

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

П.В. Хохлов, В.Н. Хохлова

**Технологии трехмерного моделирования
и визуализации изображений в визуализаторе Арнольд
(Arnold, 3ds Max)**

Учебное пособие

Новосибирск
2021

УДК 004.9 (075.8)

Утверждено редакционно-издательским советом СибГУТИ

Рецензент к.т.н., доцент кафедры РТС, СибГУТИ И.И. Резван
Рецензент к.п.н., доцент кафедры ДПИ, НГПУ И.А. Разуменко

Хохлов П.В., Хохлова В.Н. Технологии трехмерного моделирования и визуализации изображений в визуализаторе Арнольд (Arnold, 3ds Max) : Учебное пособие / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики; каф. Систем автоматизированного проектирования. – Новосибирск, 2021. – 160 с.

Данное пособие последовательно описывает все этапы, необходимые для создания фотореалистичного изображения (render) в трехмерной графике.

Основное содержание данного пособия посвящено описанию методов создания и настройки базовых материалов на примере стандартного материала Арнольда (Standard Surface), настройке источников света для формирования необходимого освещения в сцене и теней от объектов, поиску оптимальных параметров визуализатора (на примере Арнольда), а также работе по наложению текстур и созданию сложных материалов.

Описываемые принципы и настройки снабжены рисунками и визуализациями, что позволяет наглядно оценить влияние того или иного параметра на конечный результат. Разделы также содержат описание физических или технических процессов, понимание которых необходимо для достижения качественного конечного результата.

Учебное пособие предназначено для бакалавров и магистров направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», в том числе по дисциплинам «Технологии трехмерного моделирования», «Информационные технологии», «Презентация и анимационная графика».

© Хохлов П.В., Хохлова В.Н., 2021

© Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2021

Содержание

1	Введение.....	5
2	РАБОТА С РЕДАКТОРОМ МАТЕРИАЛОВ (MATERIAL EDITOR) В 3DS MAX.....	6
2.1.	Моделирование объектов в сцене	6
2.2.	Интерфейс редактора материалов (Material Editor).....	7
2.3.	Пример создания и настройки материала в редакторе материалов (Material Editor) и расчёта визуализации (render)	13
2.4.	Вопросы для самоконтроля.....	16
3	НАЛОЖЕНИЕ ТЕКСТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ ОБЪЕКТА	17
3.1.	Создание и наложение текстур	17
3.2.	Создание и наложение карт развертки.....	21
3.3.	Вопросы для самоконтроля.....	22
4	ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЦЕНЫ	23
4.1.	Понятие композиции	23
4.2.	Работа с камерами и подбор ракурса	25
4.3.	Базовые настройки визуализатора Арнольд (Arnold)	31
4.4.	Вопросы для самоконтроля.....	41
5	НАСТРОЙКА ОСВЕЩЕНИЯ. ИСТОЧНИКИ СВЕТА (ARNOLD)	42
5.1.	Настройка экспозиции	42
5.2.	Буферное окно визуализатора Арнольд (Arnold RenderView)	43
5.3.	Источники света Арнольда. Общие для них параметры.....	50
5.4.	Типы источников света Арнольда, их индивидуальные параметры	60
5.5.	Освещение сцены	78
5.6.	Вопросы для самоконтроля.....	79
6	БАЗОВЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ. СОЗДАНИЕ ПРОСТЫХ МАТЕРИАЛОВ (ARNOLD).....	80
6.1.	Базовые свойства материалов	80
6.2.	Пример создания простого материала хрома.....	101
6.3.	Пример создания простого материала меди.....	102
6.4.	Пример создания простого материала пластика.....	109
6.5.	Пример создания простого материала цветного глянцевого стекла	109
6.6.	Пример создания простого материала прозрачного стекла.....	110
6.7.	Вопросы для самоконтроля.....	112

7	СОЗДАНИЕ СЛОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ARNOLD)	113
7.1.	Работа с процедурными картами.....	113
7.2.	Сложные материалы	124
7.3.	Мультишное затенение (Toon Shading).....	139
7.4.	Базовый материал объема (Standard Volume)	151
7.5.	Вопросы для самоконтроля.....	157
8	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	158
9	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	159

1 Введение

Данное пособие последовательно описывает все этапы, необходимые для создания фотoreалистичного изображения в трехмерной графике. Примеры приведены на базе интерфейса одной из наиболее популярных программ – 3ds Max и популярного визуализатора Arnold, однако знание и понимание описанных здесь принципов позволит выполнить нужную работу и в другом пакете программ и/или другом визуализаторе (некоторые настройки или их названия могут отличаться, но описанные здесь принципы универсальны для визуализации в трехмерной графике).

Основное содержание данного пособия посвящено описанию методов создания и настройки базовых материалов на примере стандартного материала Арнольда (Standard Surface), настройке источников света для формирования необходимого освещения в сцене и теней от объектов, поиску оптимальных параметров визуализатора (на примере Арнольда), а также работе по наложению текстур и созданию сложных материалов.

Описываемые принципы и настройки снабжены рисунками и визуализациями, что позволяет лучше усвоить материал и наглядно оценить влияние того или иного параметра на конечный результат. Описание некоторых настроек и алгоритмов снабжено описанием физических или технических процессов, понимание которых необходимо для достижения качественного конечного результата, т.к. не существует “универсального принципа” или готового решения. Потому задача создания фотoreалистичной визуализации относится к сложным: визуализированное изображение (render) представляет собой сочетание нескольких десятков различных параметров, настройки которых сильно различаются в зависимости от ситуации, и здесь важно точно понимать, какие именно настройки позволяют получить желаемый конечный результат.

Работа в трехмерной среде начинается с моделирования, т.е. создания композиции из объектов нужных геометрических форм. Этот этап здесь не рассмотрен (это самостоятельный и довольно содержательный блок, ему посвящено отдельное пособие), но кратко рассмотрены те принципы, которые важно учитывать при создании визуализации (render).

2 РАБОТА С РЕДАКТОРОМ МАТЕРИАЛОВ (MATERIAL EDITOR) В 3DS MAX

2.1. Моделирование объектов в сцене

Работа в трехмерной среде начинается с моделирования, т.е. создания композиции из объектов нужных геометрических форм.

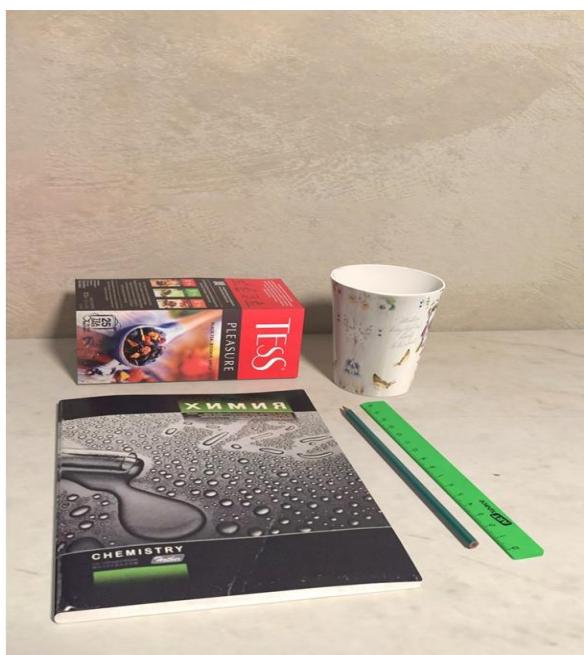
Есть два разных подхода к созданию визуализации. Первый – это создание визуализации на основе фотографии. В этом случае фотография или несколько будут референсами (англ. Reference – ссылка, справка, пример). Это одна из самых популярных и сложных задач – повторить предмет на визуализации точь-в-точь как на референсе. Для этого материалы и текстуры должны быть максимально похожи, освещение сцены нужно настроить в соответствии с тем, каким оно было в момент создания фотографии, а также сама форма объектов должна соответствовать реальности (т.е. важно моделировать объект точно и детально).

Если форма объекта не точная, т.е. не такая, как у данного или похожего предмета в реальности, то и на конечной визуализации будет “что-то не так”. Например, могут быть нарушены пропорции, или тень от объекта будет не такой, как на фотографии. Либо могут присутствовать какие-то искажения, по которым понятно, что предмет “не настоящий” (например, если для модели стакана не создать толщину стенок, то при наложении прозрачного материала стекла на модель стакана на визуализации такой стакан не будет похож на настоящий).

На рисунке 2.1.1 приведен пример готовой фотoreалистичной визуализации, созданной по фотографии.



a)



б)

Рисунок 2.1.1 – Пример визуализации (render), созданной по фотографии: а) фотография, сделанная с помощью фотокамеры смартфона; б) визуализация, выполненная с помощью визуализатора Арнольд

Второй подход – это создание визуализации, если референсами являются рисунки от руки или эскизы, в этом случае есть информация об основных формах объектов, а также (возможно) о материалах этих объектов и освещении сцены (по теням от объектов). Но многое остается на творческое исполнение автора визуализации. Например, это могут быть не реальные, а вымышленные персонажи для мультфильма (но анатомия должна быть реалистичной) или механизмы, трехмерная модель которых создана по чертежам и эскизам, но материалы должны выглядеть реалистично. Пример визуализации такого механизма по эскизу показан на рисунке 2.1.2.



Рисунок 2.1.2 – Пример визуализации (render), созданной по эскизу: а) эскиз, нарисованный от руки; б) визуализация, выполненная с помощью визуализатора Арнольд

Крайне редко встречается задача, когда нужно создать объект или персонаж полностью вымышленный, без опоры на референсы. Всё же на этапе обдумывания его образа у художника появляется задача запечатлеть формы и идеи в рисунке (или опираться на какие-то физические процессы), они и служат референсами.

В данном пособии основное внимание удалено наиболее популярной задаче – это создание фотoreалистичной визуализации (т.е. нужно повторить предмет максимально точно, как он выглядит на фотографии).

При изучении референса важно понимать и отличать его детали, ориентируясь совместно на жизненный опыт, инженерные навыки и на знания из области трехмерной графики, а также можно и нужно пользоваться информацией, размещенной в свободном доступе в интернете. На этапе моделирования важно соблюдать размеры и формы объектов (пока без учёта их физических свойств), пропорции деталей этих объектов между собой, а также создавать модель с правильной поверхностной сеткой. Иначе неточности формы предметов или их деталей будут видны даже при хорошей настройке материалов.

2.2. Интерфейс редактора материалов (Material Editor)

Материал определяет способ визуализации поверхности объекта, включая свойства поверхности (такие как цвет, отражение, прозрачность), ссылки на используемые текстуры, информацию о мозаике, цветовые оттенки и многое другое.

Создание и настройка материалов в 3ds Max происходит в модуле, который называется редактором материалов (Material Editor), запустить его можно либо нажатием горячей клавиши <M>, либо через меню Визуализация → Редактор материалов (Rendering→Material Editor), либо нажатием кнопки  на панели инструментов.

Редактор материалов может быть представлен в двух видах: в компактном виде (Compact Material Editor) или в расширенном виде (Slate Material Editor). Переключение между этими режимами можно сделать через меню режимов (Modes) редактора материалов (рисунок 2.2.1).

Компактный редактор материалов (Compact Material Editor) – это интерфейс редактора материалов, в котором отображены слоты для визуального просмотра материала на шаре, а настройки выделенного материала находятся ниже в свитках и во вложениях (рисунок 2.2.1). Само окно компактного редактора материалов по размеру меньше, чем расширенного, и удобнее в ситуациях, когда нужно уже настроенные материалы применить к объектам сцены. При первом открывании редактора материалов (Material Editor), во всех слотах выставлен материал по умолчанию, он имеет одинаковый серый цвет.

Расширенный редактор материалов (Slate Material Editor) – это интерфейс редактора материалов, в котором все материалы или карты отображены в виде списка их компонентов (узлов – nodes), и наглядно видны связи между этими компонентами, а также в поле справа видны все настройки выделенного материала или карты (рисунок 2.2.2). Данный интерфейс удобен при разработке и настройке материалов, т.к. позволяет одновременно видеть структуру и взаимосвязи компонентов, и настройки нужного компонента.

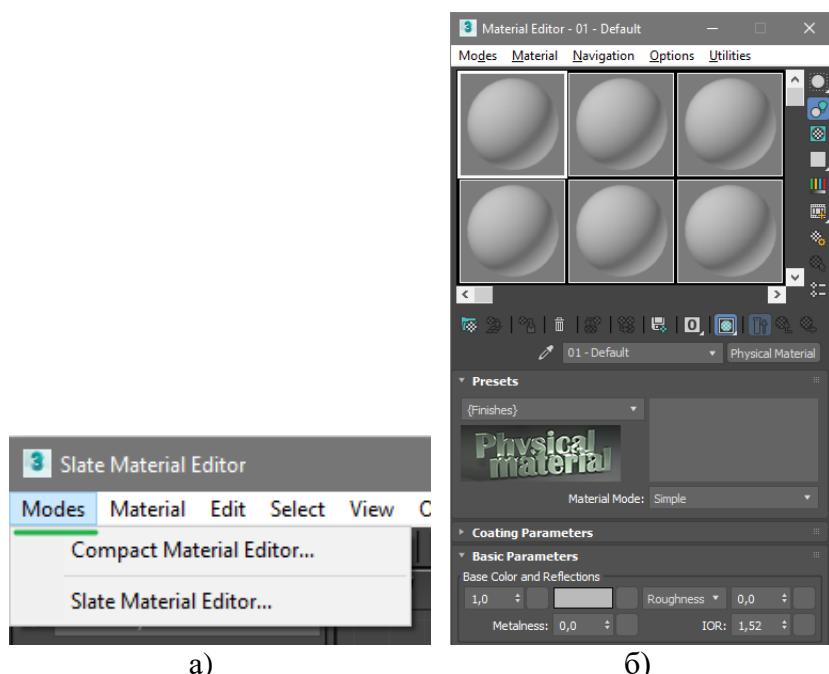


Рисунок 2.2.1 – Редактор материалов (Material Editor): а) переключение между режимами (Modes); б) компактный вид редактора материалов (Compact Material Editor)

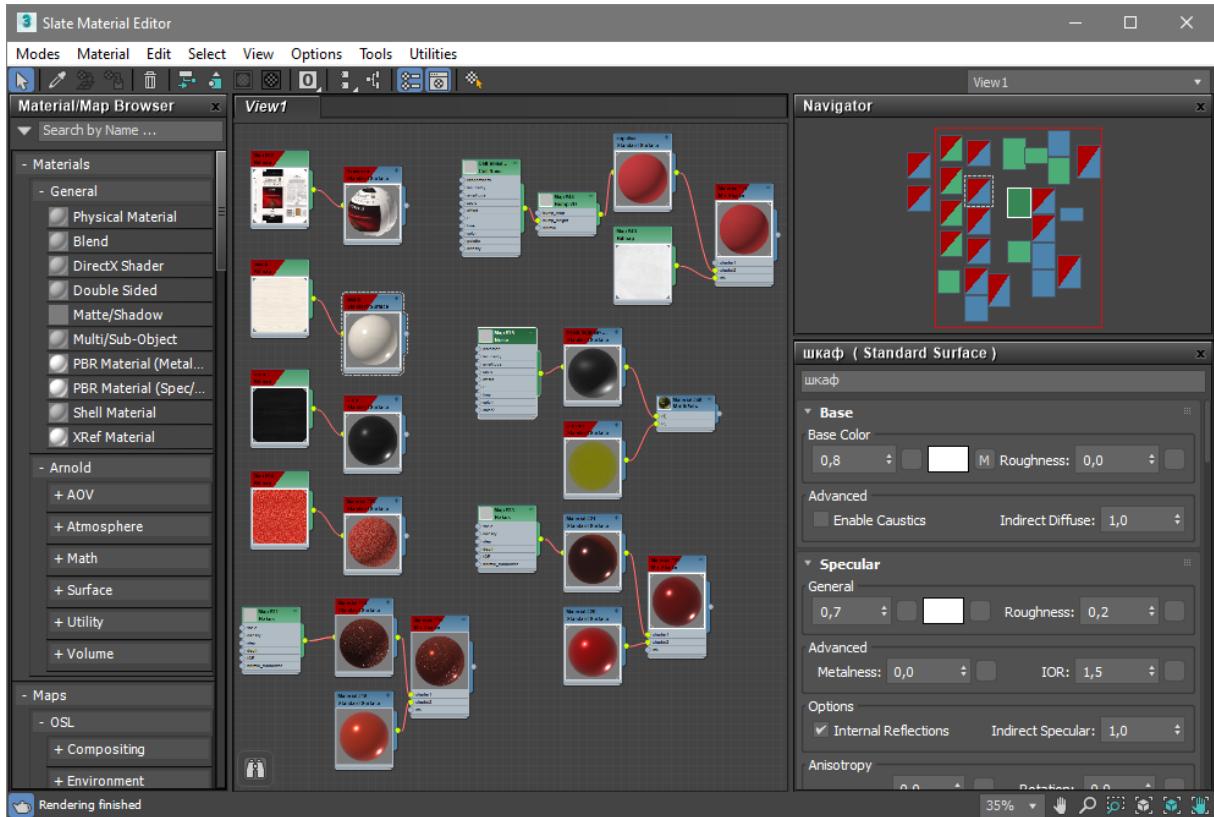


Рисунок 2.2.2 – Редактор материалов в расширенной форме (Slate Material Editor) с указанием его полей

Работа в расширенном редакторе материалов (Slate Material Editor).

На рисунке 2.2.3 указаны области интерфейса расширенного редактора материалов. Ниже приведено их описание. Большинство работы происходит в областях интерфейса под номерами 3, 4 и 6.

1. Меню (Menu bar).
2. Панель инструментов (Toolbar).
3. Браузер материалов и карт (Material/Map Browser), в нём можно выбирать из списка нужные материалы или карты и перетаскивать их с зажатием левой кнопкой мыши в поле активного просмотра (Active View), это и есть создание материала или карты. Как вариант, двойной щелчок на нужном материале или карте также приведет к его созданию и отображению в поле активного просмотра.
4. Поле активного просмотра (Active View), в котором можно увидеть все созданные материалы и карты и создавать связи между ними. Для удобства можно создать несколько полей активного просмотра и переключаться между ними при работе с разными материалами сцены.
5. Окно навигатора (Navigator) показывает более мелко расположение всех созданных материалов и карт и позволяет ориентироваться в пространстве, отображаемом вне поля активного просмотра (Active View).
6. Редактор параметров (Parameter Editor), в котором можно изменять настройки выбранного материала или карты.
7. Инструменты навигации (View navigation).
8. Отображение статуса операции (Status).

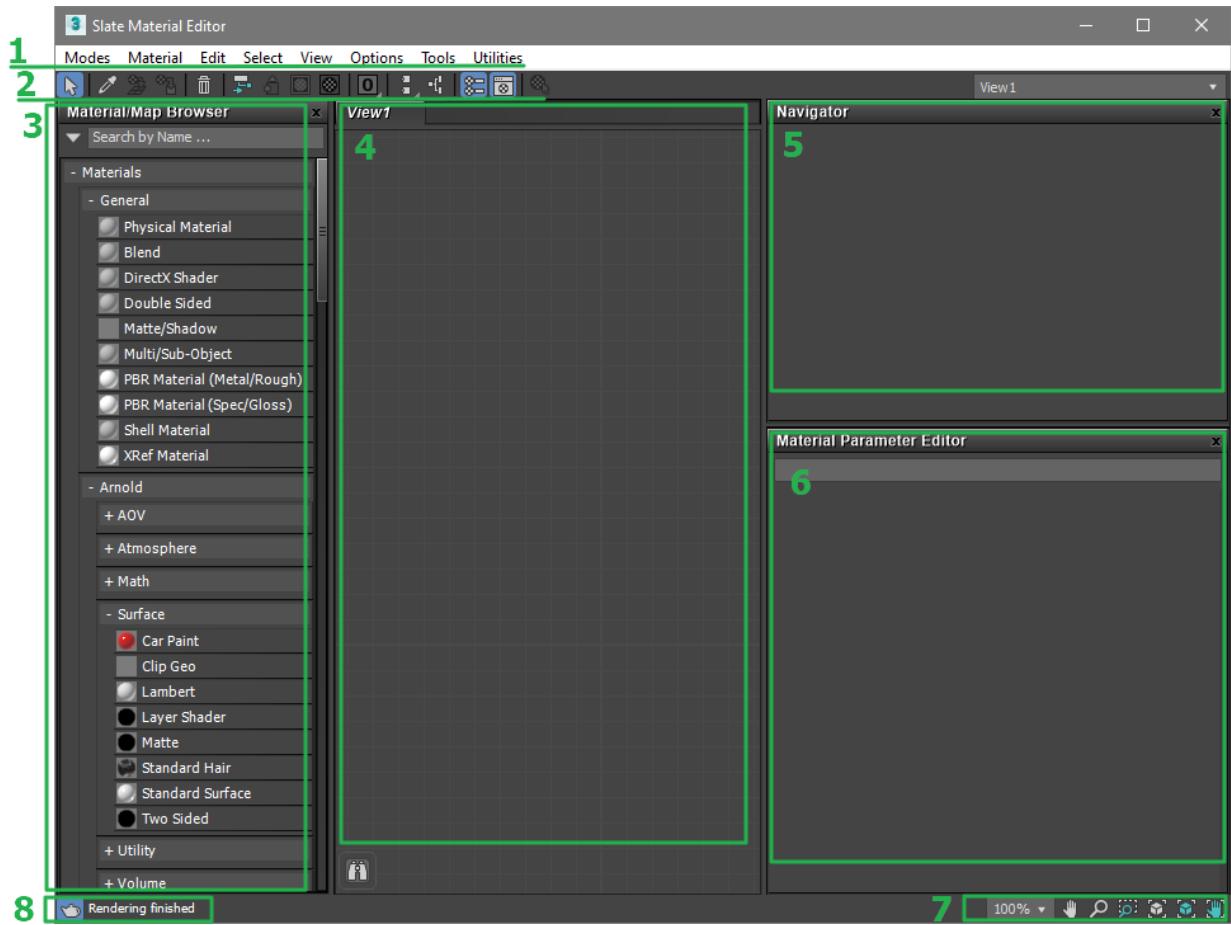


Рисунок 2.2.3 – Основные поля расширенного редактора материалов (Slate Material Editor)

Материал может иметь сложную структуру. Эту структуру наглядно видно благодаря отображению связей в поле активного просмотра (Active View).

Канал (имеет вход и выход) материала – поле, которое может содержать текстуру или материал для управления параметром. Такие материалы или текстуры называются вложенными.

Вход или выход канала – точка присоединения линии связи между блоками. Текстуры и материалы существуют сами по себе, пока они не соединены связями. При назначении этой связи определенная текстура назначается на канал материала, к точке которого (вход) приходит линия связи от точки этой текстуры (выход).

Пример сложного материала с обозначением каналов и связей между ними показан на рисунке 2.2.4

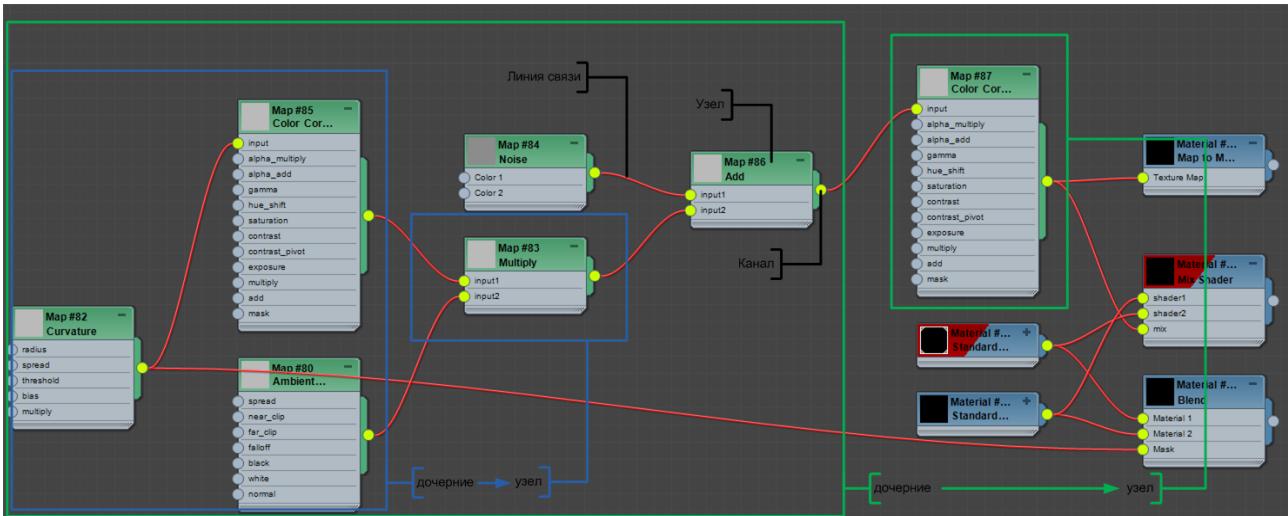


Рисунок 2.2.4 – Древовидная структура материала, состоящая из узлов (Nodes), соединенных линиями связи через каналы

На рисунке 2.2.5 рассмотрены основные кнопки панели инструментов (Toolbar) для расширенного редактора материалов (Slate Material Editor). Часть этих кнопок присутствует и в компактном редакторе материалов.

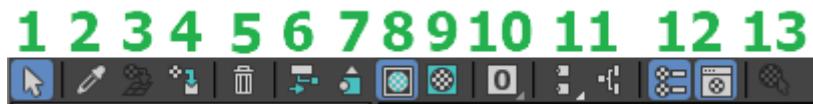


Рисунок 2.2.5 – Основные кнопки панели инструментов (Toolbar) расширенного редактора материалов (Slate Material Editor)

Панель инструментов редактора материалов (Material Editor Toolbar):

- (1) Инструмент выбора (Select Tool) – инструмент, позволяющий выбрать узлы материала/карты.
- (2) Выбрать материал объекта (Pick Material from Object) – эта функция позволяет с интересующего объекта сцены выбрать его материал, для этого нужно нажать пипеткой на этот объект, дерево этого материала будет показано в окне рабочего пространства (Active View);
- (3) Обновление материала в сцене (Put Material to Scene) позволяет обновить материал на объекте в сцене после его редактирования.
- (4) Применить выбранный материал к выделенному объекту в сцене (Assign Material to Selection). С помощью этой функции уже настроенные материалы можно назначить нужным объектам сцены.
- (5) Удалить выделенное (Delete Selected) – удалить выбранный материал или карту, или контроллер.
- (6) Перемещение дочерних (Move Children) – опция, позволяющая при перемещении материала в другое место окна рабочего пространства (Active View) перемещать вместе с ним всё дерево его дочерних карт.
- (7) Скрыть неиспользуемые узлы (Hide Unused Nodeslots) – опция, которая у выделенного материала скрывает все узлы, не имеющие связи с другими узлами или картами. Это позволяет оптимальнее использовать рабочее пространство (т.е. не занимать его длинным списком узлов текущего материала, если они не будут использованы).

