'Secondary GI' - необходимо немного поиграться с параметром радиуса и числом фотонов для того чтобы оценить плотность получающейся фотонной карты. Слишком высокая плотность снизит скорость.

Если же вы используете в качестве третичного солвера Irradiance Map, то радиус сбора наоборот следует сделать побольше, поскольку от него зависит размер ячейки иррадианс мапа. Вам нужны относительно-крупные ячейки. Скорость выборки из Irradiance Map не зависит от размера ячейки, но чем больше ячейка тем более гладкое освещение вы будете получать. Для того чтобы посмотреть как выглядит в текущих настройках Irradiance Maps установите его в 'Primary Solver' (рисунок 2.15).



Рис. 2.15: Использование Irradiance Map. Слишком малый радиус сбора для глобальной фотонной карты [SPPM (diffuse)] малый размер ячеек Irradiance Map приводит к ошибкам (слева). Нормальный размер ячейки и радиуса сбора (справа).

### 2.3.2 Настройки Монте-Карло трассировки путей

Во вкладке Path Tracing расположены наиболее важные настройки трассировки путей (рисунок 2.16). Эти настройки Вам понадобятся во всех режимах.

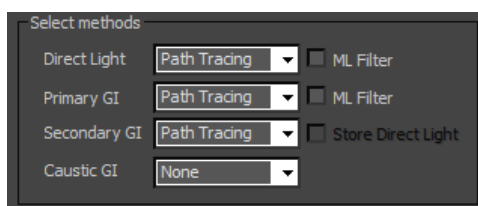


Рис. 2.16: Настройки обратной трассировки путей.

- Min rays per pixel - минимальное количество путей на пиксел
- Max rays per pixel - максимальное количество путей на пиксел.
- Relative Error - желаемый уровень относительной ошибки в процентах для значения освещенности. Рекомендуется выставлять это значение в интервале от 2 до 5%.
- Ray bounce num - максимальное число переотражений.
- Diff bounce num - максимальное число диффузных переотражений.
- RR - включает Русскую Рулетку на warp (per warp russian roulette). Русская

Рулетка стохастически ограничивает глубину трассировки, позволяя при этом получить несмещенное решение. Этот чекбокс рекомендуется отключать при наличии в сцене исключительно сильного вторичного диффузного освещения, не затухающего через 1-2 диффузных переотражения.

- **Share Seed** - опция, позволяющая разделять лучам состояние случайного генератора и, таким образом, выполнять когерентную трассировку лучей. Данную опцию имеет смысл использовать если вы ставите расчет на очень большое время (например  $\text{Relative Error} = 0.5-1.0$  и  $\text{Max rays per pixel} = 16000$ ).
  - **None** - каждый луч использует свое собственное состояние случайного генератора.
  - **All** - Ускоряет трассировку лучей до 3 раз. Все лучи используют одно состояние случайного генератора, в результате чего вместо шума появляется 'бандинг'.
  - **PerWarp** - Ускоряет трассировку лучей до 2 раз. Использование одного состояния генератора случайных чисел на warp. Перемешивает пикселы чтобы убрать banding. Но это слабо помогает.

### 2.3.3 Настройки фотонных карт

Настройки во вкладке 'SPPM (Caustics)' отвечают за настройки каустической фотонной карты (рисунок 2.17).

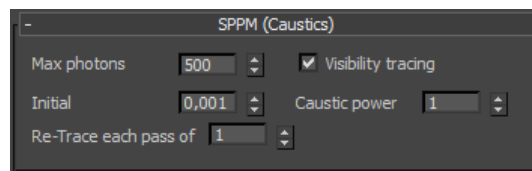


Рис. 2.17: Настройки каустической фотонной карты.

- **Max photons** - максимальное число накапливаемых фотонов в тысячах (500 означает 500 тыс. фотонов) за 1 проход.
- **Initial Radius** - начальный радиус сбора для каустической 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).
- **Re-Trace each pass of** - задает как часто производится перетрассировка фотонов. Чем больше значение, тем реже происходит перетрассировка фотонов.
- **Visibility Tracing** - включает определение по-полигональной видимости для объектов сцены. На невидимых поверхностях фотоны не сохраняются.
- **Caustic power** - множитель, отвечающий за яркость каустиков.

Настройки во вкладке 'SPPM (Diffuse)' отвечают за настройки глобальной фотонной карты (рисунок 2.18) и аналогичны настройкам в предыдущей группе.