- (8) Отобразить материал в видовом окне (Show Shaded Material in Viewport) – опция, которая позволяет включить или отключить отображение настроенного материала в видовом окне. Это особенно актуально при работе с текстурами. Например, если текстура не отображается на объекте в видовом окне, хотя она отображается в редакторе материалов и этот материал применен к объекту, то возможно данная функция выключена.
- (9) Отобразить задний фон в окне предпросмотра материала (Show Background in Preview).
- (10) Назначить номер канала материала (material ID Channel).
- (11) Разложить всё (Lay Out All) – функция выкладывает все материалы и карты в рабочем окне материалов в вертикальной или в горизонтальной области. Разложить дочерний (Lay Out Children) – выкладывает все дочерние карты рядом в окне рабочего пространства.
- (12) Скрыть/отобразить браузер материалов и карт (Material/Map Browser) и скрыть/отобразить редактор параметров (Parameter Editor).
- (13) Выбрать по материалу (Select by Material) – данная функция открывает диалоговое окно, в котором отмечены все объекты сцены, к которым применен данный материал.

На рисунке 2.2.6 рассмотрены основные кнопки панели навигации (Navigator) для расширенного редактора материалов (Slate Material Editor), описание работы этих кнопок приведено ниже.



Рисунок 2.2.6 – Основные кнопки панели навигации (Navigator) расширенного редактора материалов (Slate Material Editor)

Панель навигации редактора материалов (Material Editor Navigator):

Навигация (Navigator):

- 1) Текущий масштаб для отображения рабочего пространства (Active View).
- 2) Навигация по плоскости (Pan Tool) рабочего пространства (Active View).
- 3) Инструмент масштабирования (Zoom Tool) позволяет приближаться к узлам материалов или карт в окне рабочего пространства для детальной работы с материалами или отдаляться от них.
- 4) Инструмент масштабирования области (Zoom Region Tool) позволяет с помощью прямоугольного выделения приблизиться к интересующей области в окне рабочего пространства (Active View).
- 5) Инструмент масштабирования (Zoom Extents), при использовании которого все материалы или карты, которые есть в окне рабочего пространства, отобразятся.

- 6) Инструмент масштабирования выбранного (Zoom Extents Selected) отображает крупным планом выбранный материал или карту в окне рабочего пространства материалов (Active View).
- 7) Приблизить к выбранному (Pan to Selected) – инструмент отображает выбранный материал или карту в центре окна рабочего пространства (Active View).

Далее на примере будет рассмотрено создание простого материала в редакторе материалов (Material Editor).

2.3. Пример создания и настройки материала в редакторе материалов (Material Editor) и расчёта визуализации (render)

В первую очередь нужно убедиться, что в качестве визуализатора выбран Арнольд. Для этого нужно зайти в меню настройки визуализатора (Render Setup) либо через горячую клавишу <F10>, либо через меню визуализации (Rendering) и в поле выбора визуализатора (Renderer) выбрать Арнольда (рисунок 2.3.1). Здесь же на вкладке общих настроек (Common) можно выбрать размер выходного изображения (Output Size) или задать свой. Более подробно настройки визуализатора Арнольда будут рассмотрены в разделе 4.

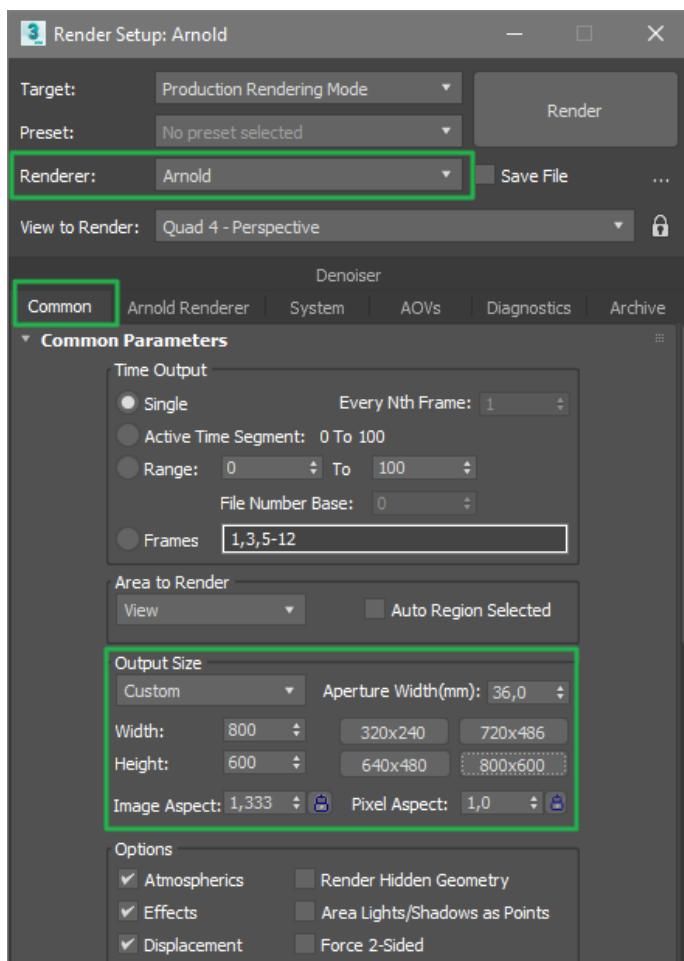


Рисунок 2.3.1 – Выбор Арнольда в качестве визуализатора

Создание материала будет рассмотрено на примере интерфейса расширенного редактора материала (Slate Material Editor, <M>).

Самым часто используемым материалом является материал стандартной поверхности Арнольда, или базовый материал Арнольда (Standard Surface).

Можно создать этот материал двумя разными способами:

- 1) Найти нужный материал в браузере материалов и карт (Material/Map Browser) и зажав левую кнопку мыши перетащить его в поле активного просмотра (Active View).
- 2) Щелкнуть правой кнопкой мыши в любом месте поля активного просмотра (Active View) и в открывшемся меню выбрать из материалов Арнольда материал стандартной поверхности (Standard Surface).

Эти два способа отмечены цифрами 1 и 2 на рисунке 2.3.2.

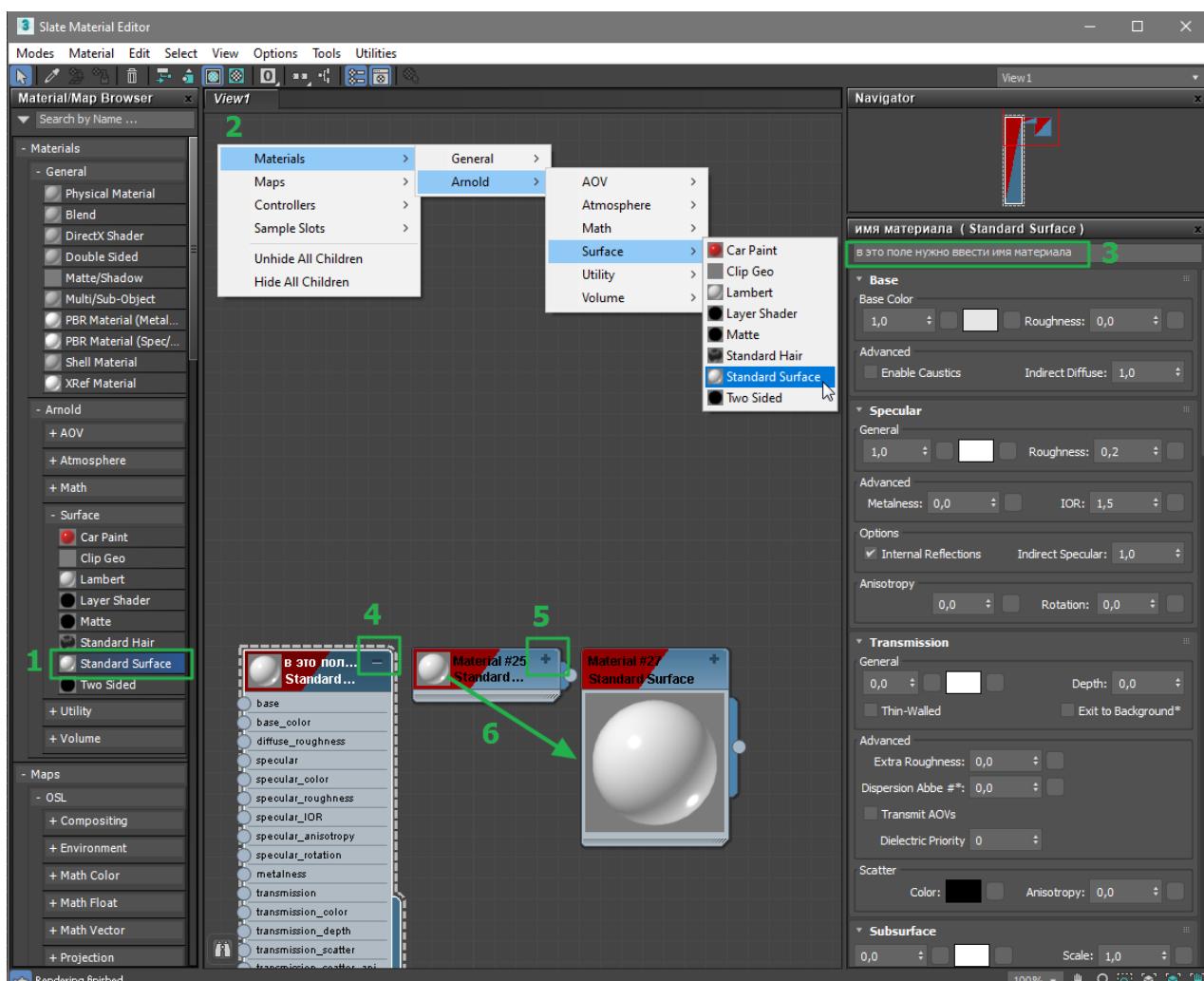


Рисунок 2.3.2 – Создание базового материала Арнольда (Standard Surface)

Имя активного материала отображается в шапке материала. Это имя можно изменить в редакторе параметров выделенного материала (Parameter Editor), на рисунке 2.3.2 это поле отмечено цифрой 3.

Название материала не является именем файла, оно может содержать пробелы, числа или другие символы. Желательно каждому материалу назначать

имя, отражающее его суть. Благодаря именам гораздо проще ориентироваться среди материалов, когда их несколько или некоторые из них очень схожи.

Список параметров (узлов) материала можно свернуть или развернуть в поле активного просмотра (Active View), нажав на значок «+» или «-» в шапке материала (на рисунке 2.3.2 отмечены цифрами 4 и 5).

Чтобы развернуть окно предпросмотра материала (отображение материала на шарике), нужно дважды щёлкнуть левой кнопкой мыши на значке шарика (на рисунке 2.3.2 отмечено цифрой 6). Эта опция бывает удобна, чтобы ориентироваться среди созданных материалов и карт (и видеть связи между ними), однако следует учитывать, что данное окно неточно отображает материал, и при точной настройке параметров материала нужно ориентироваться на визуализацию (render), а не на это окно предпросмотра.

Чтобы рассчитать визуализированное изображение (render), нужно либо воспользоваться горячими клавишами, либо кнопками на инструментальной панели 3ds Max (рисунок 2.3.3).

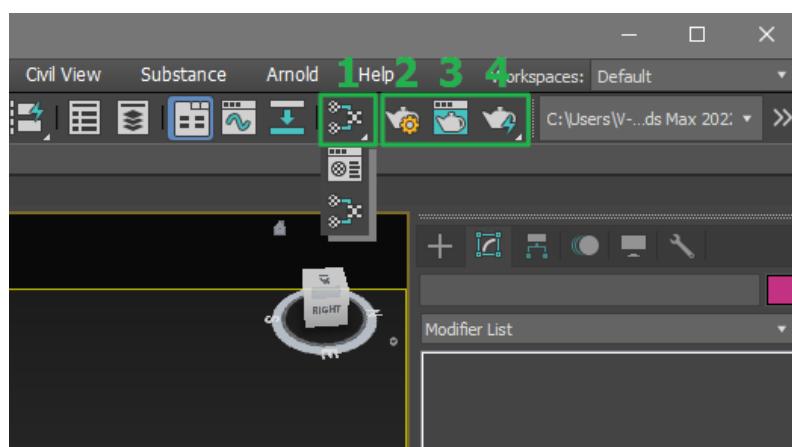


Рисунок 2.3.3 – Кнопки на инструментальной панели 3ds Max: 1) вызов редактора материалов (Material Editor); 2) настройки визуализатора (Render Setup); 3) окно с последней рассчитанной визуализацией; 4) расчет визуализации (render)

(1) – вызов окна редактора материалов (Material Editor, горячая клавиша <M>), кнопка имеет разный вид для расширенного и для компактного видов редактора материалов;

(2) – вызов окна настроек визуализатора (Render Setup, горячая клавиша <F10>);

(3) – стандартное окно с последним рассчитанным кадром сцены;

(4) – расчёт визуализации (Render) из активного видового окна (<Shift+Q>) или из того видового окна, из которого была рассчитана последняя визуализация (<Shift+F9>).

Настройки базового материала Арнольда (Standard Surface) и примеры создания простых материалов (например, хром или стекло) будут рассмотрены в разделе 6. Существуют и другие типы материалов, некоторые из них будут частично рассмотрены на примерах создания сложных материалов.

2.4. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое референсы и в каких случаях в них есть необходимость при визуализации изображений в трехмерной графике?
2. Каково назначение редактора материалов (Material Editor)? Каковы два основных вида этого редактора и чем они отличаются?
3. Какие поля содержит расширенный редактор материалов (Slate Material Editor)?
4. Опишите работу кнопок панели инструментов (Toolbar) и панели навигации (Navigator) для расширенного редактора материалов (Slate Material Editor).
5. Как выбрать Арнольда в качестве визуализатора?
6. Как создать базовый материал Арнольда (Standard Surface)?

3 НАЛОЖЕНИЕ ТЕКСТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ ОБЪЕКТА

3.1. Создание и наложение текстур

Текстуры – это растровое изображение, накладываемое на поверхность модели, чтобы передать фактуру нужного материала.

Текстурирование (*texturing*) – это назначение XYZ-координатам поверхности объекта UV-координат развёртки. Это необходимо, чтобы назначить поверхности объекта нужный параметр текстурной или процедурной карты.

Карта (*map*) – это изображение, полученное математически. Карты могут быть текстурными или процедурными. Например, карта шума (*Noise*) или шахматка (*Checker*) – это процедурные карты, т.е. они считаются математически на основе заданных параметров. Цифровая фотография, обработанная в графическом редакторе, или любое растровое изображение может стать текстурной картой (*Bitmap*).

Желательно использовать квадратные текстуры, размеры которых кратны степени 2 (например, 1024x1024 или 512x512). В интернете выложено огромное количество текстур как платных, так и бесплатных. Можно воспользоваться поиском и найти нужную текстуру.

Повторяемость текстуры (*Tiling*) – это способ наложения текстуры на поверхность объекта путем её копирования со смещением в UV-координатах.

Текстуры бывают *бесшовные* (*seamless*) и *со швом*.

Бесшовная текстура – это текстура, в случае повторяемости (*tiling*) которой не видно, где заканчивается одна текстура и начинается другая. Для ряда моделей необходимы именно бесшовные текстуры.

Можно двумя способами создать карту в редакторе материалов (*Material Editor*). Первый – найти её слева в браузере материалов и карт (*Material/Map Browser*) и мышью перетащить в поле активного просмотра (рисунок 3.1.1). Второй способ – через контекстное меню: правой кнопкой мыши щелкнуть в поле активного просмотра (*Active View*) и выбрать в основных картах карту растрового изображения (*Maps* → *General* → *Bitmap*) и в открывшемся диалоговом окне выбрать нужное растровое изображение.

Через это контекстное меню или через браузер материалов и карт при необходимости можно создать и другие карты.

Созданные карты отображаются в поле активного просмотра. Чтобы видеть текстуры крупнее, можно дважды щелкнуть на названии карты, она отобразится в режиме предпросмотра (цифра 3 на рисунке 3.1.1). Созданной карте нужно назначить имя в соответствии с её сутью (поле отмечено цифрой 4 на рисунке 3.1.1). Под цифрой 5 выделена группа параметров, которые отвечают за настройки текстуры: повторяемость (*Tiling*) с коэффициентами повторяемости (по умолчанию они равны 1) и смещение текстуры (*Offset*), а также способ наложения (зеркальный или последовательный – *Mirror/Tile*). Под цифрой 6 отмечены параметры поворота текстуры в случае необходимости. Цифра 7 указывает путь к текстуре, по нажатию на эту кнопку текстуру можно заменить на другую. Цифрой 8 отмечена функция, которая позволяет посмотреть изображение текстуры полностью и в полном масштабе (*View Image*). При необходимости в этом окне просмотра (*View Image*) текстуру можно обрезать с помощью

красной рамки. Если флажок применения (Apply) будет включен, то текстура будет применена в урезанном виде. Этую обрезку в этом же поле можно будет убрать (отключив флажок применения Apply). Цифрой 9 отмечен параметр, нужный для работы с текстурами с использованием шкалы мировых координат (Use Real-World Scale).

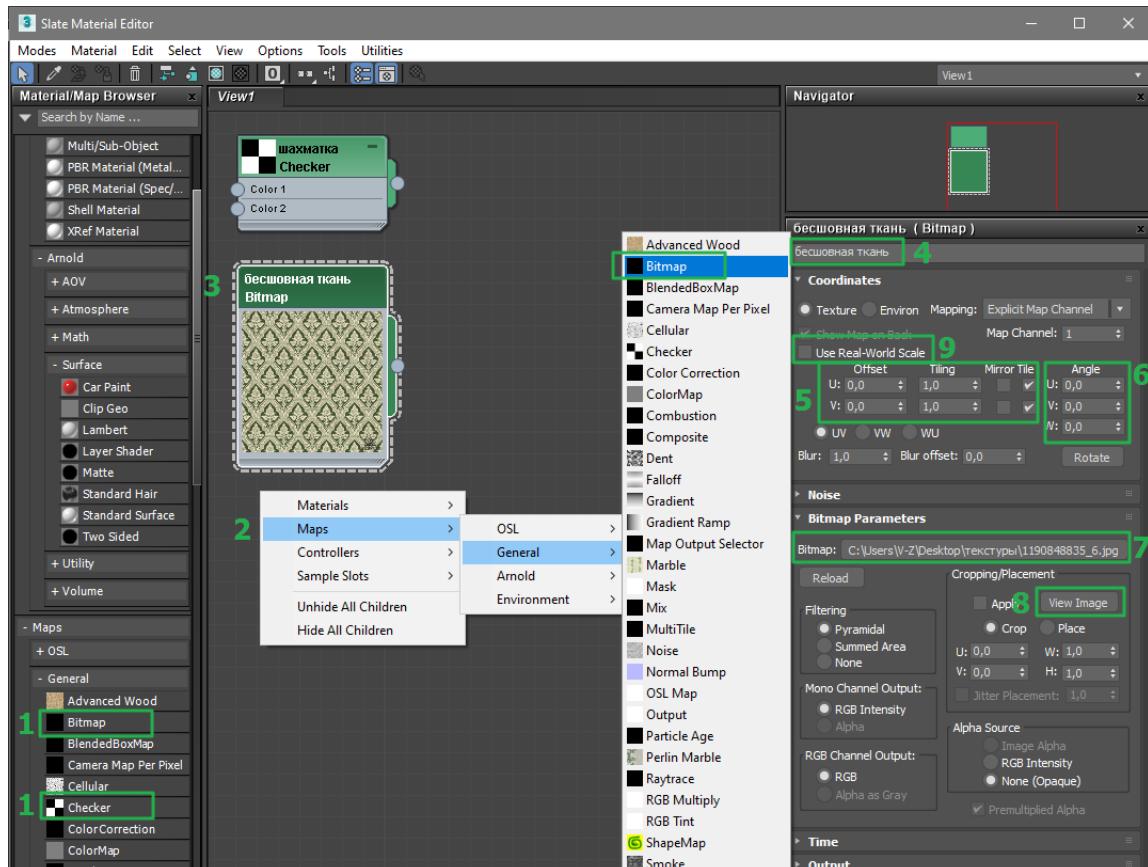


Рисунок 3.1.1 – Создание текстурной карты и её основные настройки

Созданную текстурную карту нужно применить к базовому материалу Арнольда (Standard Surface), для этого его нужно создать (способы его создания описаны в разделе 2). Затем нужно создать связь: от выхода текстурной карты мышью протянуть связь на вход канала базового цвета (Base_color), эта связь отмечена цифрой 1 на рисунке 3.1.2. Теперь когда текстурная карта лежит в канале базового цвета материала Арнольда, можно этот материал применить на объект. Это можно любым из двух способов: 1) нажать кнопку применения материала к выделенным объектам (Assign Material to Selection), она отмечена цифрой 2 на рисунке 3.1.2 и будет активна, если в сцене выделен хотя бы один объект; 2) мышью перетащить связь от выходного канала материала на объект.

Если объект имеет сложную форму или если положение текстуры на объекте нужно отредактировать, для этого есть модификатор настройки UV-координат текстуры на поверхности объекта (UVW Map). Он имеет один подобъект – контейнер Gizmo и ряд настроек (рисунок 3.1.3). С помощью перемещения контейнера Gizmo можно точнее настраивать расположение текстуры на модели.

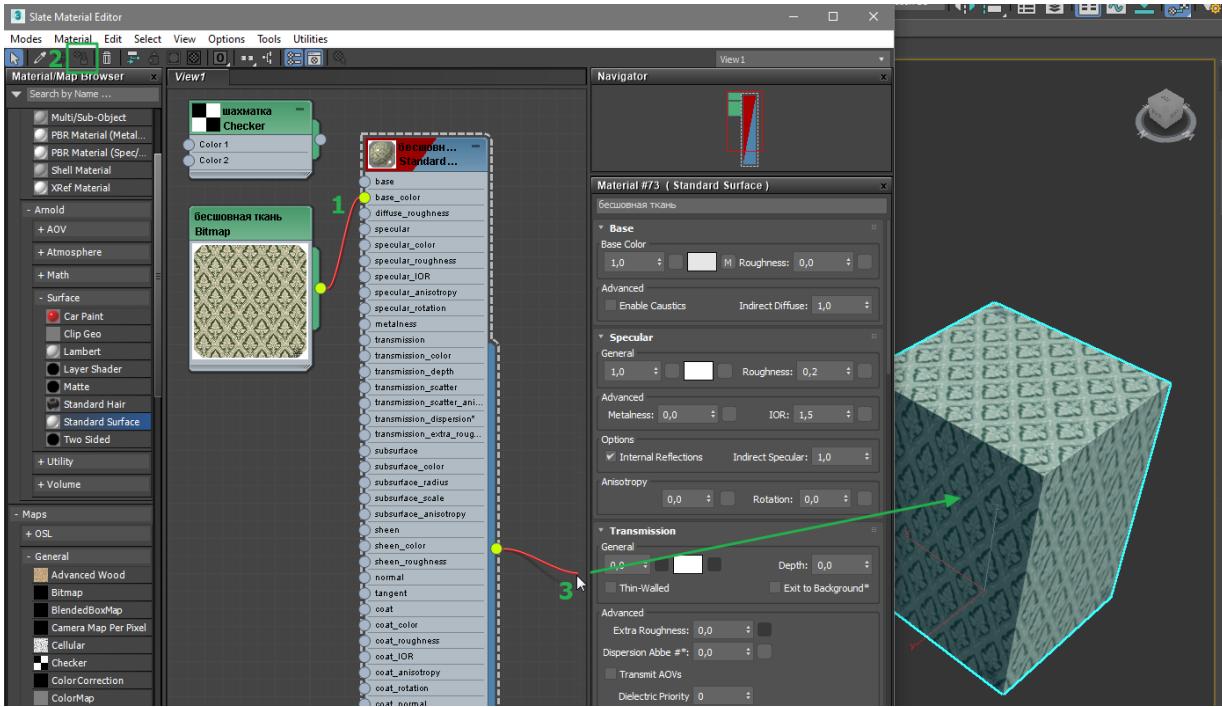


Рисунок 3.1.2 – Применение материала на объект: 1) вложение текстурной карты в канал базового цвета (base_color) созданного стандартного материала Арнольда; 2) либо нажатие на кнопку назначения текущего материала выделенному объекту сцены (Assign Material to Selection), кнопка активна если в сцене выделен хотя бы один объект; 3) либо мышью перетащить связь от выхода канала объекта к самому объекту

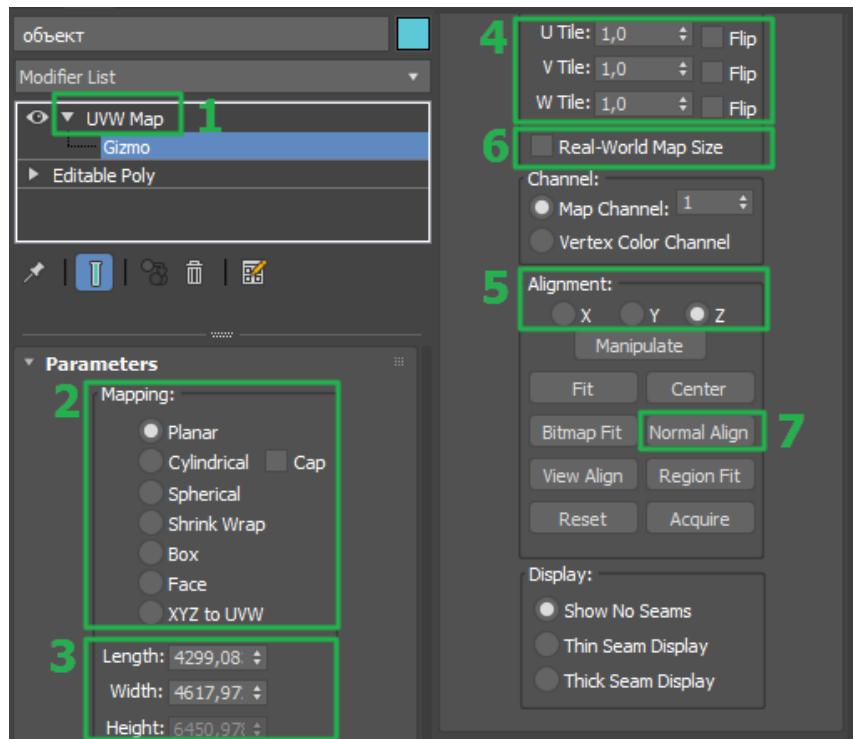


Рисунок 3.1.3 – Модификатор настройки UV-координат на поверхности объекта (UVW Map): контейнер Gizmo; 2) способ наложения на объект (Mapping); 3) размеры габаритного контейнера Gizmo в зависимости от выбранного способа наложения; 4) настройки повторяемости (Tiling) и отражения (Flip); 5) выбор оси выравнивания; 6) использование шкалы мировых координат; 7) выравнивание по нормали полигона

Текстуры видно на объекте в видовом окне, поэтому сразу можно настроить их расположение на объекте нужным образом. Самый удобный режим для работы с текстурами – ровный цвет (Flat Color), т.к. в этом режиме отображены только текстуры или цвет материала, но без освещения и без бликов, которые могут мешать визуально работать с текстурой (рисунок 3.1.4).

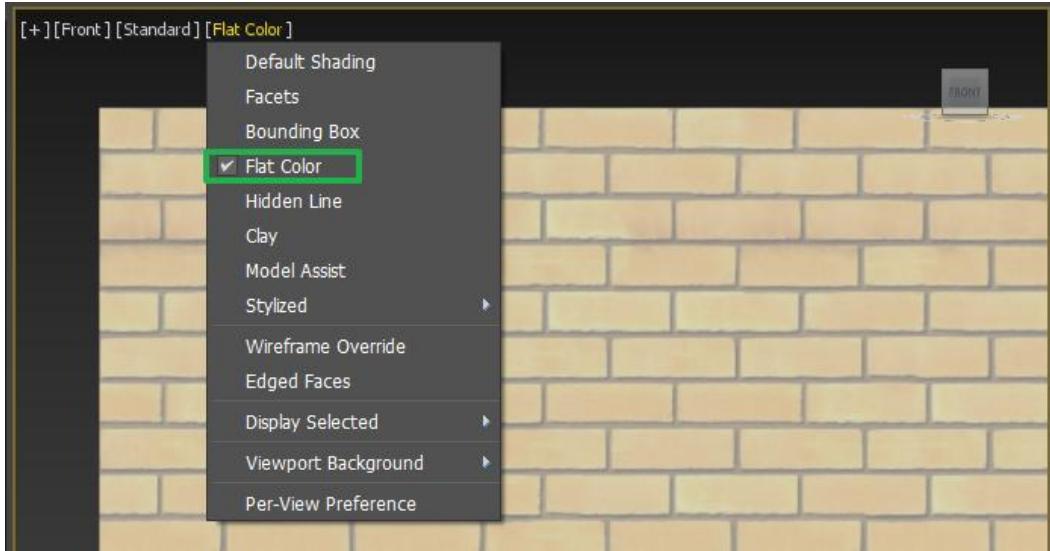


Рисунок 3.1.4 – Режим ровного цвета (Flat Color) для видового окна удобен при работе по наложению текстур на объект, т.к. нет освещения и бликов, которые мешают оценивать текстуру в режиме освещения по умолчанию (Default Shading)

Если необходимо отредактировать геометрию самого объекта, то можно в модификаторе редактирования полигонов (Edit Poly) или в режиме редактируемой сетки (Editable Poly) включить флагок сохранения UV-координат (рисунок 3.1.5). В этом случае уже настроенная текстура не «поплынет» вслед за перемещаемыми полигонами.

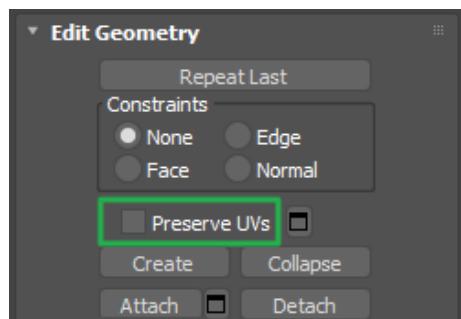


Рисунок 3.1.5 – Сохранение UV-координат для наложенных текстур при изменении геометрии объекта

В данном разделе рассмотрено только наложение текстур на объект без его визуализации. Чтобы оценить качество и правильность наложения текстур, достаточно видеть их отображение на объекте в видовом окне (Viewport). Для качественной конечной визуализации материала могут понадобиться и другие его настройки (а не только текстурные карты), которые будут рассмотрены в следующих разделах.

3.2. Создание и наложение карт развертки

Уникальность развертки заключается в том, что она создается для определенного объекта (т.е. для его геометрии) и может не подойти другим объектам.

Можно создать развертку на основе бесшовной текстуры, либо на основе текстуры, составленной в графическом редакторе из двух разных текстур (в примере ниже сделана именно такая).

Модификатор развертки (Unwrap UVW) позволяет увидеть развертку объекта. Для этого нужно применить его к объекту и открыть UV-редактор (Open UV Editor...), кнопка отмечена на рисунке 3.2.1(а), окно редактора отображено на рисунке 3.2.1(б). В зависимости от того, как полигоны расположены на текстуре, такой результат можно наблюдать на модели в сцене.

Лоскут развертки – это группа полигонов, собранная в один элемент. Иногда лоскут называют кластером.

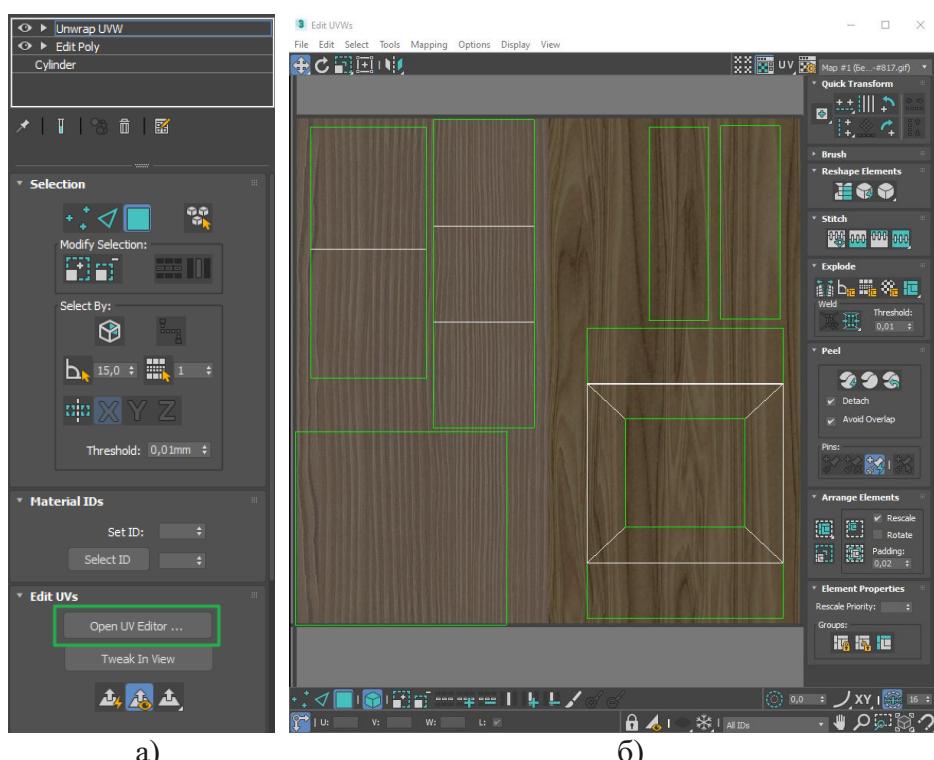
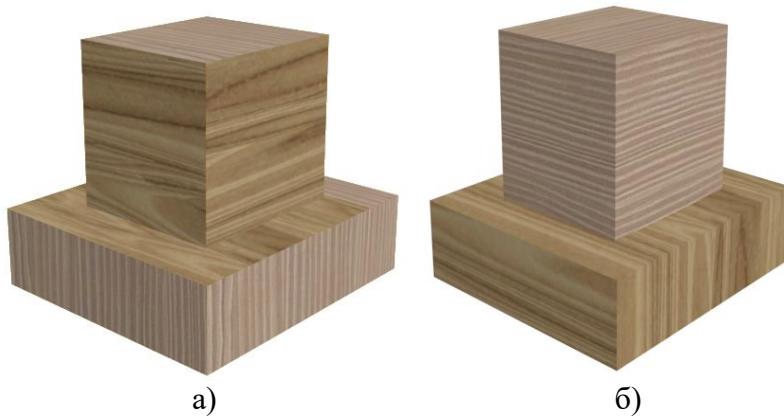


Рисунок 3.2.1 – Модификатор развертки (Unwrap UVW): а) настройки модификатора и кнопка открытия UV-редактора (Open UV-Editor); б) окно UV-редактора (Edit UVWs) с инструментами для работы с разверткой

Вершины и рёбра полигонов, сами полигоны или лоскуты можно выделять, перемещать, поворачивать и масштабировать. С помощью функции разрыва (Break) можно сделать разрыв на ребре и таким образом разъединить лоскут в нужном месте. С помощью функции стежка (Stitch) полигоны можно нужным образом сшить в лоскут. При выделении ребра у одного полигона другое ребро у другого полигона подсвечивается синим цветом, это говорит о том, что это общие рёбра.

Результат наложения полученной развертки на объект с простой геометрией показан на рисунке 3.2.2.



а)

б)

Рисунок 3.2.2 – Наложение карты развёртки на модель: а) при автоматическом выравнивании полигонов в UV-редакторе; б) при доработке развёртки с помощью инструментов UV-редактора (Edit UVWs)

Желательно выполнять развёртку таким образом, чтобы на видимых участках модели не было швов, их лучше прятать в невидимые участки. Также нужно аккуратно пользоваться инструментом масштабирования, чтобы не получить непропорциональный результат (когда текстура слишком большая или наоборот слишком маленькая по сравнению с размером объекта), т.к. искажение пропорций материала объекта заставляет объект выглядеть неестественно.

3.3. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое UV-координаты? В чем отличие от XY-координат?
2. Какие модификаторы позволяют настроить UV-координаты на поверхности объекта? В чем особенность приведенного модификатора?
3. Что такое повторяемость (Tiling) текстуры?
4. В каких случаях удобно работать с использованием шкалы мировых координат (Use Real-World Scale)?
5. Для каких объектов создается развертка?
6. Что такое развертка и что такая текстурная карта развертки?
7. Когда текстурную карту развертки можно использовать для объекта, для которого она не создавалась?
8. Укажите важные моменты, которые необходимо учесть при создании развертки?

4 ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЦЕНЫ

4.1. Понятие композиции

Композиция – это распределение предметов в пространстве, установление соотношения форм, объёмов, света и тени, цветовых сочетаний и т.п.

В трехмерной сцене все созданные объекты можно посмотреть с любой стороны. При визуализации изображения следует точно подобрать ракурс и определиться, что останется в кадре, а что останется за кадром. Чтобы сократить работу, часто детали, которые остаются за кадром, либо не моделируют, либо очень упрощают эту работу. Потому нужно заранее знать, какого размера будет выходное изображение (render), чтобы исходя из этого настраивать ракурс из камеры и композицию предметов.

При создании композиции и подборе ракурса важно учитывать базовые принципы, которыми пользуются художники и фотографы: правило третей, золотое сечение, понимание сочетаний цветов, а также понимание физических законов распространения света.

Правило третей является одним из базовых принципов фотографической композиции, оно позволяет создавать гармоничные композиции и оптимально использовать пространство кадра. Это правило заключается в разделении изображения на три равные части по горизонтали и по вертикали, в результате получается сетка, показанная на рисунке 4.1.1(а). Точки пересечения этих линий называют точками интереса. Если главный объект разместить в этих точках, изображение станет динамичным, сбалансированным и упорядоченным, и кадр зачастую выглядит лучше, чем если бы главный объект был расположен по центру.

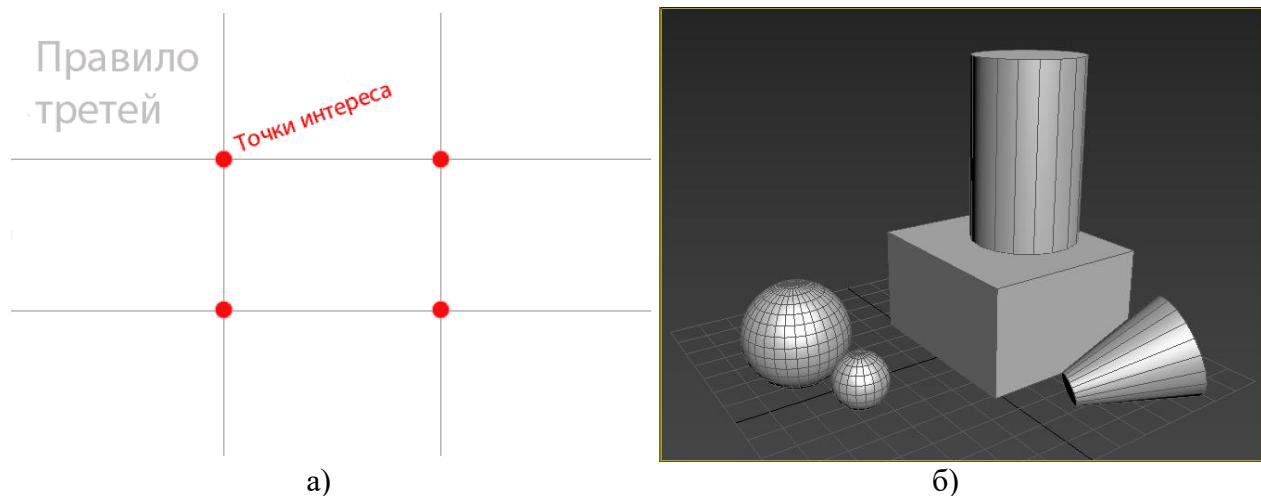


Рисунок 4.1.1 – Правило третей: а) схема кадра; б) пример композиции, созданной по этому правилу

При создании освещения сцены нужно понимать физические законы распространения света, а также принципы передачи их на изображение и терминологию данной области. На рисунке 4.1.2 приведены названия участков рисунка, которыми пользуются художники.



Рисунок 4.1.2 – Терминология художников для рисования освещенных объектов

При работе над материалами объектов важно понимать цвет и цветовые сочетания, а также учитывать, что цвет может различаться в зависимости от освещенности объекта. Для работы с цветом можно пользоваться цветовыми схемами или цветовым кругом, чтобы создавать гармоничные сочетания цветов.

Все цвета образуются на основе трёх основных цветов – красного, желтого, синего. Если эти цвета смешать между собой в равной степени, то получатся оранжевый, зеленый и фиолетовый, эти цвета называют составными. Если основные и составные цвета смешать в равной степени, то получатся третичные цвета. Если собрать все эти цвета в круг, то получится 12-частный цветовой круг, который и является основой теории цвета.

Такой цветовой круг можно использовать для подбора гармоничных цветовых сочетаний, хотя все цвета в нём чистые, яркие и насыщенные, в природе их такими не увидеть. Для визуализаций нежелательно использовать их в чистом виде, лучше их разбавлять, т.е. добавлять в них ахроматические цвета – белый и чёрный. Тогда можно получить огромное множество оттенков и тонов в пределах одного цвета. Если в цвет добавить белый цвет, то его насыщенность снижается до пастельных тонов. И наоборот, если добавлять чёрный цвет, насыщенность основного цвета повысится (рисунок 4.1.3).

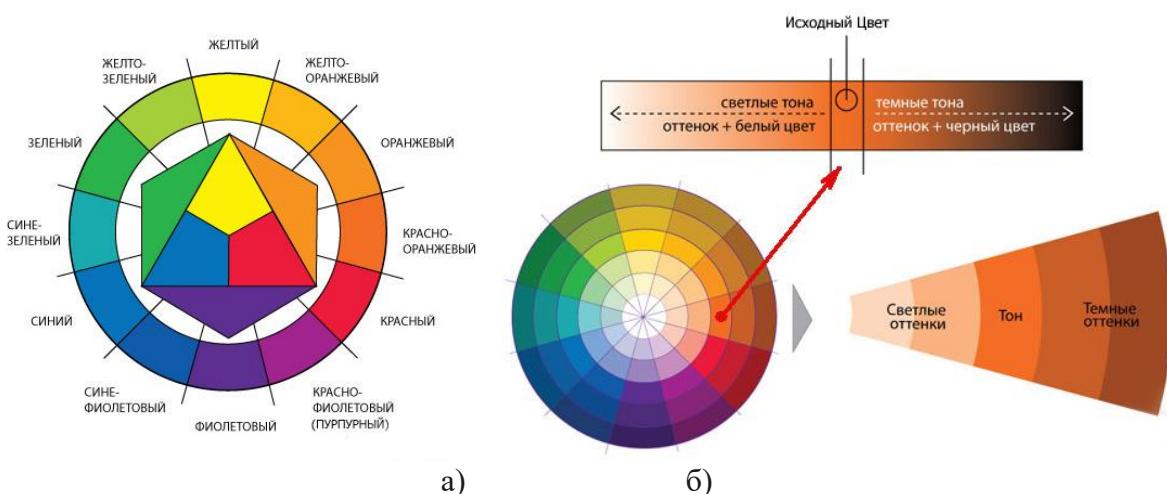


Рисунок 4.1.3 – Цветовой круг: а) основные цвета; б) создание оттенков выбранного цвета

Гармоничные сочетания цветов можно подобрать самостоятельно с помощью схем: монохромной, аналогичной, комплементарной, триады или разбито-

го дополнения (рисунок 4.1.4). Либо использовать готовые цветовые схемы, которые можно найти в интернете (рисунок 4.1.5).

Для анализа цветов и подбора гармоничных сочетаний есть очень удобный инструмент – Кулер от компании Adobe, он доступен онлайн и бесплатно (<https://color.adobe.com/ru/create/color-wheel>).

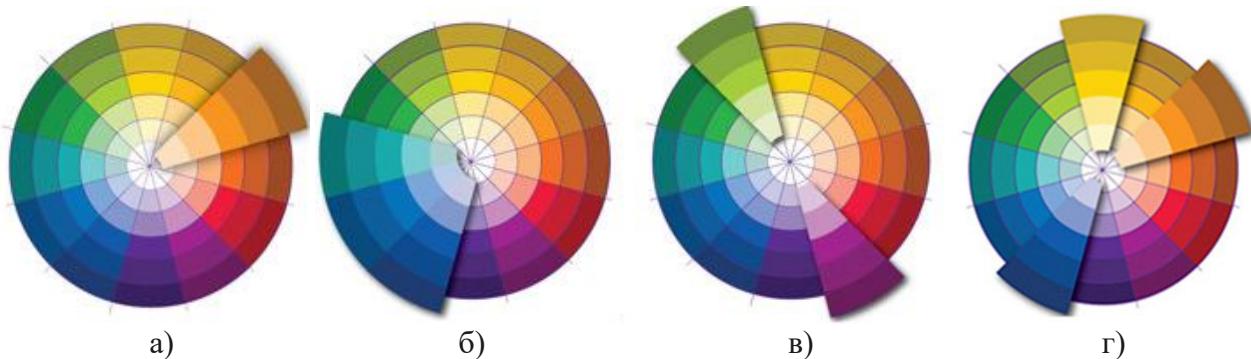


Рисунок 4.1.4 – Примеры цветовых схем: а) монохромная; б) аналоговая; в) комплементарная; г) разбитое дополнение



Рисунок 4.1.5 – Примеры определения основных цветов из фотографии

При работе над материалами нужно анализировать полученные на визуализации цвета. Какие цвета расставляют акценты или какой цвет доминирующий, какие цвета нужно совсем убрать или доработать (обесцветить, т.е. убрать насыщенность, изменить оттенок или вовсе заменить цвет на другой). Если нужно создать визуализацию по фотографии, то понимание описанных в этом разделе принципов облегчит настройку материалов (подробнее в разделе 6) и освещения (подробнее в разделе 5).

4.2. Работа с камерами и подбор ракурса

Расположение камеры в сцене определяет композицию на конечной визуализации. Существуют два способа создания камеры.

Первый способ создать камеру в сцене – это выбрать на командной панели на вкладке создания (Create) раздел камеры (Cameras) и в стандартных камерах выбрать физическую камеру (Physical). Меню на рисунке 4.2.1. В этом случае нужно щелкнуть кнопкой мыши в том месте сцены, где должна располагаться камера, а затем протянуть курсор в ту сторону, куда эта камера должна смотреть. Камеру и/или цель камеры можно перемещать в пространстве, таким об-

разом настраивая вид из камеры нужным образом. При создании визуализации по фотографии важно расположить камеру в трехмерной сцене именно в том месте, где располагалась фотокамера при создании фотографии. Это позволит получить ракурс как на исходной фотографии (референсе).

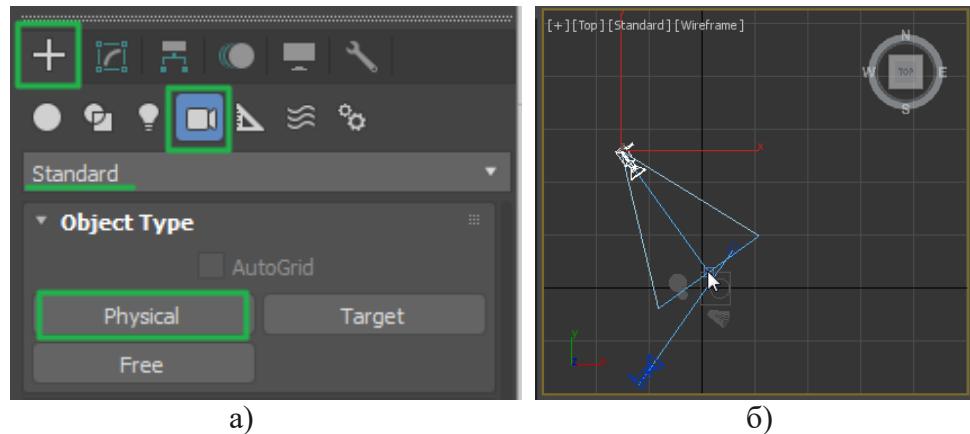


Рисунок 4.2.1 – Создание камеры в сцене: а) кнопка создания камеры; б) расположение камеры в сцене

Нацеленная камера (Target) и свободная камера (Free) – это частные случаи физической камеры (Physical).

Второй способ создать камеру – это настроить нужный ракурс в перспективном видовом окне (Perspective) и нажать комбинацию клавиш <Ctrl+C>, будет создана камера именно с ракурсом текущего видового окна (рисунок 4.2.2). При этом видовое окно изменит своё название на название камеры (по умолчанию будет создана физическая камера с именем PhysCamera001).

При создании камеры этим способом нужно следить, чтобы другая камера не была выделена, иначе вместо создания новой камеры при нажатии <Ctrl+C> другая камера, которая была выделена, подстроится под текущий ракурс.

Чтобы выйти из камеры, нужно нажать клавишу <P>, это переведет видовое окно в перспективный режим (Perspective). Чтобы вернуться в камеру, нужно нажать клавишу <C>. Если в сцене установлено несколько камер, будет предложен список, в котором можно выбрать камеру, в которую нужно вернуться в данном видовом окне. Каждой камере можно назначить имя, соответствующее виду из этой камеры.

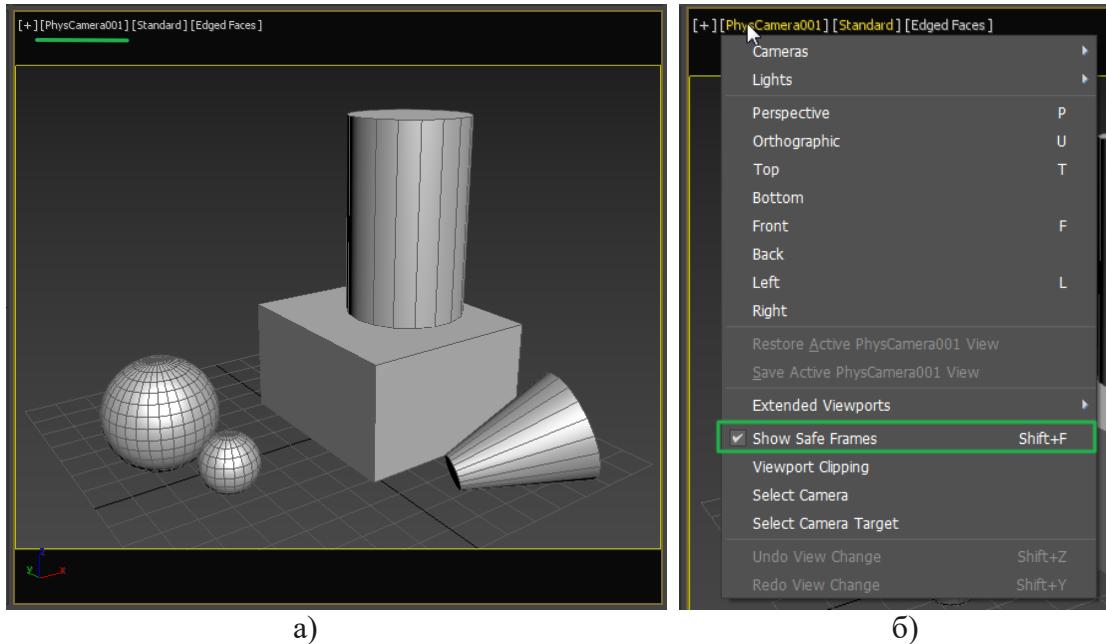


Рисунок 4.2.2 – А) установка камеры из ракурса активного видового окна (Viewport);
б) отображение ограничительной рамки визуализации (Safe Frame)

Чтобы видеть в видовом окне только ту область, которая будет попадать в размер конечной визуализации (render), можно включить/отключить ограничение видимой части сцены (Safe Frame) с помощью комбинации клавиш <Shift+F> или если щелкнуть правой кнопкой мыши на названии камеры в меню видового окна. На рисунке 4.2.2(а) эту рамку видно в видовом окне. Настройки ограничительных рамок (рисунок 4.2.3) также доступны через меню настроек видового окна (Configure Viewports...) на вкладке ограничительных рамок (Safe Frames).