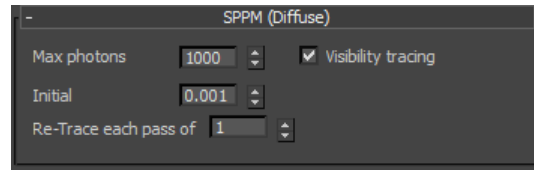


Рис. 2.18: Настройки глобальной фотонной карты.

### 2.3.4 Настройки кэша освещенности

Во вкладки Irradiance Cache расположены настройки кэша освещенности. В действительности, несмотря на обилие параметров в данной вкладке, Вам может понадобиться настраивать лишь некоторые из них. Далее эти параметры будут выделены подчеркиванием.

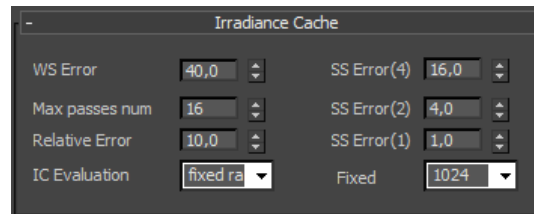


Рис. 2.19: Настройки кэша освещенности.

- 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.
- 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.

Чтобы увидеть позиции точек кэша освещенности рекомендуется пользоваться внешним gui.

### 2.3.5 Настройки фильтра (Multy-Layered)

Параметры 'Radius' и 'Sigma' для фильтра - это параметры обыкновенного фильтра Гаусса. 'Radius' - это радиус в пикселях. Чем он больше, тем лучше качество филь-

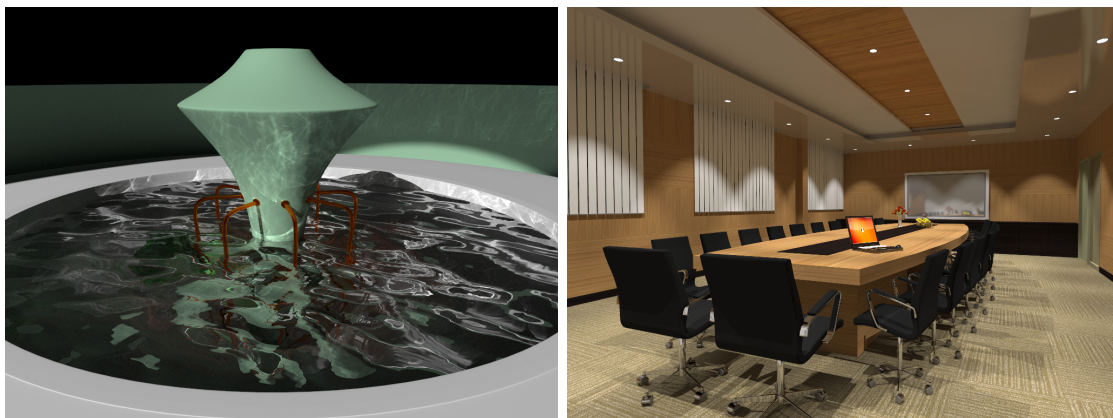


Рис. 2.20: Демонстрация работы рендер-системы Hydra.

трации. 'Sigma' - это сигма в формуле для веса фильтра гаусса. Чем она больше, тем фильтр сильнее моет освещение. Галка Filter Primary включает или отключает фильтрацию первичного освещения.

## 2.4 Тонирование изображений (Tone Mapping)

После завершения рендера нажмите кнопку 'tone map' в разделе 'Tone Mapping'. Регулируете силу тон-маппинга при помощи двух слайдеров (White Point и Strenght) и нажимаете кнопку 'tone map' чтобы увидеть результат. Галочка 'Bloom' пока не работает. Вы также можете использовать любую стороннюю программу для реализации более сложного тон-маппинга, скармливая ей .hdr или .tiff файл, в котором сохраняется оригинальное HDR изображение.



## 3 — Настройка материалов и источников

### 3.1 Источники света

В настоящий момент Hydra поддерживает все стандартные и частично фотометрические: квадратный, диск, сферический, точечный, sky-portal. Для фотометрических источников поддерживается диффузное и прожекторное распределения 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 - расчет конечного цвета материала и флажок 'Tint' (рисунок 3.1). Множитель 'Multiply' влияет на цвет всегда.