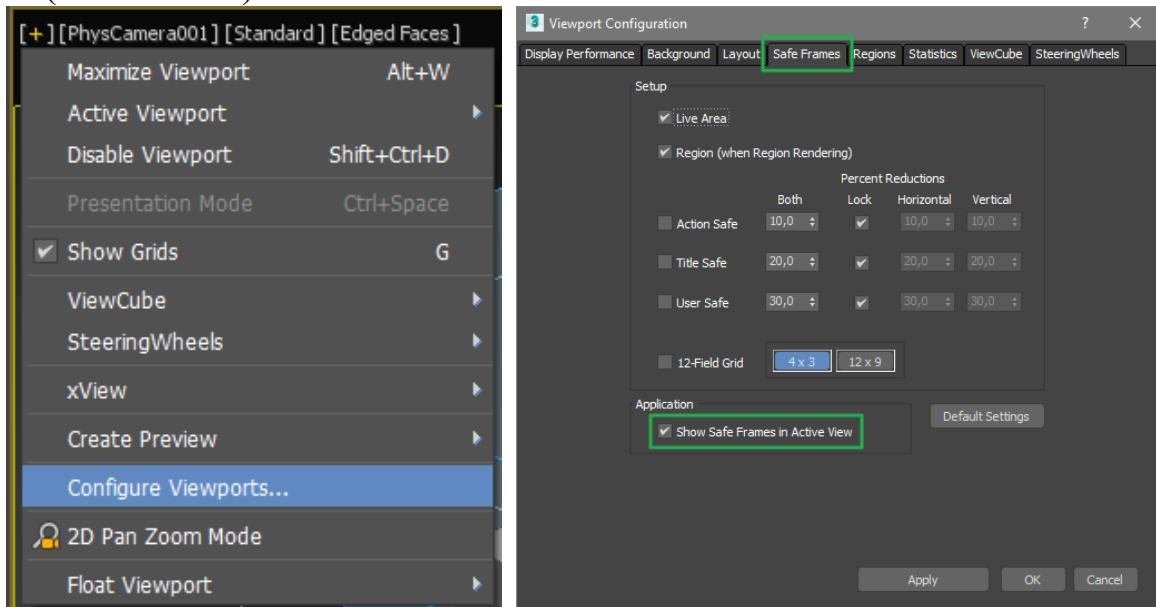


Рисунок 4.2.3 – Установка ограничения видимой части сцены (Safe Frame)

Зрительная пирамида (или зрительный конус) – это часть трехмерного мира, видимая с помощью камеры, на рисунке 4.2.4 она отображена синими линиями (именно так она видна в сцене).

Точкой глаза (или центром проекции) выступает сама камера.

Линией визирования называется линия, которая соединяет точку глаза и цель камеры (или центр глубины резкости). Обычно линия визирования направлена в сторону объекта.

Зона съемки определяется с помощью двух плоскостей – дальней и ближней плоскостей отсечения.

Фокус камеры (или фокальная плоскость) также является центром глубины резкости.

Область, просматриваемая камерой, устанавливается двумя независимыми параметрами камеры: полем зрения (FOV) и фокусным расстоянием объектива. Эти два параметра описывают одно и то же свойство камеры, потому изменение поля зрения изменяет фокусное расстояние объектива, и наоборот.

Поле зрения (Field-of-View, FOV) – это область пространства, которую видит человеческий глаз при неподвижной голове и зафиксированном взгляде. У среднестатистического человека поле зрения составляет 55 градусов вверх, 60 градусов вниз, 90 градусов наружу (суммарное поле зрения двумя глазами около 180 градусов) и 60 градусов внутрь. Человеческий глаз по своему строению распознает объекты трехмерными в пределах 110 градусов, а полноцветными в ещё меньшем диапазоне. Для сравнения, поле зрения некоторых птиц и рыб достигает почти 360 градусов.

Если в видовом окне установлен вид из камеры, то в правом нижнем углу окна программы 3ds Max кнопки для видового окна будут заменены на кнопки для камеры (рисунок 4.2.5). Ниже описаны функции этих кнопок.

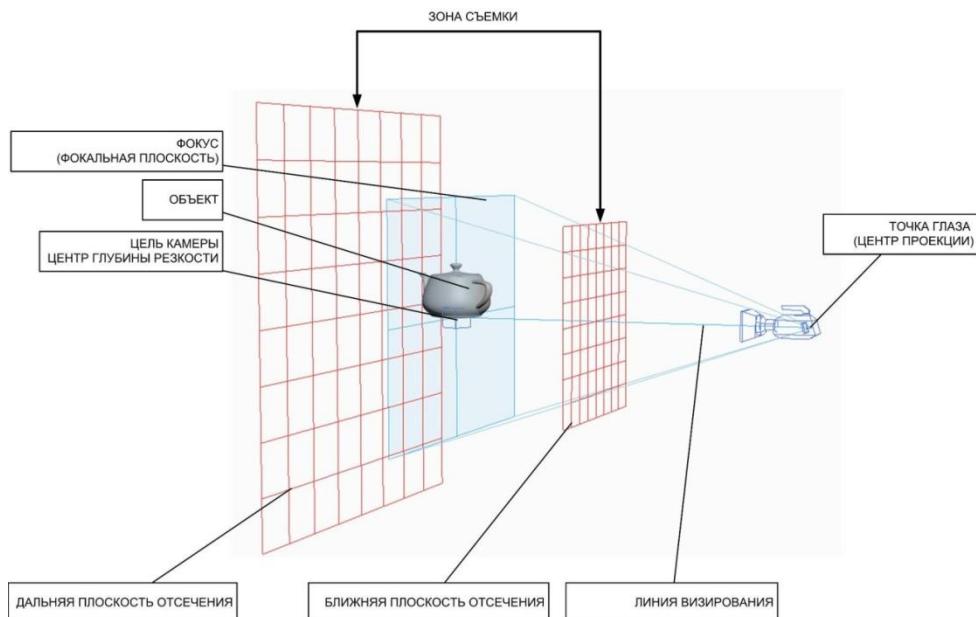


Рисунок 4.2.4 – Терминология для камеры в трехмерной сцене



Рисунок 4.2.5 – Кнопки настройки вида из выделенной камеры

- 1) Наезд/отъезд камеры (Dolly Camera) – приближение или отдаление камеры от цели камеры. При этом величина поля зрения не меняется.
- 2) Перспектива (Perspective) – изменение перспективы, т.е. перемещение камеры вдоль линии визирования к цели камеры, сохраняя размер поля зрения постоянным. Чаще всего эта кнопка используется для корректировки искажений, связанных с большим значением угла обзора (FOV, Field of View).
- 3) Наклон камеры (Roll Camera) – качание камеры (поворот изображения вокруг линии визирования от 0 до 360 градусов).
- 4) Угол обзора, или поле зрения (Field of View) – изменение угла обзора (или поля зрения), при этом положение камеры или цели камеры не меняется. Эта функция бывает необходима, например, при визуализации интерьера небольшой комнаты, когда в кадр не помещаются все необходимые предметы, и приходится немного расширить угол обзора, чтобы показать в кадре больше объектов. При использовании этого инструмента может произойти искажение перспективы, которое будет выглядеть неестественно, в этом случае угол обзора нужно будет скорректировать.
- 5) Слежение камеры (Truck Camera) – перемещение камеры и синхронное перемещение цели камеры в плоскости (параллельной фокальной плоскости).
- 6) Вращение камеры по орбите (Orbit Camera) – вращение камеры вокруг цели камеры, при этом фокусное расстояние не изменяется.

На вкладке изменения (Modify) можно редактировать настройки выделенной камеры (см. рисунок 4.2.6):

- 1) Включение/отключение цели (Targeted). В случае отключения цели получится свободная камера (Free).
- 2) Фокусное расстояние (Target Distance) позволяет изменять расстояние от точки глаза до цели камеры.
- 3) Отображение зрительное пирамиды камеры (Show Cone) имеет три режима в видовом окне: отображение всегда/никогда/при выделении камеры.
- 4) Группа параметров линзы (Lens) отвечает за настройки линзы камеры, здесь описаны ключевые из них.

Можно управлять либо углом обзора (Specify FOV), увеличивая или уменьшая его значение в градусах, либо при отключении этого флагка можно использовать параметр фокусного расстояния (Focal Length). Фокусное расстояние, описывающее размер объектива, всегда измеряется в миллиметрах. Чем меньше параметр линзы (Lens), тем шире угол обзора (FOV) и тем дальше от объекта кажется камера. Чем больше параметр линзы (Lens), или как часто выражаются - длиннее, тем уже угол обзора (FOV) и тем ближе к объекту кажется камера. Объективы короче 50мм называются широкоугольными, а объективы длиннее 50мм называются телеобъективами.

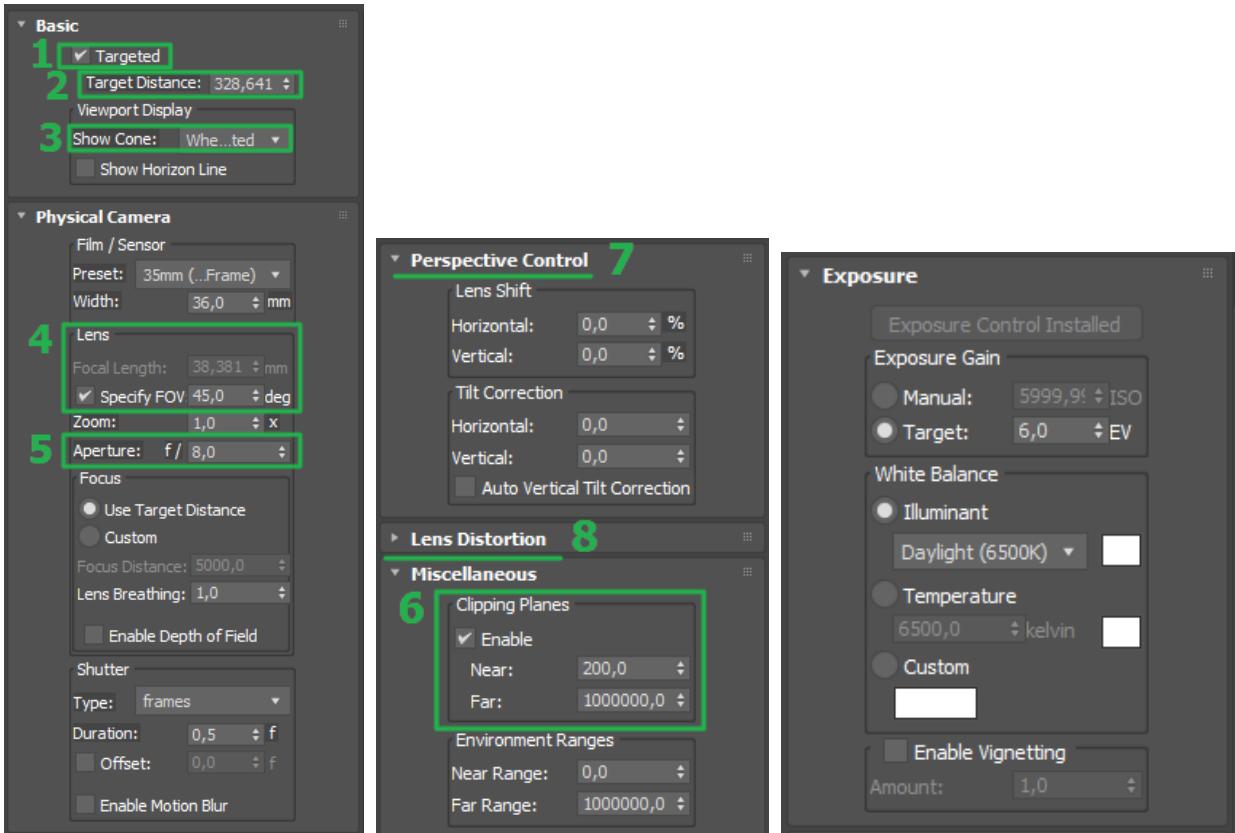


Рисунок 4.2.6 – Основные настройки камеры

- 5) Апертура (Aperture) – это характеристика, описывающая способность оптического прибора собирать свет и противостоять размытию деталей изображения. Апертурная диафрагма – это отверстие, через которое свет попадает в камеру. Чем больше это отверстие, тем больше попадает света, тем ярче в итоге будет изображение. При уменьшении апертуры изображение получится более затемненным.
Это также будет влиять на экспозицию (экспозицию камеры нужно настраивать тогда, когда в сцене будут установлены источники света). К настройкам экспозиции (Exposure) также относится ISO (чувствительность матрицы) и отдельно баланс белого (White Balance), их следует настраивать после установки источников света.
- 6) В свитке разных настроек (Miscellaneous) расположены настройки зоны отсечения (Clipping Control), для активации нужно включить флажок разрешения (Enable). Часто эти настройки камеры используются в интерьерной визуализации или когда нужно показать один объект, который находится внутри другого.
- 7) Контроль перспективы (Perspective Control) является важным параметром. Он часто используется в интерьерной визуализации. Это может быть применение сдвига (без необходимости лучше не двигать ни вертикально, ни горизонтально) или флажок автоматической коррекции (Auto Vertical Tilt Correction). В некоторых случаях он бывает незаменим, но без необходимости его тоже лучше не использовать.

- 8) Исажение перспективы (Lens Distortion) можно использовать при необходимости создания различных эффектов. По умолчанию стоит значение нет (None).

4.3. Базовые настройки визуализатора Арнольд (Arnold)

«Каждый пиксель – это лишь один цвет, но чтобы найти этот цвет, нужно осмотреть целый мир».

Роб Кук, соучредитель Pixar RenderMan

Существует два разных определения визуализации:

Визуализация (rendering) – это затенение геометрии объектов сцены с использованием настроенного освещения, примененных материалов и настроек среды, таких как фон и атмосфера.

Визуализация (rendering) – это процесс вычислительной генерации растрового двумерного изображения из трёхмерной геометрии сцены. Результатом такого процесса является визуализированное изображение (render).

Работа визуализатора (Renderer) заключается в точном расчёте цвета каждого пикселя изображения.

На сегодняшний день существуют разные визуализаторы: Arnold, Corona, V-ray и т.д. В качестве визуализатора выбран Арнольд (Arnold Renderer), поскольку он очень популярен на студиях трехмерной графики благодаря своему гибкому инструментарию и интуитивно понятному интерфейсу, а также в качестве его плюса можно отметить то, что он является бесплатным пакетом к программе 3ds Max.

Процесс визуализации происходит с использованием компьютерных программ и зачастую сопровождается трудными алгоритмическими вычислениями, которые ложатся на вычислительные мощности компьютера. Движок переводит математические данные о сцене в финальное изображение. Во время процесса идет преобразование трехмерной сцены, текстур и световых данных сцены в объединенную информацию о цветовом значении каждого пикселя в изображение.

Визуализацию можно условно разделить на четыре вида: черновая (здесь важный параметр – это скорость получения изображения); среднее качество (небольшое количество шумов при различимой детализации); высокое качество (картина высокого качества, минимум шумов, высокая детализация и высокое сглаживание, но невысокого разрешения, например fullHD); высокое качество при высоком разрешении (4K или 8K).

Настройка визуализатора – это важный этап в процессе получения качественной визуализации. Если его пропустить, можно потратить время и вычислительные ресурсы и не достичь желаемого качества. Настройка визуализатора заключается в том, чтобы найти оптимальное соотношение между временем, затраченным на саму визуализацию, и качеством изображения, которое выражается в наличии различных шумов. Эти шумы образуются при симуляции раз-

личных свойств материалов. Самыми важными являются шумы для отраженного света, шумы в преломлениях материалов при прохождении света через объект, а также шумы, образующиеся в материалах с подповерхностным рассеянием. Также важным моментом является устранение ступенчатого края на резких градиентных переходах при сглаживании всего изображения целиком.

Если Арнольд не выбран как визуализатор, можно это сделать в меню настройки визуализатора (Render Setup, горячая клавиша <F10>) и в поле выбора визуализатора (Renderer) выбрать Арнольда (см. рисунок 2.3.1). В разделе 2.3 описано, как выполнить расчет визуализации (render).

Ниже рассмотрены настройки визуализатора Арнольд, которые управляют качеством выборки визуализированных изображений (Sampling and Ray Depth). Эти настройки находятся в меню настройки визуализатора (Render Setup, <F10>) на вкладке Арнольда (Arnold Renderer), см. рисунок 4.3.1.

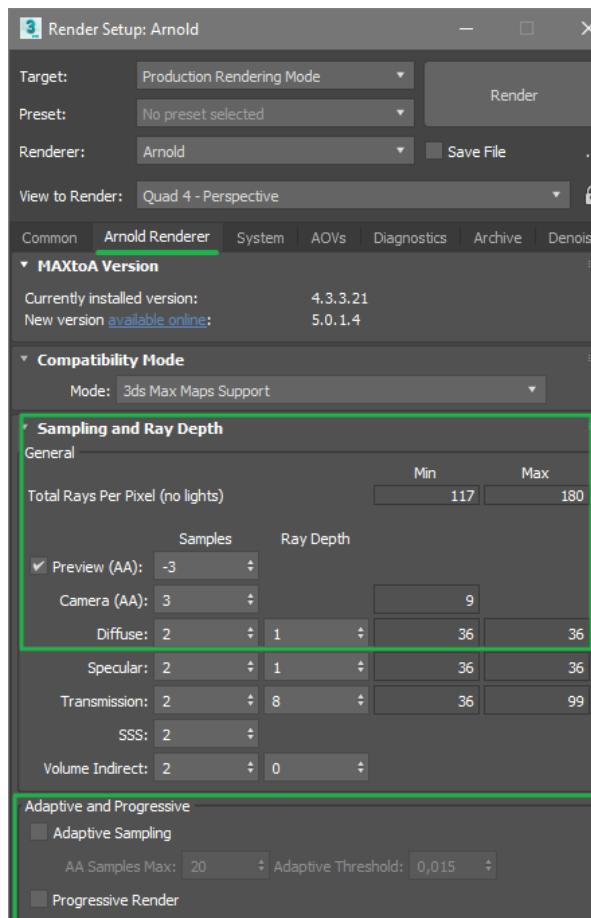


Рисунок 4.3.1 – Параметры визуализатора Арнольд, необходимые для получения качественного (отсутствие шумов и т.п.) изображения (render) при настройке освещенности сцены

Настройки выборки (Sampling)

Эти настройки управляют качеством выборки (Sample) визуализированных изображений. Увеличение количества выборок (Samples) уменьшает количество шума в изображениях, но за счет увеличения времени визуализации. Изменение времени не является линейным, поскольку для каждой из этих выборок

фактическое количество отсчетов является квадратом входного значения. Избыточная выборка – очень дорогостоящий процесс, он существенно уменьшает производительность визуализатора, но позитивно сказывается на сглаживании, в результате чего качество изображения значительно увеличивается, так как уменьшаются дискретные артефакты изображения (aliasing) легко различимые человеческим глазом. Выборка, или отсчет (sample) – это одно измерение, нахождение какой-то очень специфической особенности цвета в рассчитываемом пикселе. Например, точка изображения или один кадр анимационной последовательности являются в некотором роде выборкой. Влияние значений суперсэмплинга (Camera (AA)) на точность определения цвета пикселя приведена на рисунке 4.3.2.

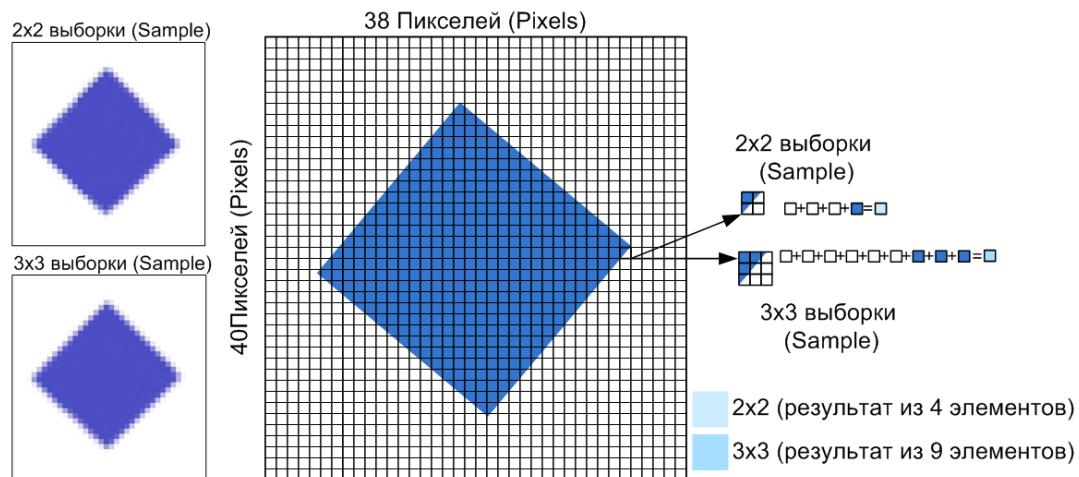
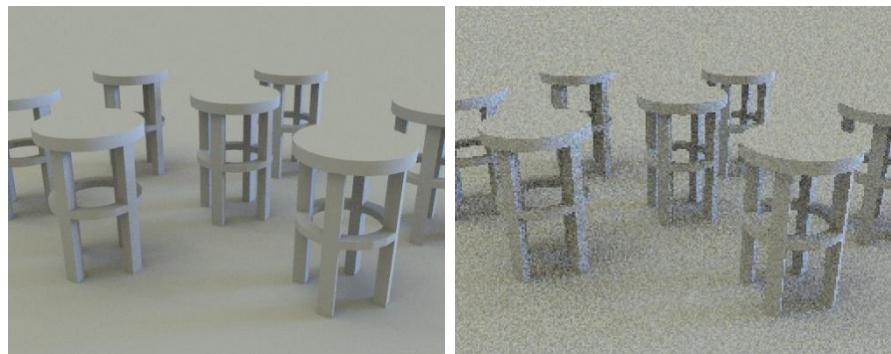


Рисунок 4.3.2 – Влияние значений коэффициента суперсэмплинг (Camera (AA)) на точность определения цвета пикселя (сглаживания края, устранение пиксельности в полутенях)

Метод реализации сглаживания (antialiasing), или суперсэмплинг (Camera (AA)) – это контроль количества лучей на пиксель (или плотность лучей на пиксель), которые будут отслеживаться камерой. Чем больше количество выборок (Samples), тем точнее определяется цвет пикселя, это приводит к лучшему качеству сглаживания в переходе цвета и к большему времени визуализации. Точное количество лучей на пиксель – это квадрат этого значения. Например, значение 3 для отсчетов суперсэмплинга (Camera(AA)) означает $3 \times 3 = 9$ пиксельных отсчетов будут использоваться для сглаживания. Существуют следующие рекомендации использования значений: для среднего качества – 4, для высокого качества – 8 и для сверхвысокого качества (редко) – 16. Этот элемент управления действует как глобальный умножитель всех различных лучей, уменьшая количество диффузных (diffuse) и зеркальных (specular) лучей. Размытие в движении и качество глубины резкости можно улучшить только путем увеличения отсчетов камеры (Camera (AA)). Зубчатые края, ступенчатость, пиксельность и мерцающие объекты являются результатом дискретных искажений, возникшими в результате нехватки количества лучей на пиксель. Пример влияния данного параметра на визуализацию приведен на рисунке 4.3.3. На рисунке 4.3.4 приведен пример расчёта изображения разного качества (чернового, среднего и высокого).



а)

б)

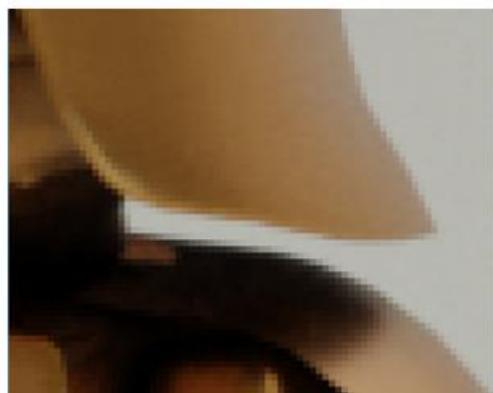
Рисунок 4.3.3 – Влияние значения суперсэмплинга (Camera (AA)) на качество визуализации:
а) выборки (Samples) =3, б) выборки (Samples) = -1



Camera (AA) =1
черновое качество
Масштаб 8:1
Время визуализации
17 сек



Camera (AA) =4
среднее качество
Масштаб 8:1
Время визуализации
2 мин. 13 сек



Camera (AA) =8
высокое качество
Масштаб 8:1
Время визуализации
8 мин. 30 сек



Рисунок 4.3.4 – Влияние количества выборок (Samples) суперсэмплинга (Camera (AA)) на
качество полученного изображения (зубчатые края, ступенчатость и пиксельность)

Адаптивная и прогрессивная выборка (Adaptive and Progressive sampling). Данные настройки находятся на вкладке визуализатора Арнольд (Arnold Renderer) в соответствующем поле (Adaptive and Progressive), см. рисунок 4.3.1.

Арнольд имеет возможность адаптировать частоту дискретизации каждого пикселя. Когда параметр включения адаптивной выборки (enable_adaptive_sampling) активирован, то это позволяет выделять большее количество выборок камеры (следовательно, требовать большее количество времени визуализации) пикселям, которые показывают наибольший разброс значений их выборок. При использовании все пиксели получат частоту дискретизации не менее выборки сглаживания (AA_samples), но и не более максимального значения выборки сглаживания (AA_samples_max). Чувствительностью адаптивной выборки к шуму можно управлять с помощью параметра адаптивного порогового значение (adaptive_threshold), где более низкие пороговые значения будут применять более высокие частоты дискретизации к большему количеству пикселей.

Адаптивная выборка хороша в ситуациях, когда существуют небольшие области изображения, имеющие высокий уровень шума. Например, сцены с яркими зеркальными бликами, размытием в движении, глубиной резкости, бликающими краями, или сцены с шейдером волос.

Адаптивная выборка состоит из неравномерного размещения выборок по визуализированному кадру. Из-за этого некоторые пиксели будут иметь более высокую плотность выборок, чем другие, и эта плотность выборки должна учитываться фильтрами средневзвешенного значения, в противном случае значения выборок областей с высокой плотностью могут выделяться от областей с низкой плотностью.

Зеркальное и диффузное отражение света от поверхности рассчитывается с помощью параметров диффузной выборки. Прежде чем приступить к описанию параметра, следует вспомнить принципы освещения предметов. Терминология при освещении объектов приведена на рисунке 4.3.5.

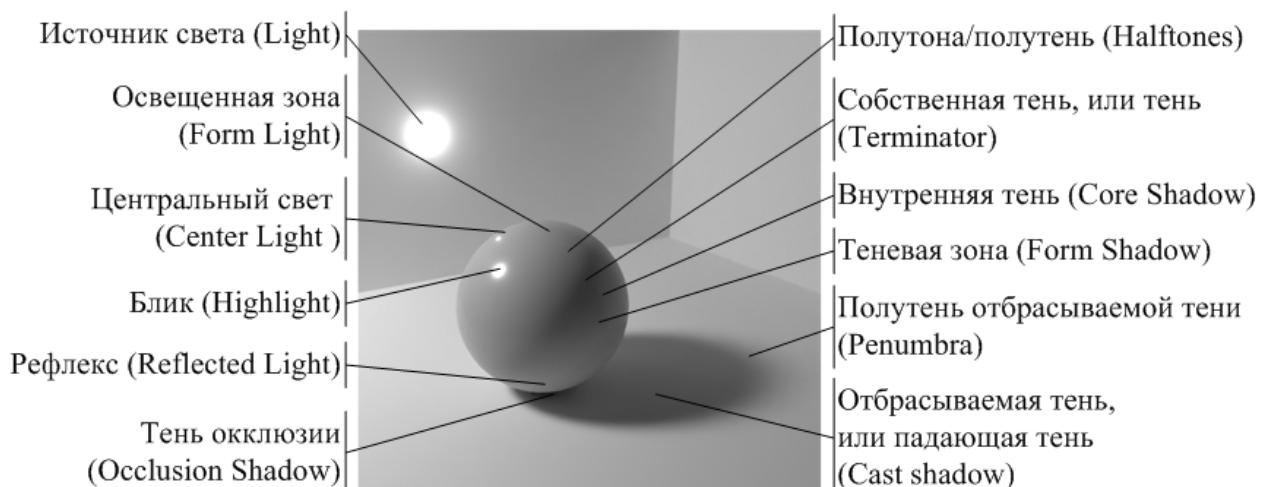


Рисунок 4.3.5 – Терминология при освещении объектов

Светотень – это наблюдаемое на поверхности предмета распределение светлых и тёмных зон, обусловленное формой и фактурой поверхности и в зависимости от освещения и атмосферы позволяющее зрительно воспринимать объем и рельеф.

Когда свет от источника света падает на предмет, этот предмет можно разделить на две большие зоны: зона, на которую попадают прямые лучи от источника света и зону, на которую прямые лучи не попадают.

Теневая зона (Form Shadow) – это часть предмета в тени, т.е. на неё не попадают прямые лучи от источника света.

Освещенная зона (Form Light) – это часть объекта, которая получает прямой свет.

Граница этих двух зон называется *собственной тенью (Terminator)*. Эта граница находится на части предмета, не освещенной прямыми лучами источника света. Иногда в общем смысле эту зону называют границей света и тени.

Освещенная зона имеет участок, на который свет падает под прямым углом, он называется *центральным светом (Center Light)*. Т.е. это тот участок предмета, который перпендикулярен прямым лучам от источника света, и поэтому он больше всех освещен.

Блик (Highlight) – это отражение источника света на предмете, которое觀察атель видит своим взглядом. Блик (световое пятно) заметен только на световозвращающих материалах (т.е. присутствует зеркальное отражение).

Полутень – это промежуточная область между светом и тенью, она образуется на поверхности, обращенной к источнику света под небольшим углом.

Полутон (Halftone). Поскольку предмет имеет кривизну своей поверхности, лучи света неравномерно освещают эту поверхность. На примере шара по мере удаления от зоны центрального света (*Center Light*) освещенная зона представляет собой *полутона (Halftones)*, которые темнеют по мере удаления зоны от источника света. В живописи этот участок также называют полутенью.

Отbrasываемая тень, или падающая тень (Cast Shadow) – это тень от предмета на другой поверхности. На примере с освещением шара его падающая на плоскость тень представляет собой овал. Форма падающих теней зависит не только от формы предмета, но и от типа и настроек источника света.

Полутень отbrasываемой тени, или пенумбра (Penumbra) – это мягкий контур вокруг падающей тени.

Тень окклюзии (Occlusion Shadow) – это тень, возникающая там, где две поверхности находятся очень близко друг к другу. Обычно это наиболее тёмные участки теней, т.к. в них меньше всего отраженного света (окклюзией называют область, о которой нет информации, т.к. она перекрыта другим объектом, но по косвенным признакам эту информацию можно получить).

Рефлекс, или отраженный свет (Reflected Light) – это свет, который попадает на теневую зону. Лучи от источника света падают не только на предмет, но и на другую поверхность, отражаются от этой поверхности и подсвечивают теневую зону предмета. Это подсвечивание называется *рефлексом*.

Рефлэкс (лат. reflexus – прил. отражённый, сущ. отражение) – оптический эффект отражённого света, изменение тона или увеличение силы окраски пред-

мета, возникающие при отражении света, падающего от окружающих его предметов. Рефлекс – это оттенок, наблюдаемый на поверхности объекта, если на это место падает отраженный от других предметов свет, который соответствующим образом «окрашивает» поверхность. Например, на предмете, поставленном рядом с красной материей, будет наблюдаваться красноватый рефлекс. Рефлекс на поверхности предмета не всегда совпадает с цветом объекта, от которого отражается свет: все зависит от того, как поверхность предмета поглощает лучи.

Рефлекс (Reflected Light) всегда темнее освещенной поверхности (Form Light) и полутонов (Halftones), т.к. он находится именно на теневой стороне предмета (Form Shadow). Собственная тень (Terminator) всегда темнее падающей тени (Cast Shadow) именно из-за наличия рефлекса, хотя глазу кажется наоборот, что падающая тень всегда темнее собственной. Наиболее темным участком будет тень окклюзии (Occlusion Shadow).

Внутренняя тень (*Core Shadow*) – это тень, которая образуется там, куда не доходит отраженный свет (Reflected Light). Т.е. рефлекс на теневой зоне постепенно теряет силу, образуя внутреннюю тень.

Наибольшую информацию о цвете объекта несут участки собственного цвета (Center Light). При создании визуализации по фотографии базовый цвет объекта можно выбрать пипеткой из областей референса, которые можно обозначить как области собственного цвета, или освещенной зоны (Center Light).

При изображении трехмерного объекта на плоскости его форма моделируется теневыми переходами, поэтому для того, чтобы обеспечить правильное восприятие объекта, необходимо соблюдать законы построения светотени, а при работе за компьютером – применять рациональные алгоритмы создания нужного эффекта. Построение теней на графических изображениях обеспечивает большую наглядность, усиливает объемно-пространственное восприятие, подчеркивает рельефность и эффект перспективы.

Диффузная (рассеянная) выборка (Diffuse). Управляет количеством испускаемых лучей при вычислении отраженного непрямого излучения, интегрированного по полусфере. Точное количество полусферических лучей – это квадрат этого значения. Увеличение числа отсчетов уменьшает косвенный отраженный шум. Диффузная выборка (Diffuse Samples) выполняется для каждой выборки (Sample) суперсэмплинга (Camera (AA)), поэтому высокие значения как для выборок (Samples) суперсэмплинга (Camera(AA)), так и для диффузных выборок (Diffuse Samples), как правило, приводят к медленной визуализации.

На рисунке 4.3.6 приведена схема лучей зеркального и диффузного отражения света от поверхности. На рисунке 4.3.7 приведен результат визуализации изображений разного качества в зависимости от параметра диффузной выборки.

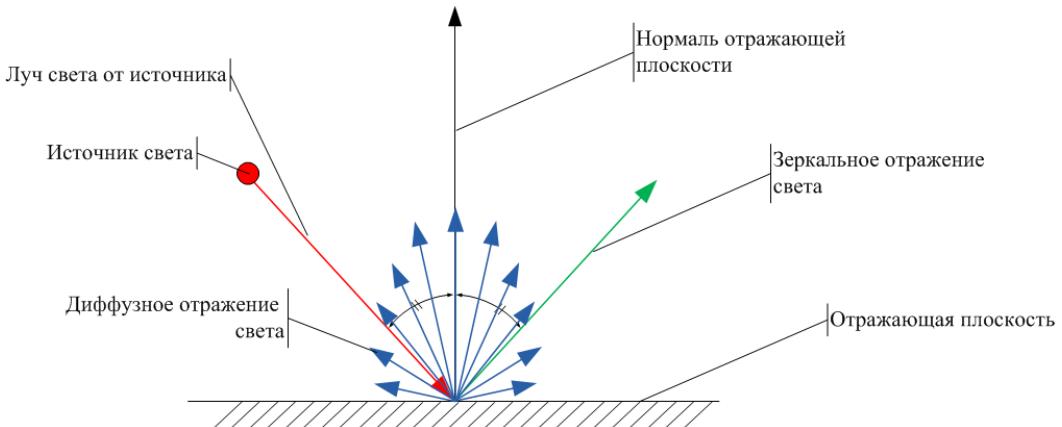


Рисунок 4.3.6 – Зеркальное и диффузное отражение света от поверхности

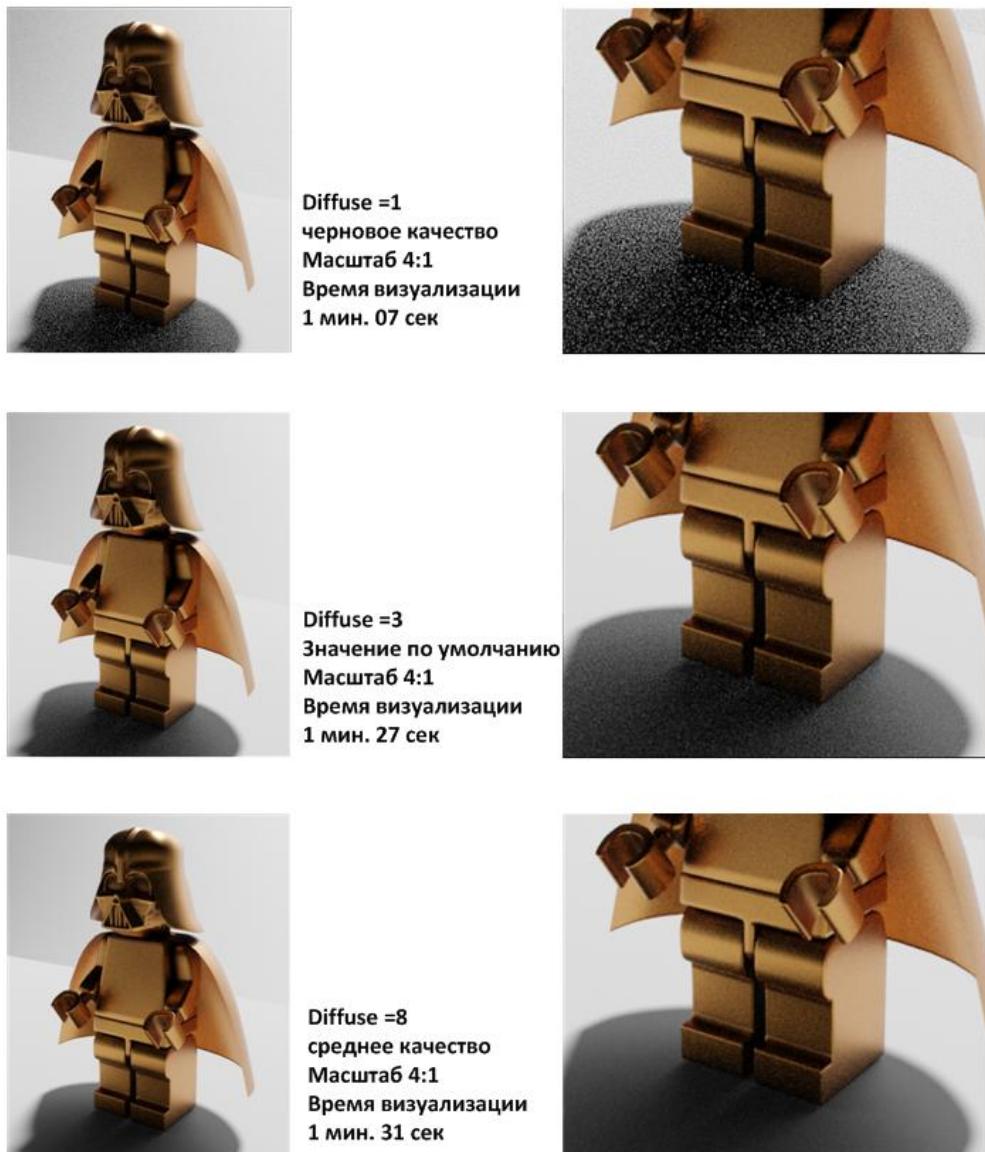


Рисунок 4.3.7 – Влияние количества диффузных выборок (Diffuse Samples) на качество полученного изображения (отсутствие косвенного диффузного шума, пикельности, зернистости)

Когда диффузные выборки (diffuse samples) больше нуля, лучи камеры (camera rays), пересекающиеся с диффузными поверхностями (diffuse surfaces), испускают непрямые диффузные лучи (indirect diffuse rays). Лучи испускаются

в случайных направлениях в пределах полусфера. При недостаточном количестве лучей появляется шум (Noise), т.к. нет информации о цвете окружающей среды (диапазон значений цвета каждого из компонентов окружающей среды).

Увеличение количества диффузных выборок (Diffuse Samples) увеличит количество диффузных лучей (Diffuse rays), испускаемых из точки.

На рисунке 4.3.8 приведен алгоритм учета косвенного освещения при формировании цвета пикселя.

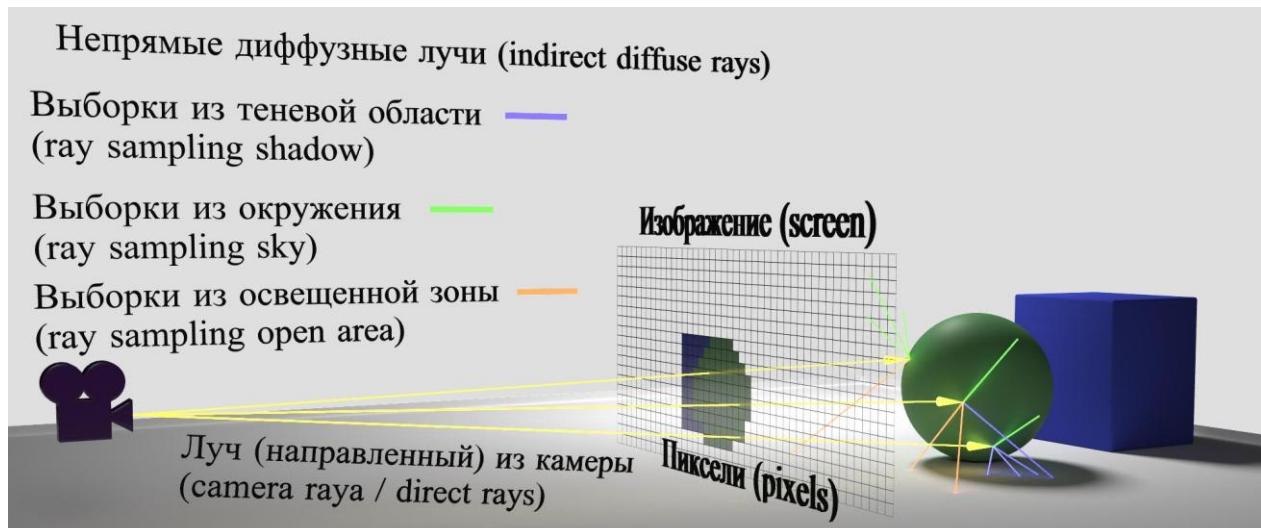


Рисунок 4.3.8 – Алгоритм работы учитывания косвенного освещения при формировании цвета пикселя

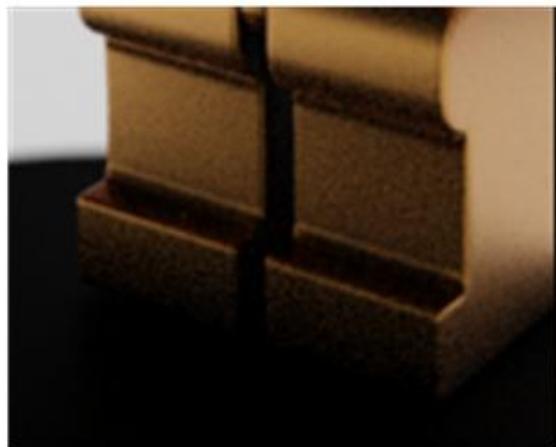
Параметр количества выборок формирует плотность лучей. Параметр диффузных выборок (Diffuse Samples) – это испускаемый луч, который распадается на лучи формирования косвенного освещения (Ray Depth). Эти параметры работают только совместно и отвечают за информацию об отраженном свете. Значение параметра формирования косвенного освещения (Ray Depth) не имеет смысла ставить выше, чем значение параметра диффузных выборок (Diffuse Samples), так как их недостаток приводит только к большему косвенному шуму.

Глубина освещенности, или лучи формирования косвенного (ненаправленного) освещения (Ray Depth) позволяет настраивать параметры, ограничивающие рекурсию лучей в зависимости от типа луча. Код Арнольда будет брать только одну случайную выборку после того, как в дереве лучей произошло разделение, в результате чего области за пропускающими свет объектами или с зеркальными отражениями будут иметь гораздо меньше теневых выборок, чем те, которые просматриваются непосредственно камерой. Разделение происходит после первого отскока луча от поверхности.

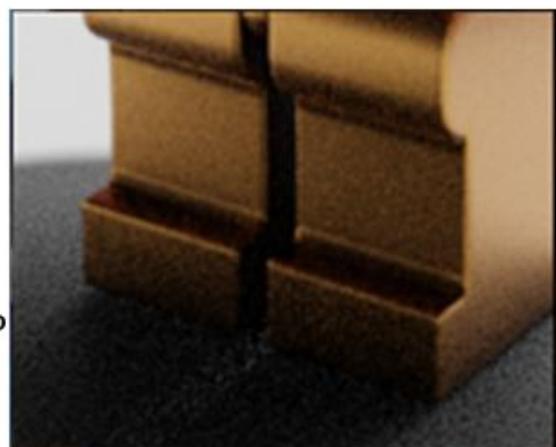
На рисунке 4.3.9 приведен пример влияния параметра глубины освещенности (Ray Depth) на качество конечной визуализации.



Diffuse =3
Ray Depth=0
черновое качество
Масштаб 4:1
Время визуализации
0 мин. 52 сек



Diffuse =3
Ray Depth=1
Значение по умолчанию
Масштаб 4:1
Время визуализации
1 мин. 04 сек



Diffuse =3
Ray Depth=3
Значение по умолчанию
Масштаб 4:1
Время визуализации
1 мин. 05 сек

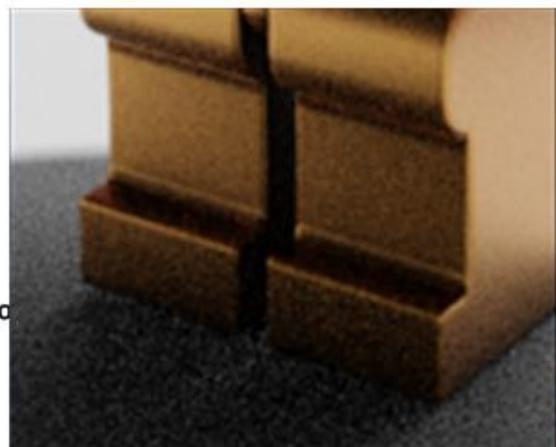
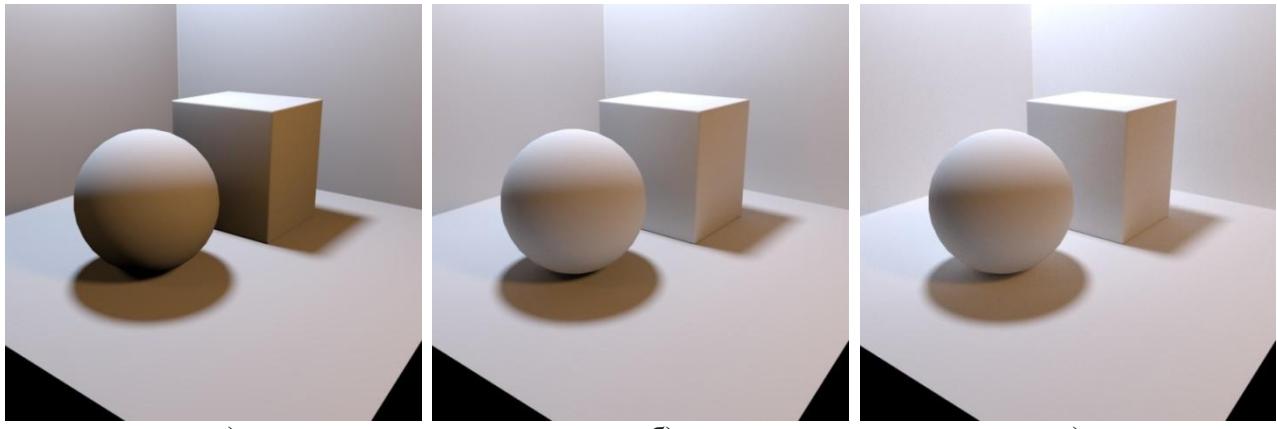


Рисунок 4.3.9 – Влияние глубины освещения (Ray Depth) на качество полученного изображения (детализация в затемненных участках за счет просчета дополнительного отраженного света)

Выборка непрямых диффузных лучей и косвенный диффузный шум.

Косвенный диффузный шум (Indirect diffuse noise) – это одна из наиболее распространенных причин шума, которая может иметь несколько различных источников. Обычно он проявляется при детализации сцены в затененных областях.

На рисунке 4.3.10 показана проверка визуализации на косвенный шум.



a)

б)

в)

Рисунок 4.3.10 – Проверка визуализации на косвенный шум, где видно, что с увеличением глубины освещенности (Ray Depth) происходит освещение затемненных участков , но появляются шумы: а) глубина освещенности (Ray Depth) = 0; б) глубина освещенности (Ray Depth) = 1; в) глубина освещенности (Ray Depth) = 4

Существует несколько различных методов определения косвенного рассеянного шума. Можно проверить область на наличие косвенного шума, назначив параметру глубины освещенности (Ray Depth) значение ноль, это отключит косвенное рассеяние и шум исчезнет. Если изображение темнеет, когда непрямое рассеянное излучение исчезло, но шум все еще присутствует, непрямое рассеянное излучение несет ответственности за данный вид шума.

4.4. Вопросы для самоконтроля

1. Какие параметры качества зависят от суперсэмплинга (Camera (AA))?
2. Кратко опишите работу суперсэмплинга (Camera (AA)).
3. Как увеличится время визуализации при увеличении отсчетов камеры (Camera(AA))?
4. Какое освещение является рассеянным?
5. Что такое диффузные выборки (Diffuse samples) и как они влияют на расчёт визуализации?
6. Почему в результате визуализации может образовываться косвенный шум?
7. Как можно провести проверку визуализации на косвенный шум?

5 НАСТРОЙКА ОСВЕЩЕНИЯ. ИСТОЧНИКИ СВЕТА (ARNOLD)

5.1. Настройка экспозиции

На рисунке 5.1.1 приведены настройки экспозиции для физической камеры. Данное окно можно вызвать нажатием клавиши <8> или через меню Визуализация → Окружающая среда (Rendering → Environment).

Контроль экспозиции физической камеры (Physical Camera Exposure Control) устанавливает экспозицию для физических камер с использованием значения экспозиции и кривой цветового отклика.

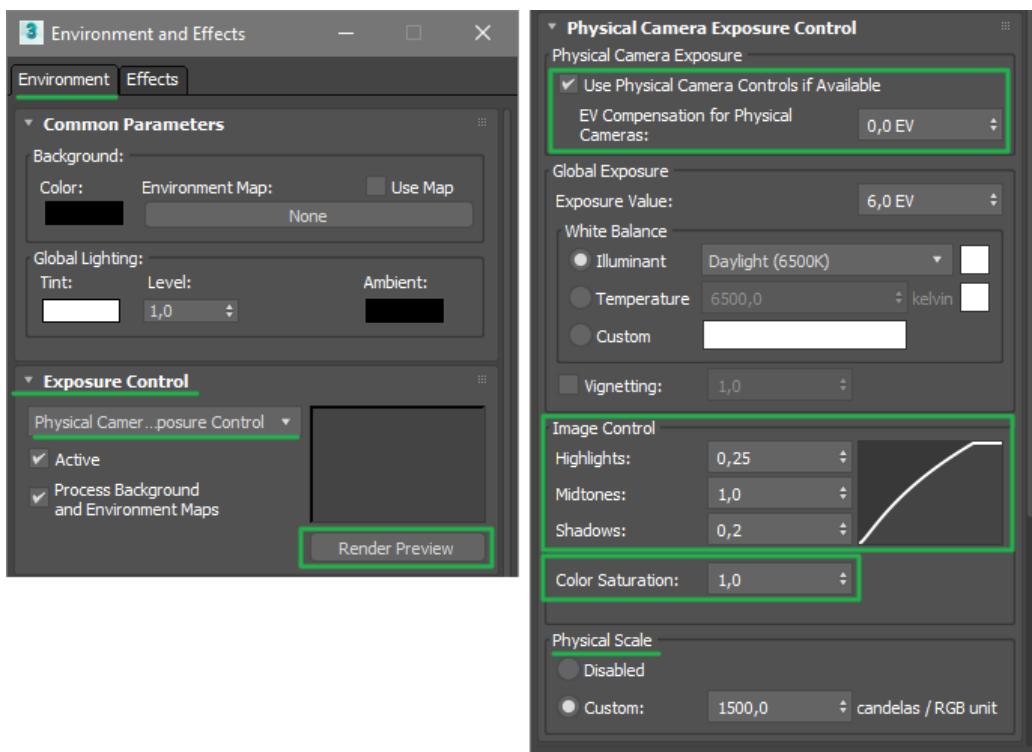


Рисунок 5.1.1 – Параметры настройки экспозиции физической камеры

Использование управления экспозиции для физической камеры (EV Compensation for Physical Camera) - элементы управления в свитке экспозиции камеры могут регулировать эффект управления экспозицией. Эта регулировка схожа с тем, что для камеры фотоаппарата нужно настроить чувствительность к свету (ISO).

Насыщенность цвета (Color Saturation). Изменяет насыщенность цвета при визуализации. Значения больше 1,0 увеличивают насыщенность цвета. Значения меньше 1,0 уменьшают его.

Параметры: светлые участки (Highlights), средние тона (Midtones), теневые участки (Shadows) используются для настройки кривой цветового отклика.

Группа физических весов (Physical Scale) устанавливает физический масштаб для управления экспозицией для использования с источниками света, не имеющими физической основы. Результатом является корректировка визуализации, которая приблизительно соответствует реакции глаза на сцену.

Значения физического масштабирования экспозиции (Physical Scale):

Отключен (Disabled) – при использовании в сцене нефотометрических источников света, свет скорее всего будет тусклым.

Назначенный (Custom) умножает значение интенсивности каждого стандартного источника света на значение физического масштабирования экспозиции (Physical Scale), чтобы получить значение интенсивности света в канделях. Например, с физическим масштабом по умолчанию 1500, стандартный всенаправленный свет обрабатывается средством визуализации и радиосити как фотометрический изотропный свет 1500 кандел. Физический масштаб также учитывается в отражениях, преломлениях и самоосвещении.

5.2. Буферное окно визуализатора Арнольд (Arnold RenderView)

Буферное окно визуализатора Арнольд (Arnold RenderView) – это утилита интерактивной визуализации (IPR), предназначенная для предоставления обратной связи в реальном времени о любых изменениях, внесенных в сцену, при одновременном устранении нескольких ограничений собственного представления рендеринга. Вызвать его можно с помощью меню Арнольд → Буферное окно Арнольда (Arnold → Arnold RenderView), см. рисунки 5.2.1 и 5.2.2.