1. Если текстуры нет, результирующий цвет вычисляется как произведение цвета компоненты на множитель.
2. Если текстура для какой-либо компоненты (например Diffuse) имеется и галка 'Tint' не установлена, конечный цвет вычисляется как произведение цвета текстуры на множитель 'Multiply'.
3. Если текстура для какой-либо компоненты (например Diffuse) имеется и галка 'Tint' установлена, конечный цвет вычисляется как произведение всех 3 действующих лиц - множителя, цвета компоненты и цвета текстуры.



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 (и испускает фотоны в методе SPPM!). Стоит учесть, что светящиеся меши сэплятся в Hydra (в Path Tracing-e) только при помощи неявной стратегии сэмпирования. 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. Для удобства вы можете использовать галку 'Lock Specular' в разделе Reflectivity (рисунок 3.2). Разделение на Specular и Reflectivity оставлено на случай если по какой-либо причине Вам необходимо убрать блики с определенной модели, или сделать их другим цветом.

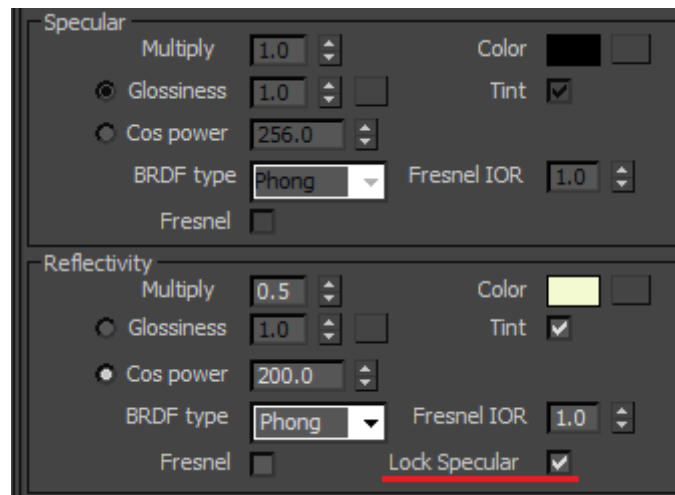


Рис. 3.2: Интерфейс зеркальных отражательных свойств материала. Чекбокс 'Lock Specular' автоматически копирует параметры Reflectivity в Specular.

Наиболее важным является параметр 'Cos power' или аналогичный ему glossiness, который задает матовость отражений ('glossiness') 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.

Чекбокс 'fresnel' имитирует френелевские отражения для диэлектриков. В этом случае значение 'IOR' из свитка 'Transparency'.

### 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

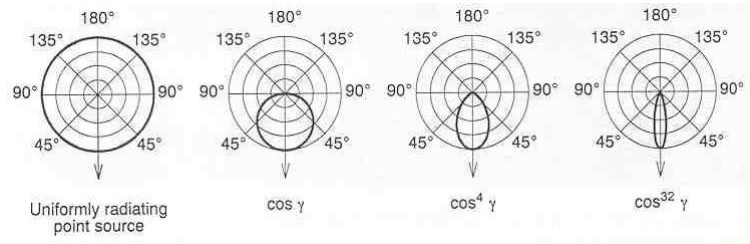


Рис. 3.3: Иллюстрация распределения световой энергии для различных степеней косинуса.

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 переотражений, но тем не менее не вышедший из прозрачного объекта.
- `Thin walled` указывает на то, что объекты с этим материалом тонкие. Этот чек-бокс имеет смысл включать, например, если вы настраиваете материал окна, смоделированного тонким куском плоскости. От таких объектов будут вычисляться цветные тени. `Thin walled` 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.