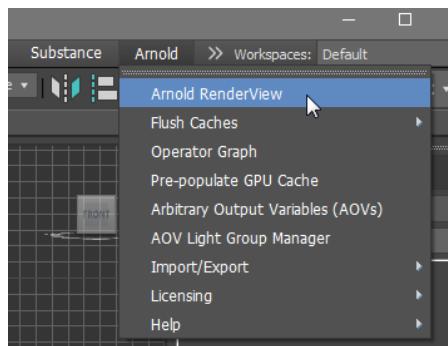


Рисунок 5.2.1 – Вызов буферного окна визуализатора Арнольд (Arnold RenderView)

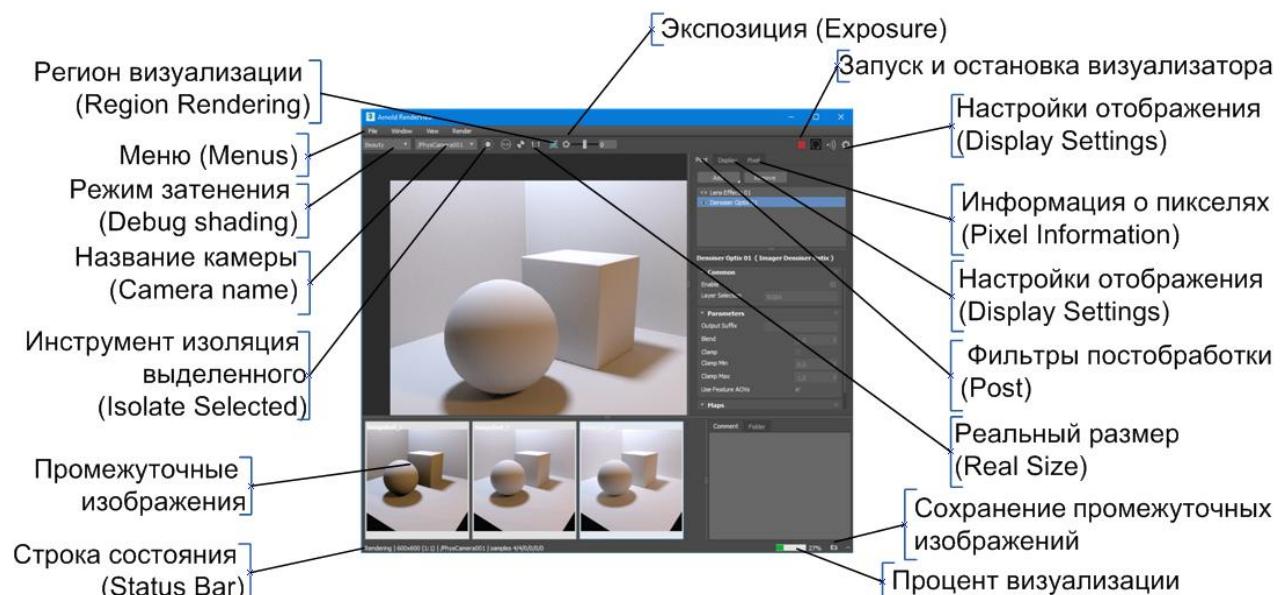


Рисунок 5.2.2 – Основные настройки буферного окна визуализатора Арнольд (Arnold RenderView)

Данное окно имеет длинный список удобных для художника функций, помогающих в процессе затенения, освещения и разработки внешнего вида материалов, улучшает интерактивность и сокращает время обновления сцены. Например:

- Плавное обновление рендеринга с низкой задержкой происходит при перетаскивании мыши, а не во время ее выпуска.
- Различные камеры, слои (AOV) и режимы затенения могут быть выбраны в любое время без повторного экспорта.
- Выбор объекта с помощью мыши выделяет объект на видовом экране и выделяет его в режиме визуализации.
- Изоляция объектов, источников света, материалов и даже отдельных узлов шейдера для облегчения отладки групп затенения.
- Базовая цветокоррекция.
- Страна состояния с подробной информацией о выполняемой визуализации и значениях пикселя под курсором.
- Собственные манипуляции с 3D-камерой, включая выбор визуализации объекта сцены.
- Сочетания клавиш для общих действий и режимов отображения.
- Сохраненные снимки изображений для удобства сравнения.

По умолчанию просмотр визуализации действует как сеанс прогрессивного метода просчета изображения (IPR), постепенно отображая сцену, начиная с отрицательных выборок суперсемплинга (Camera(AA)) и увеличивая их в несколько этапов. Каждое изменение в сцене автоматически запускает обновление визуализации.

Обновления сцены могут быть отключены. Это предотвращает автоматическое обновление при изменении сцены. Запустить новую визуализацию можно в любой момент вручную.

Отключение прогрессивного метода расчета позволяет непосредственно визуализировать изображение с конечным качеством, пропуская промежуточные этапы.

По умолчанию изображением, отображаемым в окне просмотра, можно управлять в 2D (панорамирование и масштабирование): Alt + левая кнопка мыши перемещает изображение (средняя кнопка мыши также перемещается); Alt + правая кнопка мыши увеличивает/уменьшает масштаб.

Можно рассчитать только регион визуализации (Region Rendering), чтобы не просчитывать все изображение. При нажатии и удерживании клавиши Shift можно создавать или изменять область расчета.

Можно выбирать объекты сцены в режиме визуализации, в окне буфера. При этом выбранная геометрия временно подсвечивается при нажатии кнопки мыши. Ниже буфера визуализации находится строка состояния, которая содержит информацию о выполняемой визуализации. При отображении ранее сохраненного снимка отображается информация и об этом снимке. Обязательно прежде чем начать визуализацию необходимо установить путь сохранения файлов, иначе при перезагрузке изображения будут потеряны.

Меню (Menu) позволяет сохранять текущее отображаемое изображение на диск. Изображение управляется цветом в зависимости от формата. Например, формат JPEG – это sRGB, а EXR – линейный.

Настройки отображения (Display Settings) показывают настройки цветокоррекции на панели настроек дисплея справа от окна просмотра.

Информация о пикселях (Pixel Information) отображает информацию о пикселе под курсором мыши. Будет отображена координата пикселя XY, а также выходное значение RGBA, возвращенное визуализатором (до применения управления цветом).

В строке состояния (Status Bar) отображаются некоторые полезные значения, такие как время визуализации, разрешение, значения выборки и использование памяти.

Реальный размер (Real Size) корректирует отображаемый буфер с его исходным размером независимо от размера средства просмотра.

Затемнение вне региона (Darken Out-Of-Region) затемняет область за пределами отображаемой области.

Инструмент изоляция выделенного (Isolate Selected) дает возможность визуализировать только выбранный объект.

Название камеры (Camera name) позволяет просматривать вид или камеру, из которой будет производится визуализация.

Режим затенения (Debug shading) позволяет просматривать визуализируемые слои.

Фильтры постобработки (Post), называемые формирователями изображений, работают с пикселями до выходного изображения (пока оно не сохранено в нужный формат). Фильтры постобработки выполняются последовательно.

Настройки отображения (Display Settings) открывают панель коррекции цвета в правой части окна просмотра, предлагая различные варианты настройки отображаемых цветов пикселей, где также можно выставить экспозицию (Exposure). Иногда бывает полезно изменить цвет пикселей фона (Background) в рассчитываемом изображении.

Инструмент сравнения (A and B Comparison Tool) позволяет выбрать один из двух снимков для сравнения с помощью инструмента очистки. Выбор одного снимка позволит сравнить его с текущим рассчитываемым изображением.

Инструменты постобработки полученных буферных изображений для визуализатора Арнольд. Для добавления нового инструмента постобработки требуется перезапуск визуализатора. Поэтому рекомендуется добавлять карты коррекции перед началом сеанса IPR.

Карты коррекции (постобработки), называемые формирователями изображений, работают с пикселями до выходного изображения.

Цепочки формирователей изображений можно сохранять в библиотеке материалов. Это позволяет совместно использовать библиотеку и переносить цепочки в любую сцену.

Карты коррекции с шумоподавлением следует применять до постобработки, если постобработка вводит новые функции в изображение.

Лучше всего применить карту коррекции – разделение по источникам света (*imager_light_mixer*) перед любыми визуализаторами с шумоподавлением, так как световые сигналы не обязательно будут подавляться шумоподавителем.

Шумоподавитель OptiX™ (основанный на технологии искусственного интеллекта Nvidia) доступен в качестве эффекта постобработки. Этот шумоподавитель также предоставляет дополнительные средства управления для фиксированного и смешанного результата. Он интегрирован в Arnold для использования с IPR в качестве шумоподавителя (получение сглаженной картинки в процессе визуализации). На рисунке 5.2.3 приведен пример работы визуализатора с шумоподавителем (Imager Arnold Denoiser) и без него.

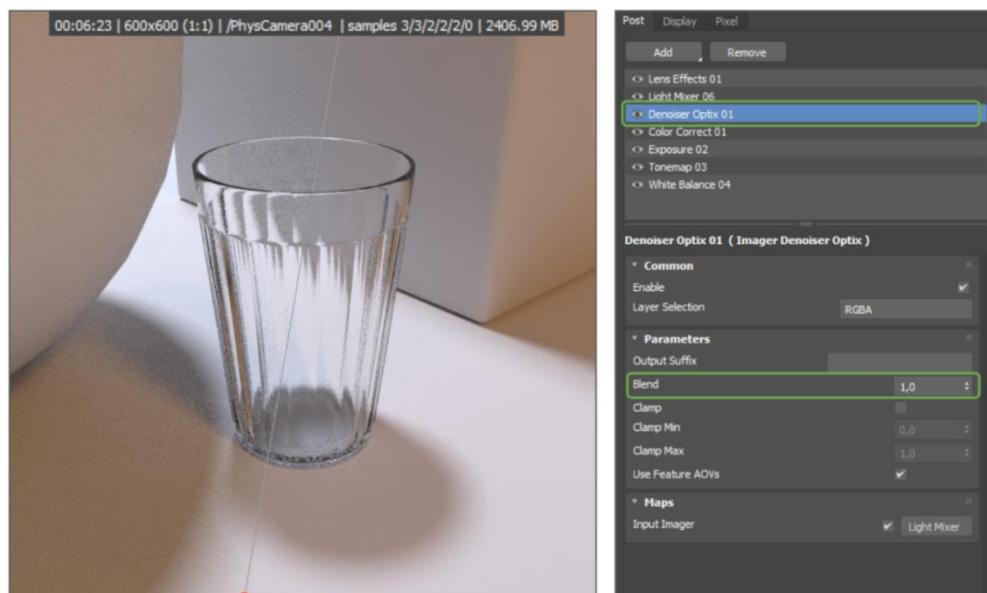


Рисунок 5.2.3 – Сравнение работы визуализатора с шумоподавителем (Imager Arnold Denoiser) и без него в буферном окне визуализатора Арнольд (Arnold Render View)

Шумоподавитель OptiX плохо работает с фильтрами, охватывающими несколько пикселей, в результате Арнольд автоматически принудительно установит кубический фильтр (*box_filter*).

Параметр смешивания (Blend) представляет собой линейную интерполяцию между входом и шумоподавляющим выходом. Параметр фиксатор (Clamp) фиксирует вход шумоподавителя в заданном диапазоне.

Карта коррекции с линзовыми эффектами (Imager Lens Effects) позволяет получить два эффекта: свечение и виньетирование.

Свечение – это эффект постобработки, который размывает пиксели выше заданного порога по всему кадру, чтобы имитировать световое свечение на несовершенном объективе. Свечение появляется в конце процесса визуализации, и поэтому может потребоваться некоторое время, чтобы оно появилось в режиме просчета изображения (сложные сцены могут занять еще больше времени). Применение этого эффекта показано на рисунке 5.2.4.

Сила цветения (Bloom Strength) является множителем или весом свечения, накопленного на исходном изображении. Значение 0 вернет исходное изображение.

Радиус цветения (Bloom Radius) – это распространение свечения по изображению, значение 1 приведет к распространению свечения только на несколько пикселей, значение 10 покроет значительную часть изображения.

Оттенок свечения (Bloom Tint) создает цвет свечения для пикселей выше заданного порога. Порог свечения (Bloom Threshold) управляет минимальным значением, при котором пиксели будут светиться.

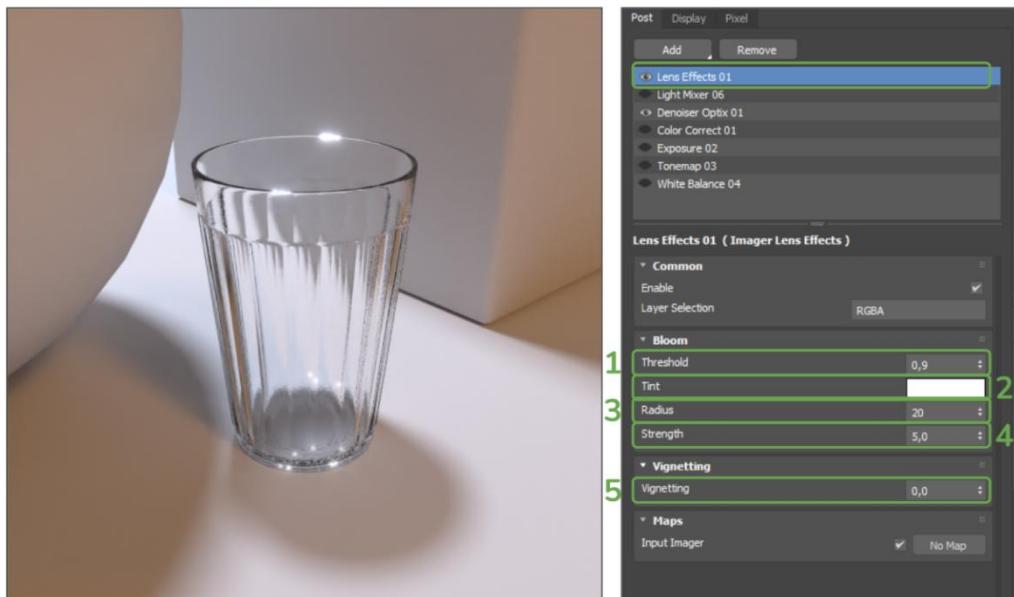


Рисунок 5.2.4 – Применение эффекта свечения с помощью карты коррекции с линзовыми эффектами (Imager Lens Effects) в буферном окне визуализатора Арнольд (Arnold RenderView)

Второй вид карты коррекции с линзовыми эффектами (Imager Lens Effects) позволяет получить виньетирование, пример этого эффекта на рисунке 5.2.5. Параметр (Vignetting) настраивает количественно эффекта затемнения края.

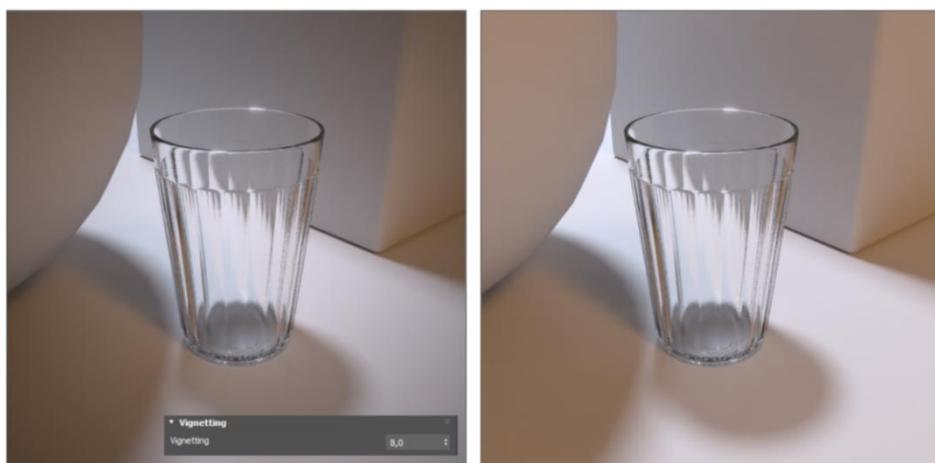


Рисунок 5.2.5 – Применение эффекта виньетирования с помощью карты коррекции с линзовыми эффектами (Imager Lens Effects) в буферном окне визуализатора Арнольд (Arnold RenderView)

Формирователь изображения с коррекцией цвета (Imager Color Correct) необходим, чтобы настроить насыщенность, контрастность, гамму, усиление и

смещение для всего диапазона яркости или для теней, полутонаов или бликов. Пример применения этой карты коррекции цвета на рисунке 5.2.6.

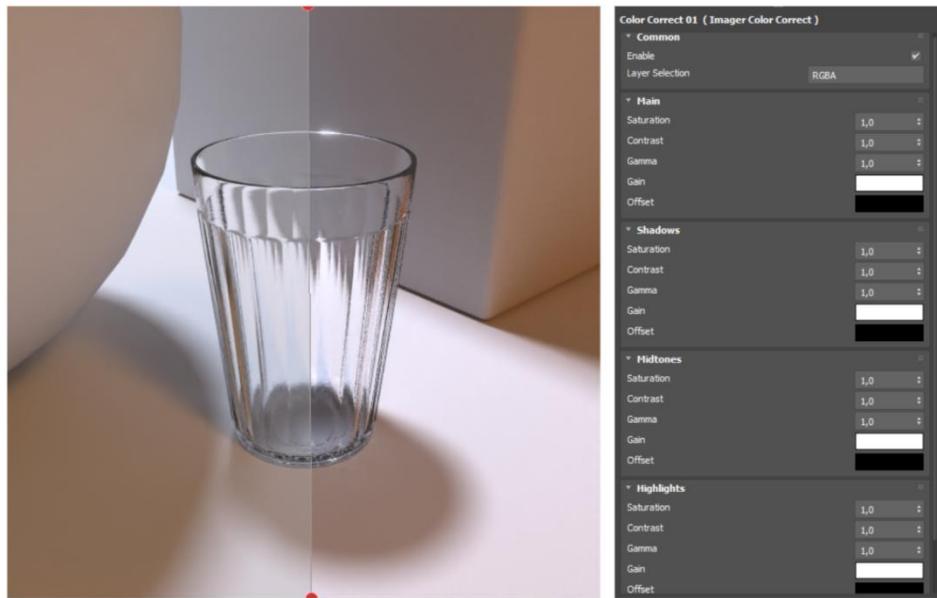


Рисунок 5.2.6 – Цветокоррекция с помощью карты коррекции цвета (Imager Color Correct) в буферном окне визуализатора Арнольд (Arnold Render View)

Ключевые параметры. Основная насыщенность (Main Saturation) – это множитель насыщенности цвета для всех значений. Основной контраст (Main Contrast) – это множитель контраста для всех значений. Основная гамма (Main Gamma) – это гамма-величина для всех значений. Основная насыщенность (Main Gain) – это множитель цвета для всех значений. Основное смещение (Main Offset) – это смещение количества цветов для всех значений. Пример влияния параметров на рисунке 5.2.7. Аналогичные параметры настраиваются и для теней, полутонаов и бликов.

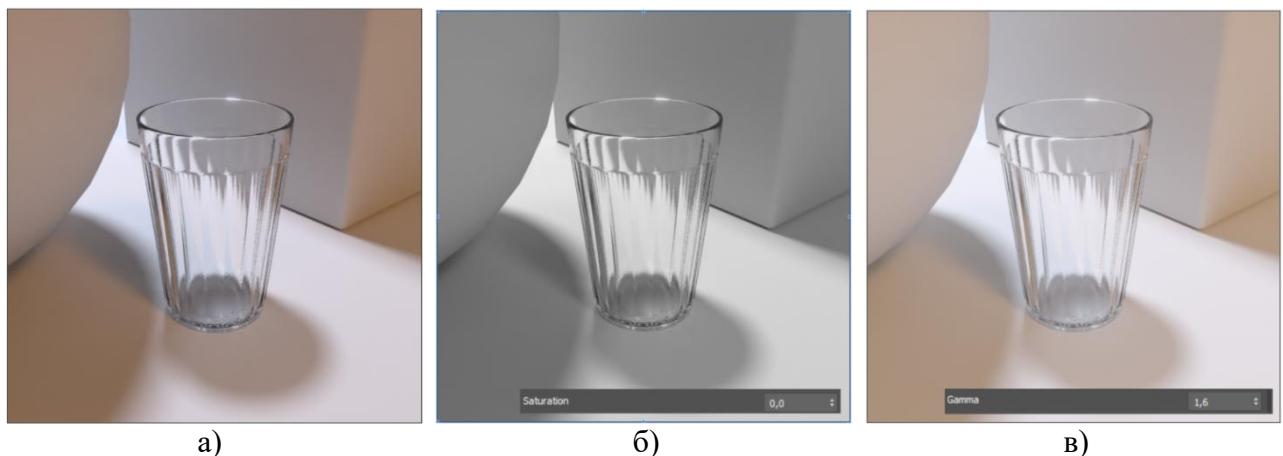


Рисунок 5.2.7 – Цветокоррекция с помощью карты коррекции цвета (Imager Color Correct):
а) исходное изображение; б) основная насыщенность (Main Gain) = 0; в) основная гамма
(Main Gamma) = 1,6

Управление группами источников света (Imager light mixer) для настройки вклада определенных групп света в один слой (AOV). Смешивание света – это процесс, при котором несколько источников света отображаются отдельно. У

каждого слоя есть все пути, которые заканчиваются у камеры и начинаются у заданных источников света. В постобработке баланс или сочетание этих источников света можно регулировать с помощью набора множителей интенсивности или экспозиции. Пример приведен на рисунке 5.2.8.

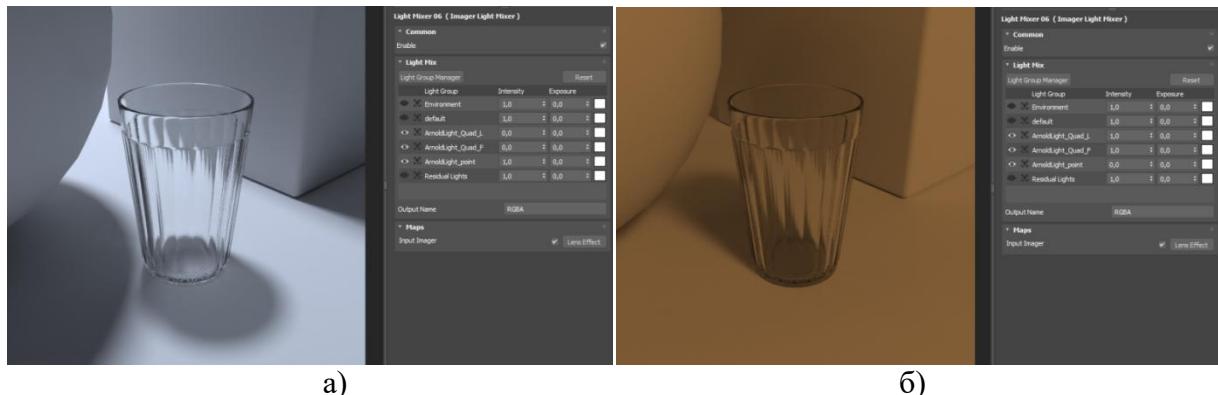


Рисунок 5.2.8 – Слои с разделенными результатами освещения сцены разными группами источников света с помощью карты управление группами источников света (Imager light mixer) а) исходное изображение ; б) основная насыщенность (Main Gain) = 0; в) основная гамма (Main Gamma) = 1,6

Данная карта может перезаписать результат других карт, таких как баланс белого (Imager white balance). Следовательно курту баланса белого света стоит разместить после карты управление группами источников света (рисунок 5.2.9).

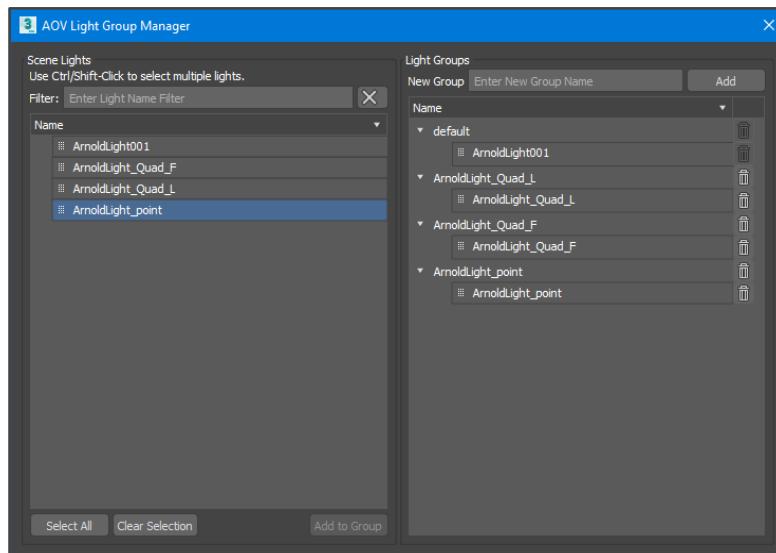


Рисунок 5.2.9 – Создание группами источников света в редакторе создания групп подсветки (AOV Light Group Manager)

В группе источников света может быть как один, так несколько источников света, но один источник света может принадлежать только одной группе.

Доступные группы освещения перечислены справа в диалоговом окне. Каждая выбранная группа освещения представляет собой новый слой (AOV) с именем группы освещения.

5.3. Источники света Арнольда. Общие для них параметры

Существует общий объект – источник света Арнольда (Arnold Light), в котором можно выбрать тип этого источника света, а его параметры будут динамически изменяться соответственно выбранному типу. На вкладке создания (Create) в группе источников света (Lights) в списке нужно выбрать Арнольд (Arnold). Затем нужно нажать на кнопку установки источника света Арнольда (Arnold Light) и разместить его в нужном месте сцены. Далее у этого источника нужно выбрать тип и установить ему нужные настройки. На рисунке 5.3.1 представлено меню создания источника света и выбора его типа, на рисунке 5.3.2 представлены визуализации различных типов источников света Арнольда. Сначала будут рассмотрены параметры, одинаковые для всех типов источников света. Затем для каждого источника света будут рассмотрены присущие только ему параметры.

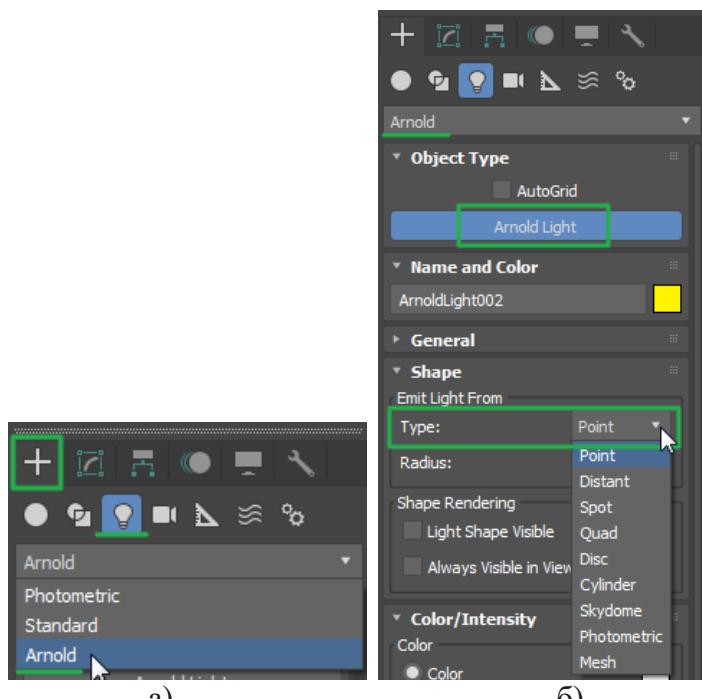


Рисунок 5.3.1 – Создание источника света Арнольда: а) выбор из списка источников света программы 3ds Max; б) выбор типа для установленного в сцене источника света Арнольда



Рисунок 5.3.2 – Типы источников света Арнольда

Параметры, общие для всех типов источников света Арнольда. Чтобы источник светил, он должен быть включен (флажок On). Помимо стандартных параметров освещения 3ds Max, на панели изменения (Modify) также будут отображаться следующие параметры для Арнольда (рисунок 5.3.3):

Интенсивность (Intensity) управляет яркостью света, который излучается источником света, путем умножения цвета.

Экспозиция, или диафрагма (Exposure, или f-stop). Экспозиция – это значение диафрагмы, при котором интенсивность умножается на 2 в степени диафрагмы. Увеличение экспозиции на 1 приводит к удвоению количества света. Для Арнольда общая интенсивность света рассчитывается по следующей формуле: цвет * интенсивность * $2^{\text{экспозиция}}$ ($\text{color} * \text{intensity} * 2^{\text{exposure}}$).

Тот же результат можно получить, если изменить либо интенсивность, либо экспозицию. Например, при значениях интенсивность=1 и экспозиция=4 результат будет такой же, как при значениях интенсивность=16 и экспозиция=0 (примечание: $2^0 = 1$, а не 0). Т.е. $1 * 1 * 2^4 = 16$, $1 * 16 * 2^0 = 16$.

Причина этой очевидной избыточности заключается в том, что для некоторых людей диафрагма – это гораздо более интуитивный способ описания яркости света, чем исходные значения интенсивности, особенно когда нужно напрямую сопоставлять значения с пластиною. Оператор-постановщик (который привык работать со значениями диафрагмы камеры) может попросить увеличить или уменьшить определенный свет «за один шаг». Кроме того, этот параметр освещения не имеет ничего общего с регулировкой диафрагмы реальной камеры. А работа с экспозицией означает, что не придется вводить огромные значения, такие как 10 000, во входную интенсивность, если источники света имеют квадратичный спад (что и должно быть).

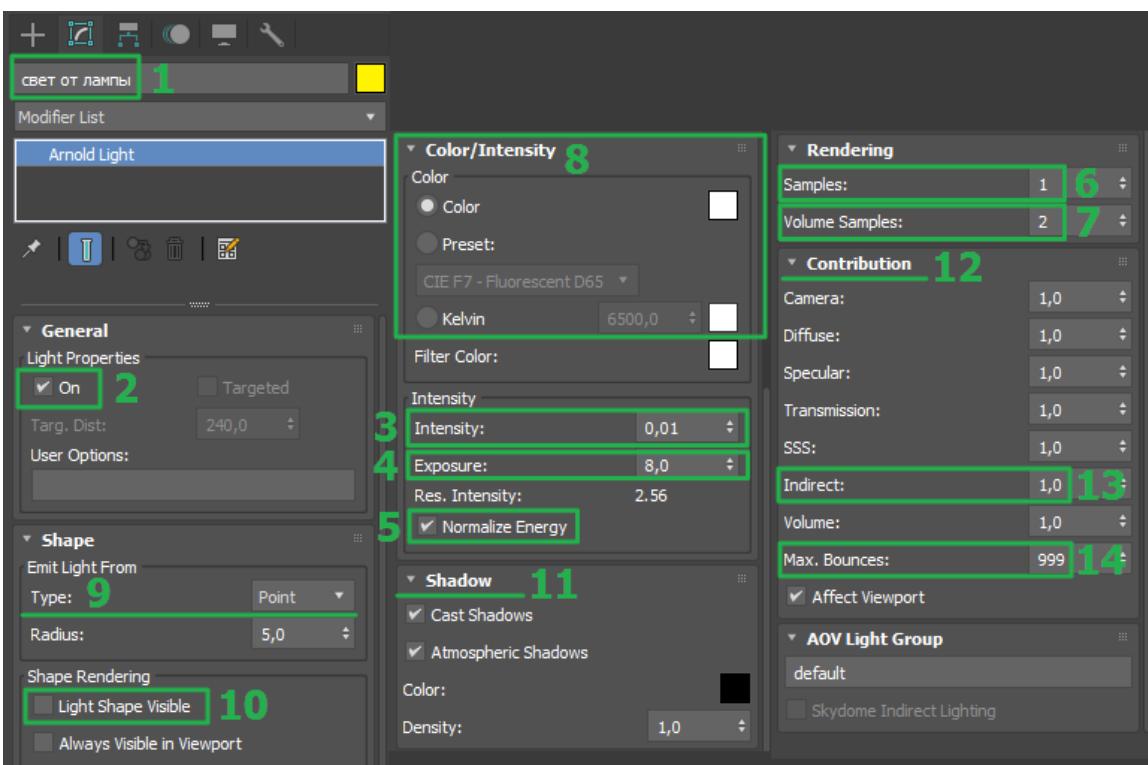


Рисунок 5.3.3 – Параметры, единые для всех источников света: 1) назначение имени; 2) вкл./выкл.; 3) интенсивность; 4) экспозиция; 5) нормализация интенсивности источника света; 6) выборки источника света; 7) объемные выборки; 8) цвет/интенсивность (в т.ч. цветовая температура); 9) выбор типа источника света; 10) видимость формы источника света; 11) настройки теней (вкл. тени / атмосферные тени, цвет тени, плотность тени); 12) множители влияния; 13) непрямое освещение; 14) максимум отскоков луча от поверхности

Для тех, кто не привык работать с экспозицией при свете, можно просто оставить для параметра экспозиции значение по умолчанию, равное 0 (поскольку $2^0 = 1$, формула затем упрощается до: цвет * интенсивность * 1). На рисунке 5.3.4 показаны примеры с разными значениями экспозиции.

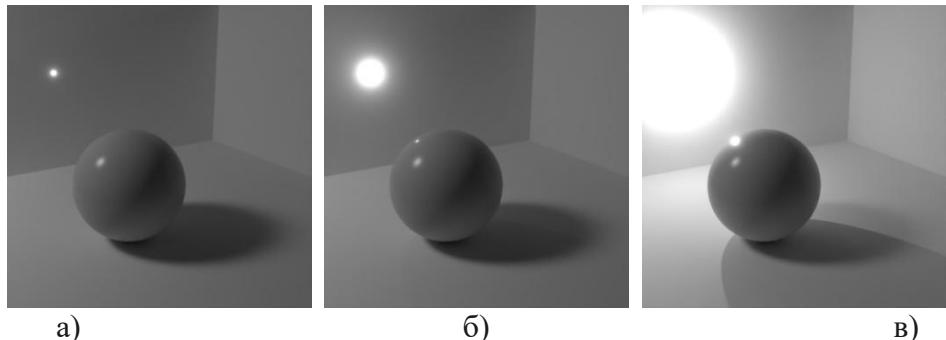


Рисунок 5.3.4 – Освещенность изображения при разных значениях экспозиции для источников света (Light Exposure): а) экспозиция = 2; б) экспозиция = 8; в) экспозиция = 12

Нормализация интенсивности источника света (Normalize Energy). Если этот параметр включен, то можно настроить мягкость тени, изменив размер (т.е. радиус) источника света, не влияя на количество излучаемого света. Это очень удобно для художественного контроля. В противном случае, если флагок выключен, количество излучаемого света пропорционально площади поверхности света. По умолчанию параметр включен.

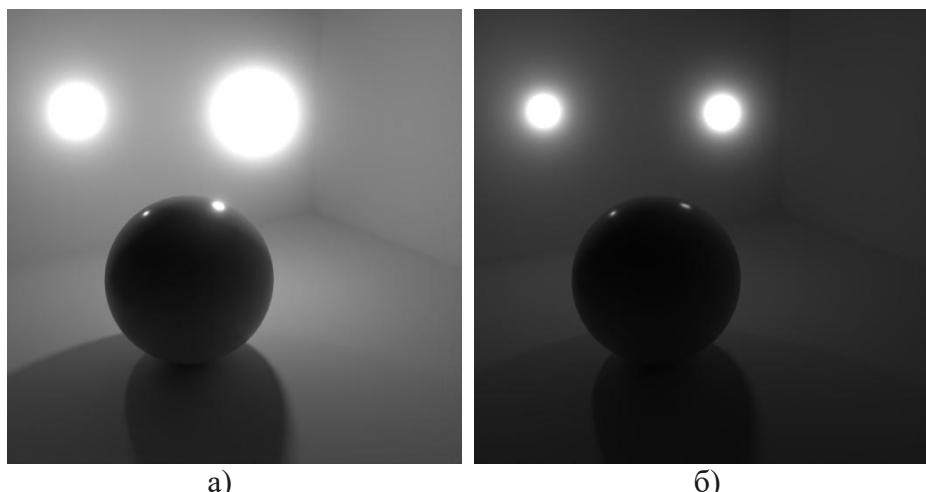


Рисунок 5.3.5 – Пример нормализации энергии (Normalize Energy), радиус первого источника 10мм, радиус второго 20 мм: а) нормализация включена; б) нормализация выключена

Выборки источника света (Light Samples). Этот параметр управляет качеством шума в мягких тенях и прямых зеркальных бликах. Чем больше значение этого параметра, тем меньше шум и тем больше времени требуется для рендеринга. Точное количество теневых лучей, посыпаемых на источник света, представляет собой квадрат этого значения, умноженный на выборки суперсэмплинга (Camera (AA)).

Важно! Если выборки источника света (Light Samples) = 0, это отключает свет.

Шум от источников света иногда бывает трудно диагностировать, особенно если источник света широк по сравнению со сценой, а тени имеют чрезвычайно широкую полутоень. В этих случаях его иногда можно принять за косвенный диффузный шум. Это подчеркивает необходимость проверки типа шумового луча. На рисунке 5.3.6 показано, как у Арнольда прослеживается свет.

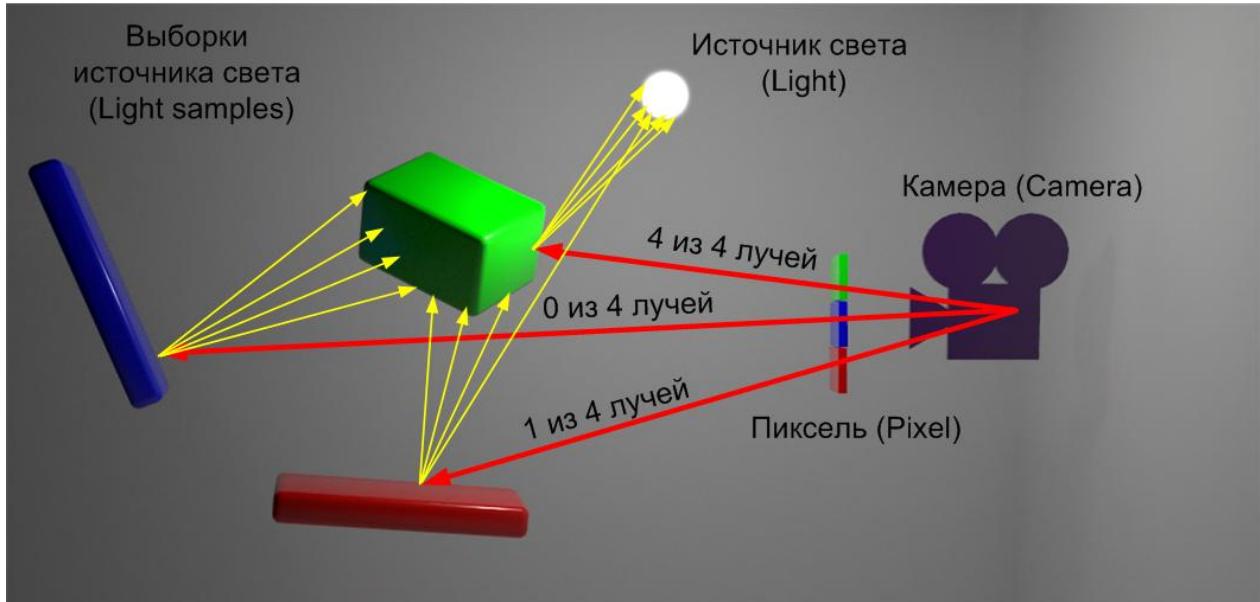


Рисунок 5.3.6 – Данная схема показывает, как визуализатор Арнольд просчитывает свет

Пример визуализированного изображения с разным значением выборок источника света (Light Samples) приведен на рисунке 5.3.7.

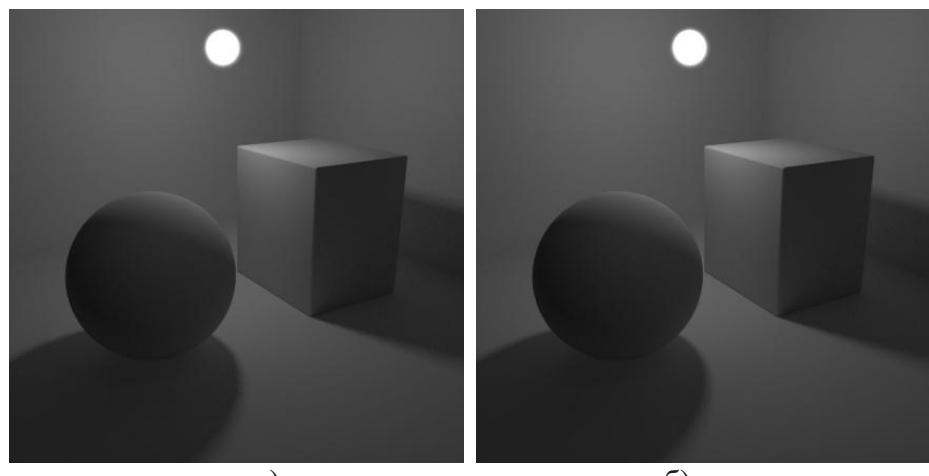
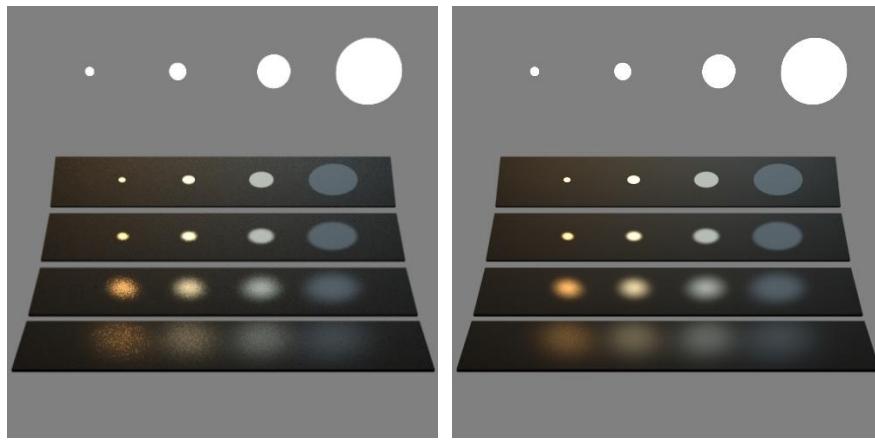


Рисунок 5.3.7 – Пример выборки для источника света (Light Samples): а) 1 (по умолчанию); б) 4

В примере на рисунке 5.3.8 показаны зеркальные блики от поверхностных источников света. Есть четыре источника света со сферической сеткой разного размера и разной цветовой температурой. Ниже них находятся четыре куба с назначенными им стандартными шейдерами с различной степенью зеркальной шероховатости. Обратите внимание, что больше шума заметно при меньших источниках света. Увеличение количества световых выборок устраняет шум.



а)

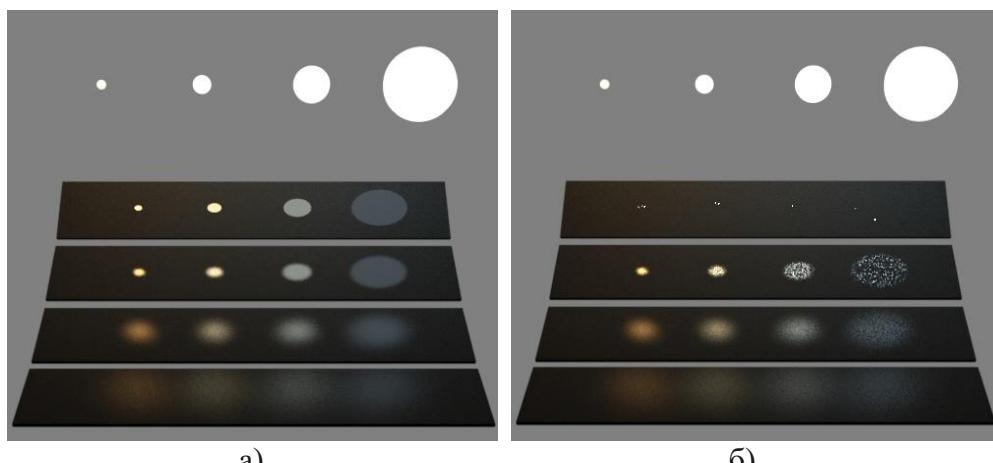
б)

Рисунок 5.3.8 – Зеркальная шероховатость сверху вниз: 0, 0,1, 0,2, 0,3: а) Light Sample = 1 (default); б) Light Samples = 4

Если проблема заключается в шуме в зеркальном блеске, то необходимо подтвердить, что источником является прямой свет, а не вторичный тип луча (например, зеркальный). Этого легко добиться, отключив глобальное освещение: нужно установить глубину освещенности (Diffuse Depth) и глубину отражений (Specular Depth) на ноль (это по сути выключает всё глобальное освещение). Если шум всё ещё присутствует, то можно понять, что это зеркальный компонент модели освещения. Если проблема заключается в теневом шуме, можно просто включить игнорирование теней в настройках визуализации Арнольда, и шум полностью исчезнет.

Ключевым моментом здесь снова является изменение выборки и наблюдение за изменениями. Увеличение количества световых выборок (Light Samples) должно иметь немедленный и количественный эффект на гладкость зеркального блика и тени. Если изменений нет, световые выборки не несут ответственности за шум.

В Арнольде по умолчанию включена множественная выборка по важности (MIS). На рисунке 5.3.9 показана разница при визуализации с выборкой множественной важности и без нее.



а)

б)

Рисунок 5.3.9 – Выборка по множественной важности (Multiple importance sampling): а) вкл. (On); б) выкл. (Off)

Объемные выборки (Volume Samples). Этот параметр необходим для визуализации объемных объектов (Volume). Он обрабатывает количество выборок, используемых для интегрирования рассеяния от прямого света. Как и параметр выборок для поверхностей, это также квадратное число. Пример визуализации на рисунке 5.3.10.

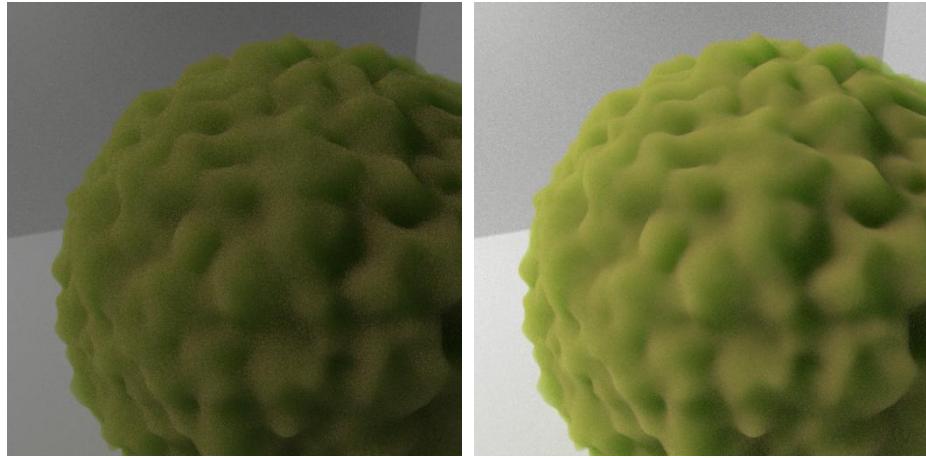


Рисунок 5.3.10 – Объемные выборки (Volume Samples): а) 1; б) 3

Важно! Объемные выборки не применяются к шейдеру объема атмосферы (Atmosphere Volume). Чтобы улучшить качество шейдера объема атмосферы (Atmosphere Volume), необходимо увеличить выборки объема атмосферы.

Цветовая температура. Этот параметр измеряется в Кельвинах и отвечает за цвет свечения. В настройках источника света он находится в свитке цвет/интенсивность (Color/Intensity). На рисунках 5.3.11, 5.3.12 и 5.3.13 приведена разная цветовая температура для создания разного освещения.



Рисунок 5.3.11 – Цветовая температура света в Кельвинах

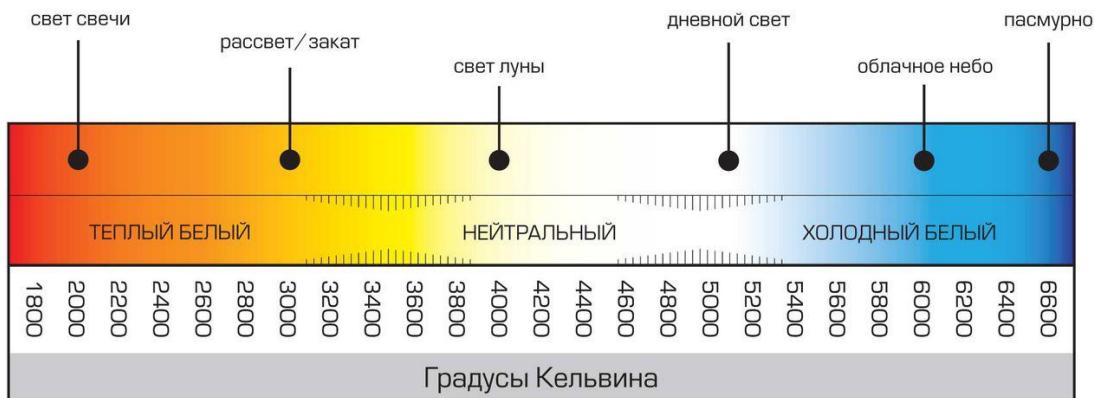


Рисунок 5.3.12 – Цветовая температура света для освещения экsterьеров

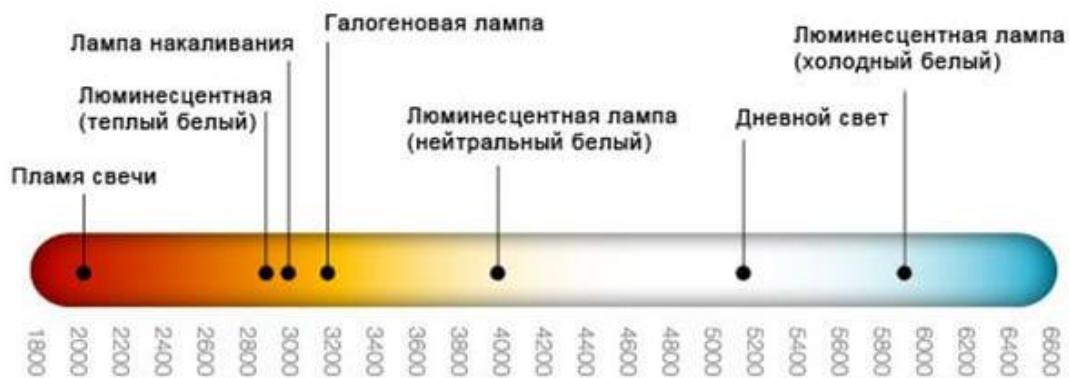


Рисунок 5.3.13 – Цветовая температура света в градусах Кельвина для различных ламп

Тип источника света (Type) определяет его форму. Для источника света Арнольда (Arnold Light) доступны следующие типы: точечный (Point), рассеянный (Distant), направленный (Spot), прямоугольный (Quad), плоский диск (Disc), цилиндрический (Cylinder), небесный купол (Skydome), фотометрический (Photometric) и произвольной формы (Mesh). Список типов на рисунке 5.3.14.

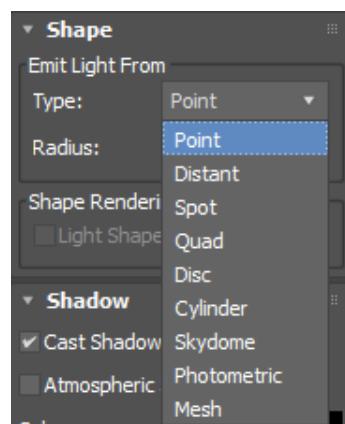
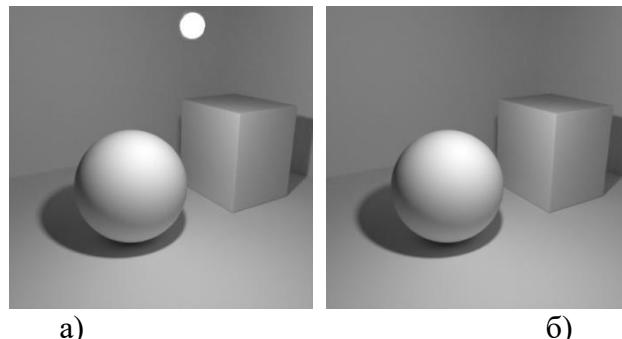


Рисунок 5.3.14 – Типы источника света Арнольда (Arnold Light Types)

Флажок видимости формы источника света (Light Shape Visible). Когда этот параметр включен, форма света видна на визуализации как самосветящийся объект (рисунок 5.3.15).