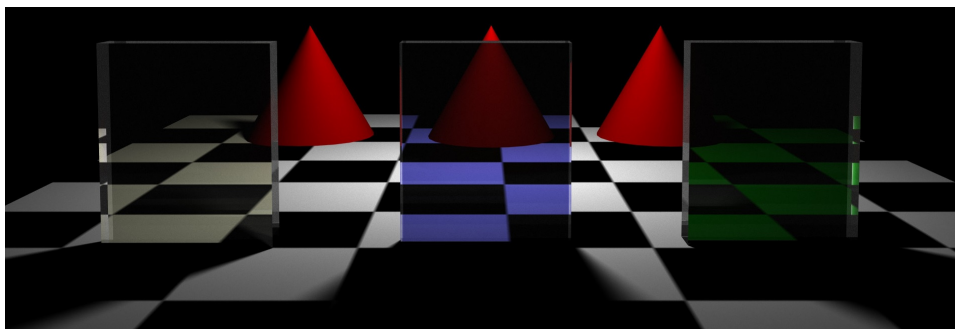


Рис. 3.4: Демонстрация Fog color и Fog multiplier. Чем больше параметр Fog multiplier тем быстрее затухает свет внутри прозрачного объекта. Fog multiplier увеличивается слева на право. Следует учесть что при этом Transparency на данном скриншоте был поставлен равным (0.95, 0.95, 0.95) для всех 3 коробок (то есть их цвет обусловлен только затуханием).

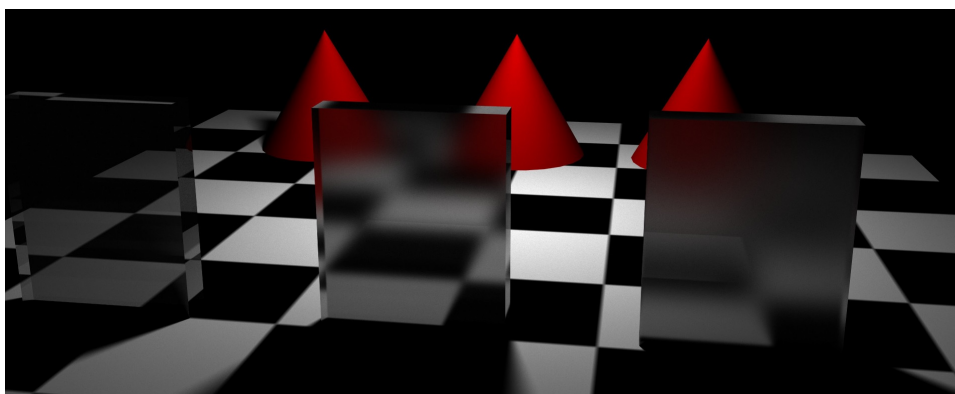


Рис. 3.5: Влияние параметра Cos power (1000000, 4000, 500). Из-за того что при преломлении луч проходит через поверхность дважды, при тех-же значениях Cos power преломления будут размываться намного сильнее отражений.

### 3.3.5 Вкладка Relief

Данная вкладка служит для настройки микрорельефа поверхности на основе Normal Bump карт. В слот 'Normal Map' рекомендуется помещать именно Normal Bump, карты, содержащие карты нормалей. Однако, можно использовать и простые карты высот. В случае использования простых карт высот параметр 'Bump amount' задает силу искривления поверхности.

Параметр height задает глубину 'продавливания поверхности внутрь'. Если height равен нулю или в NormalBump отсутствует карта высот (при использовании NormalBump), используется обыкновенный normal 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-

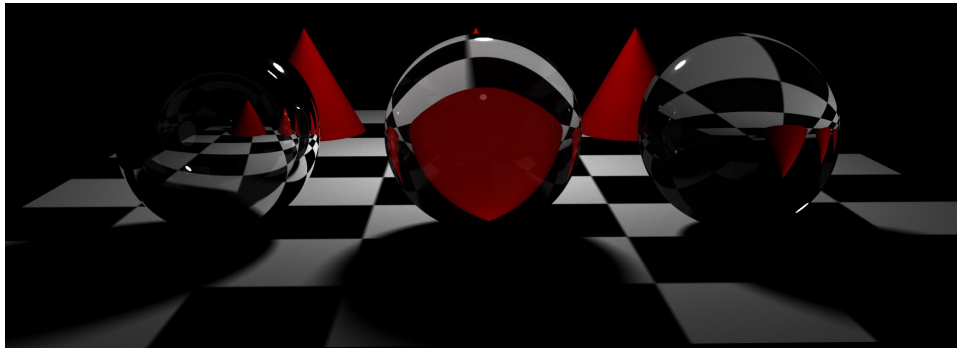


Рис. 3.6: сферы с разными показателями преломления (слева направо - 0.8, 1.2, 1.6). На самой левой сфере хорошо виден эффект полного внутреннего отражения [при отсутствии френелевской модели отражений появляется резкая граница] ).

мапе используйте стандартные флажки внутри `NormalBump`.

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).

**R** 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 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.

**R** 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

### 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