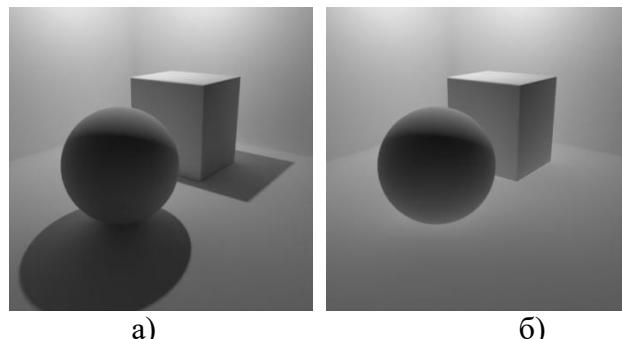
а)

б)

Рисунок 5.3.15 – Видимая форма света (Light Shape Visible): а) включена; б) выключена

Настойки тени (Shadow) – это свиток параметров для настройки падающей тени от объекта. Сюда входят параметры: флагок отбрасывания теней (Cast Shadows), флагок атмосферных теней (Atmospheric Shadows), цвет тени (Shadow Color) и плотность тени (Shadow Density).

Флагок отбрасывания теней (Cast Shadows) позволяет вычислять тени, отбрасываемые предметов при освещении данным источником света (рисунок 5.3.16).



а)

б)

Рисунок 5.3.16 – Отбрасывание теней (Shadows): а) вкл. (On); б) выкл. (Off)

Флагок Атмосферные тени (Atmospheric Shadows) обеспечивает вычисление объемных теней. Этой опции нет в источниках света типа небесный купол (Skydome) и рассеянный (Distant Light). Пример визуализации на рисунке 5.3.17.



а)

б)

Рисунок 5.3.17 – Атмосферные тени (Atmospheric Shadows): а) вкл. (On), по умолчанию; б) выкл. (Off)

Цвет тени (Shadow Color) устанавливает интенсивность каждого цветового канала для теней. Обычно это чёрный цвет, но можно выбрать и другой. Пример визуализации на рисунке 5.3.18.

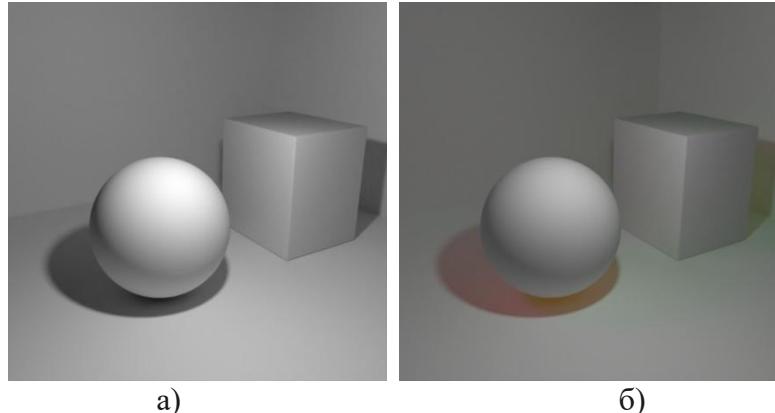


Рисунок 5.3.18 – Цвет тени (Shadow Color) для освещения от двух источников света прямоугольного типа (Quad Light) и точечного типа (Point Light): а) черный (по умолчанию); б) красный для точечного (Point), зеленый для прямоугольного (Quad)

Плотность тени (Shadow Density) устанавливает плотность или силу тени. Этот параметр управляет тем, как тень смешиается с материалом, на который она отбрасывается: значение 1.0 создает непрозрачную черную тень, а значение 0.0 не дает тени. Обычно это значение равно 1.0. Пример визуализации на рисунке 5.3.19.

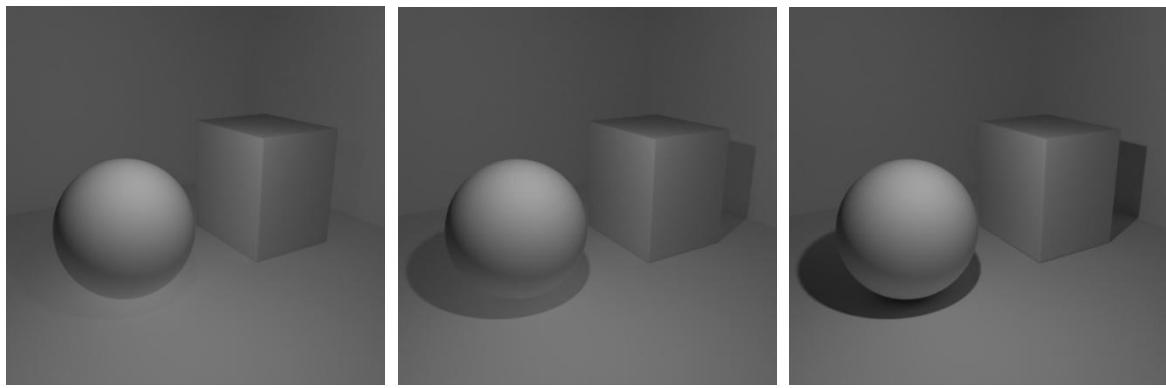


Рисунок 5.3.19 – Плотность тени (Shadow Density): а) 0,1; б) 0,6 в) 1 (по умолчанию)

Множители влияния (Contribution) – это группа параметров: масштабирование по свету для суперсэмплинга (Camera(AA)), диффузного света (Diffuse), зеркального отражения (Specular), подповерхностного рассеяния света (SSS), непрямого освещения (Indirect) и объемного света (Volume). Веса, изменяющие долю света для каждого из этих компонентов, независимы. Эти значения следует оставить равными 1 для получения физически точных результатов (свиток параметров на рисунке 5.3.20).

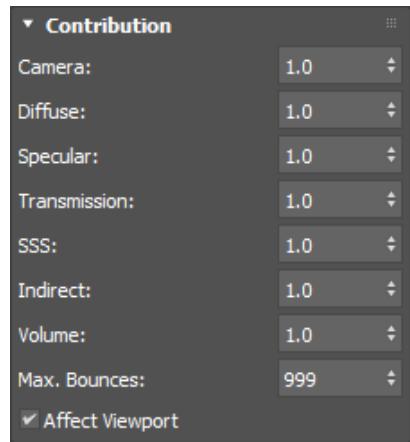


Рисунок 5.3.20 – Коэффициенты влияния на параметры формирования светового потока от источника света

Непрямое освещение (Indirect) – это относительная потеря (или усиление) энергии при каждом отскоке луча света. Для получения физически значимых результатов следует оставить значение по умолчанию 1,0. Значения больше 1 делают невозможным схождение алгоритмов расчета непрямого освещения к стабильному решению. Пример визуализации на рисунке 5.3.21.

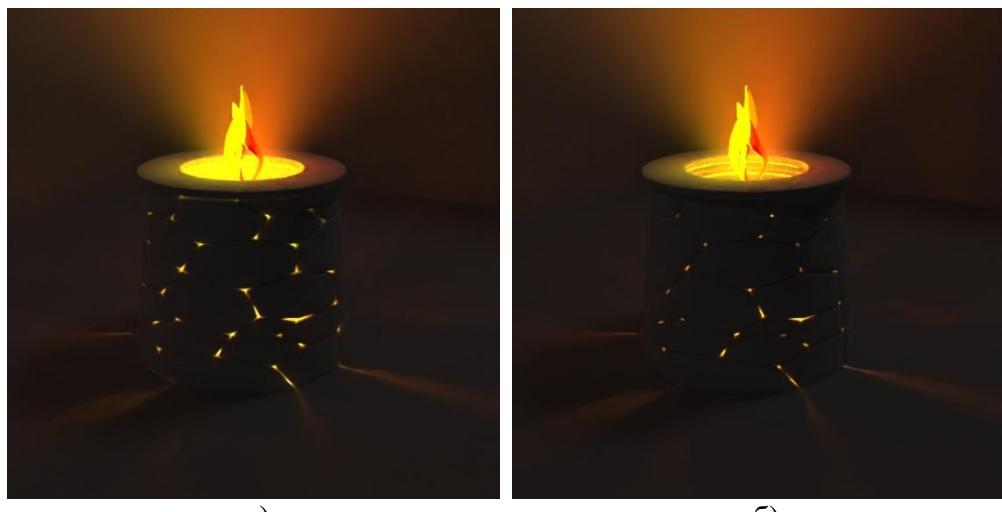
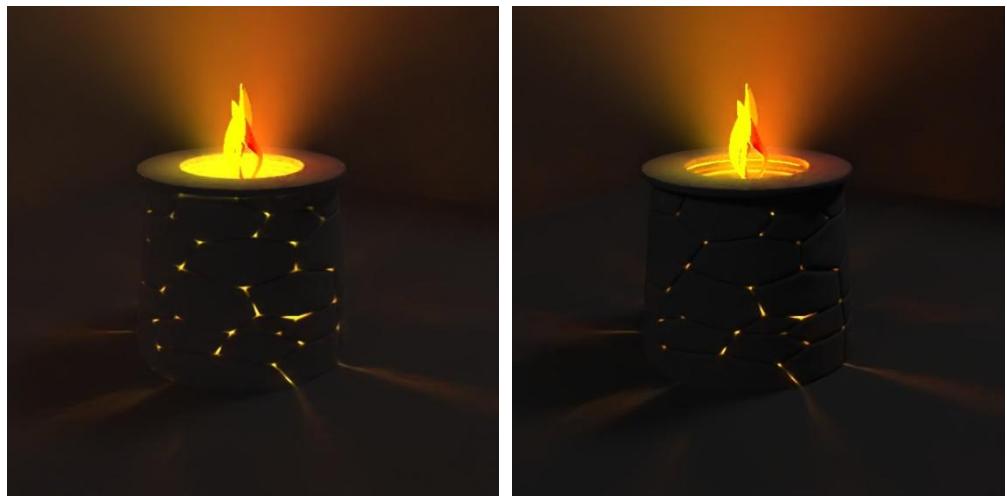


Рисунок 5.3.21 – Пример визуализации с непрямым освещением (Indirect): а) 1; б) 0

Максимум отскоков луча от поверхности (max bounces) – это максимальное количество раз, когда лучи от этого света могут отражаться в сцене. Значение Max Bounces, равное 0, означает, что свет будет только частью вычислений прямого освещения, эффективно отключая непрямое освещение (GI) для этого света. Стоит обратить внимание, что это значение работает вместе с глобальными элементами управления непрямого освещения, поэтому значение по умолчанию 999 отскоков для источника света является теоретическим максимумом; на практике глобальные пределы вторичных лучей света устанавливаются намного ниже. Визуализация для разного значения этого параметра показана на рисунке 5.3.22.

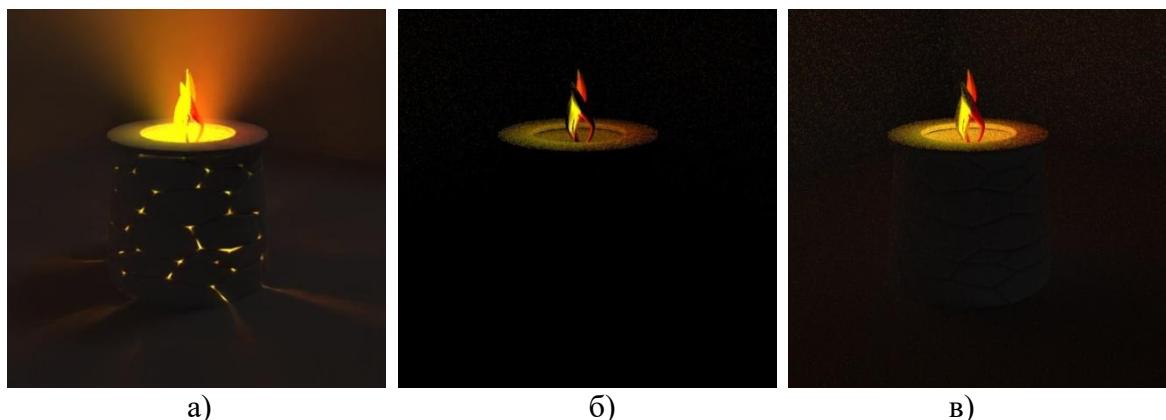


а)

б)

Рисунок 5.3.22 – Максимум отскоков луча от поверхности (max bounces):
а) 999 (по умолчанию); б) 0

Создание группы слоев (AOV Light Group). AOV для каждого источника света доступны через строковый параметр. У каждого источника света есть параметр AOV, который записывает вклад света в отдельный AOV с соответствующим именем. Пример визуализации на рисунке 5.3.23.



а)

б)

в)

Рисунок 5.3.23 – Деление на слои в зависимости от группы источников света: а) основной слой цвета; б) непрямой (Indirect) для выделенной группы источников; в) непрямой (Indirect) для всех источников

Такое разбиение позволяет производить в постобработке тонкую настройку влияния каждого источника освещения в сцене.

5.4. Типы источников света Арнольда, их индивидуальные параметры

Точечный источник света (Point Light)

Хотя этот источник света назван точечным по историческим причинам, он может моделировать свет либо от (теоретического) точечного источника, либо от сферы (последнее в большинстве случаев более реалистично и дает менее резкие тени). Свет распространяется равномерно во всех направлениях. Точечный источник света (Point Light) не является энергозатратным для расчета об-

щего освещения сцены. На рисунке 5.4.1 приведен пример его использования и список его индивидуальных параметров.

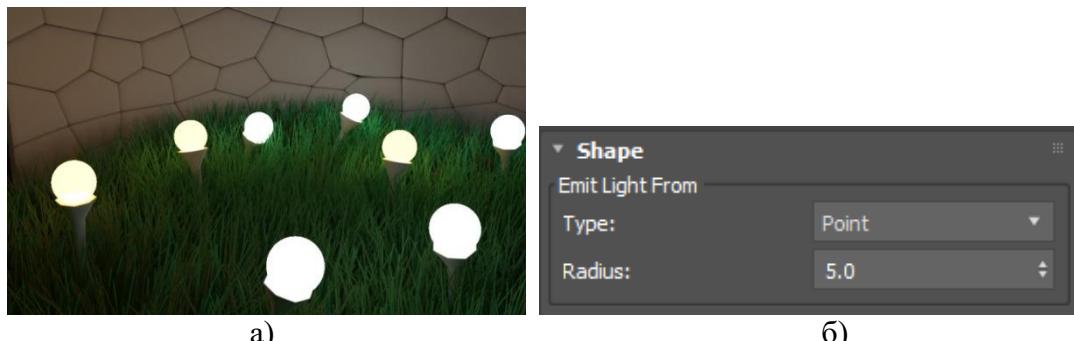


Рисунок 5.4.1 – Точечный источник света (Point Light): а) пример использования в сцене; б) список индивидуальных параметров

Радиус (Radius) – радиус сферической поверхности точечного источника света (Point Light). Хотя название этого источника света – «точечный», на самом деле это излучающая сфера. Если радиус установлен на ноль, то источник света становится истинным точечным светом без физического размера. Влияние радиуса на мягкость теней показано на рисунке 5.4.2.

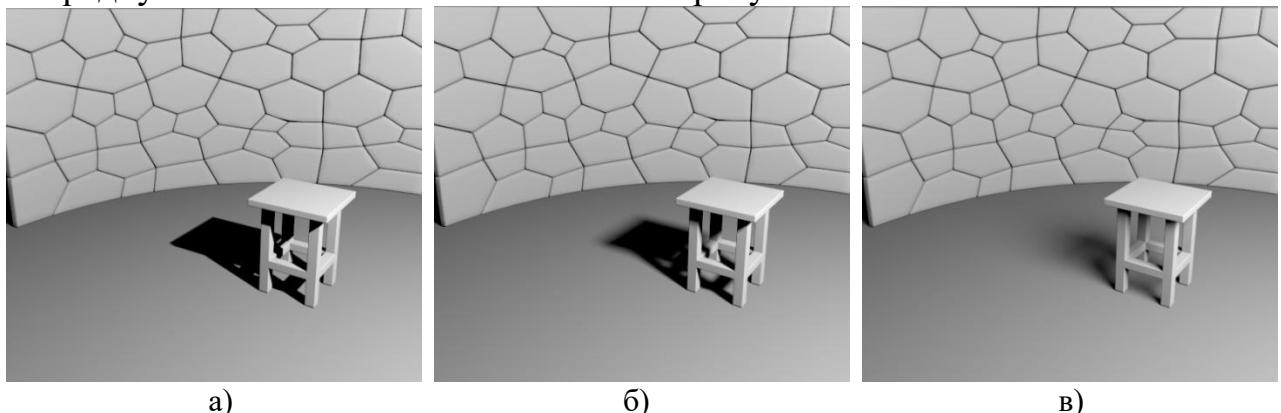


Рисунок 5.4.2 – Изменение мягкости теней в зависимости от размера радиуса (Radius) точечного источника света (Point Light): а) радиус (Radius) = 5; б) радиус (Radius) = 50; в) радиус (Radius) = 250

При изменение радиуса в большую сторону увеличивается и мягкость теней, но при этом при отключении оптимизации для источника света будет увеличиваться и световой поток от него.

Рассеянный источник света (Distant Light)

Это параллельный свет от удаленного источника, заданный вектором направления. Отклонение луча от вектора нормали источника света характеризуется параметром угол отклонения (Angle). Этот тип источника света часто используется для имитации солнечного света, проникающего через окно (пример визуализации на рисунке 5.4.3).



Рисунок 5.4.3 – Пример применения рассеянного источника света (Distant Light)

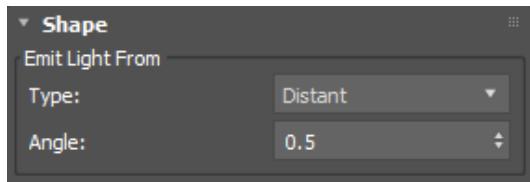


Рисунок 5.4.4 – Настройки индивидуальных параметров рассеянного источника света (Distant Light)

Угол (Angle). Данный параметр представляет собой угол отклонения лучей (в градусах) от вектора нормали источника света. Ненулевые значения создают реалистичные мягкие тени. Например, солнце наклоняется примерно на 0,5 градуса, если смотреть с поверхности Земли. Значение 1 или 2 даст слегка смягченные тени, такие как туманный солнечный свет, большие числа, такие как 6, дадут результат намного мягче. Увеличение угловой области источника света сделает его ярче, если не включена нормализация. Пример влияния параметра угла (Angle) приведен на рисунке 5.4.5.



Рисунок 5.4.5 – Разный параметр угла (Angle) для рассеянного источника света (Distant Light): а) угол (Angle) = 0,5; б) угол (Angle) = 4; в) угол (Angle) = 10

При объектной визуализации, изменения размер угла (Angle), можно добиться рассеянного света при меньших вычислительных затратах, чем, например, с источником света типа небесный купол (Skydome).

Направленный источник света (Spot Light)

Имитирует свет от прожектора в виде светового конуса от места расположения источника света к точке, на которую он направлен.

На странице источников света есть более подробная информация об элементах управления. Дополнительные параметры показаны ниже. В дополнение к стандартным параметрам освещения 3ds Max на панели изменения также будут отображаться следующие параметры (рисунок 5.4.6):



Рисунок 5.4.6 – Параметры направленного источника света (Spot Light)

Радиус (Radius). Если радиус установлен на ноль, то конус света от точки будет исходить от условного точечного источника. При ненулевом значении радиуса источник света будет вести себя больше как сферический источник с указанным радиусом (хотя, опять же, излучаемый свет ограничен конусом). Чем больше радиус, тем мягче освещение от этого источника света (нулевой радиус даст жесткие тени). Этот параметр работает так же, как для точечного источника света (Point Light). Пример влияния радиуса на визуализацию на рисунке 5.4.7.

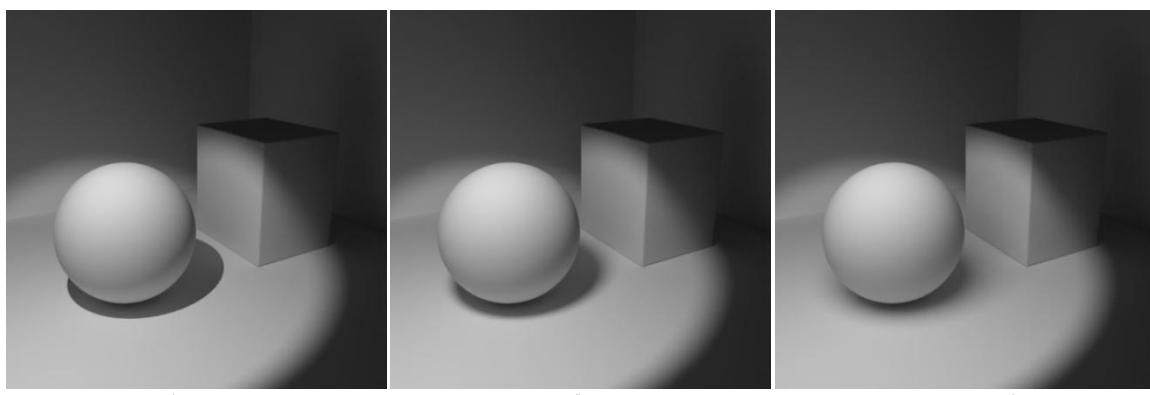


Рисунок 5.4.7 – Разный радиус (Radius) для направленного источника света (Spot) для регулирования мягкости отбрасываемой тени: а) радиус (Radius) = 0; б) радиус (Radius) = 100 мм; в) радиус (Radius) = 300

Угол конуса (Cone Angle) – угол светового конуса в градусах. За пределами этого конуса света не будет. На рисунке 5.4.8 показан пример разного значения данного параметра. Стоит иметь в виду, что в этой сцене кроме направленного источника света (Spot Light) добавлен также общий свет. Если бы общего света не было, то за пределами светового конуса не было бы ничего видно (черная область).

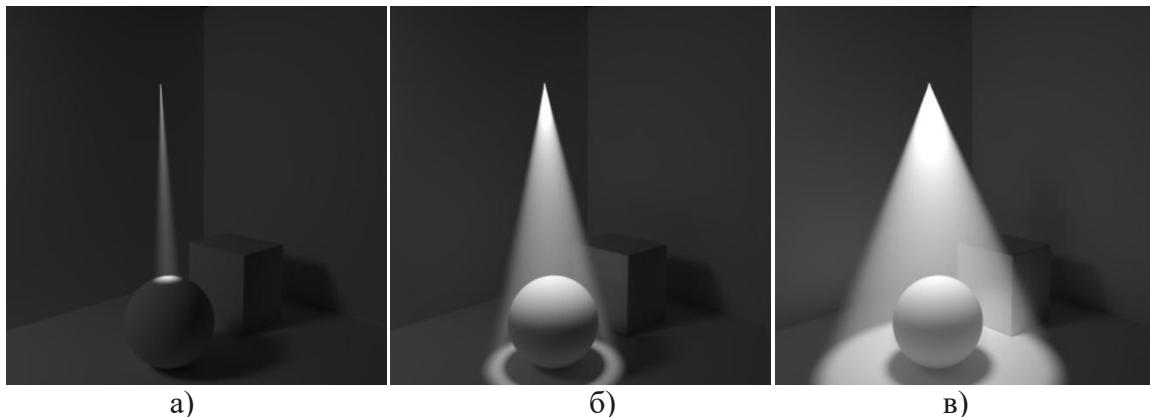


Рисунок 5.4.8 – Разный угол конуса (Cone Angle) для направленного источника света (Spot):
а) угол конуса (Cone Angle) = 10 мм; б) угол конуса (Cone Angle) = 30 мм; в) угол конуса (Cone Angle) = 50 мм

Радиус линзы (Lens Radius). Когда установлено значение 0, вершина светового конуса пятна совпадает с указанным положением источника света. Если радиус линзы не равен нулю, конус становится усеченным, и предполагается, что свет исходит из виртуальной позиции, которая находится за заданной позицией источника света. Это имитирует эффект реальных осветительных приборов, которые объединяют лампочку и параболический отражатель внутри небольшого закрытого светильника. Например, прожектор в голливудском стиле имеет большой радиус линзы и очень маленький угол конуса, создавая почти параллельный луч света, интенсивность которого уменьшается с расстоянием очень медленно, достигая облаков. Влияние этого параметра более отчетливо видно на волюметрических измерениях. Пример визуализации на рисунке 5.4.9.

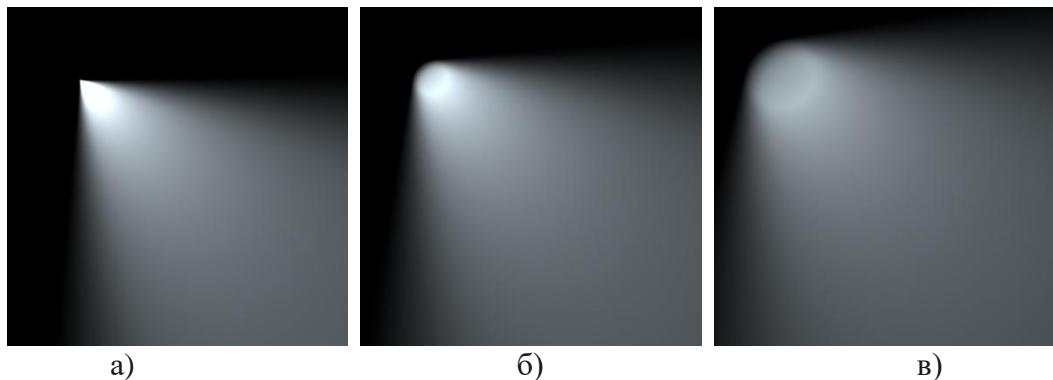
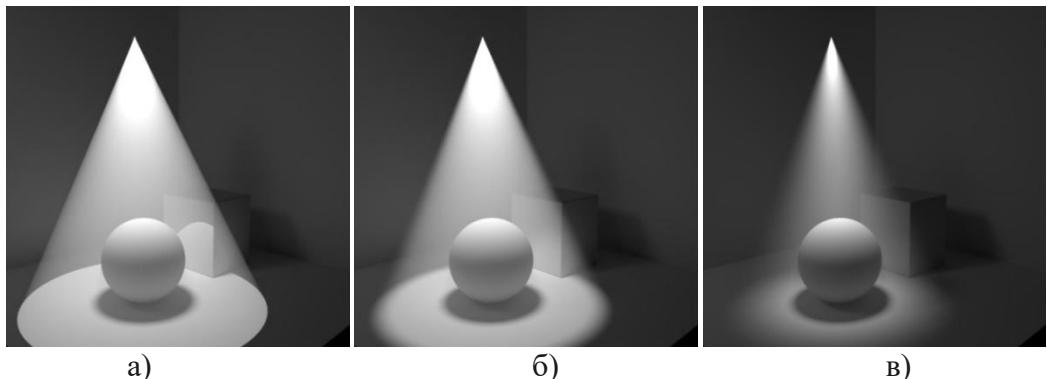


Рисунок 5.4.9 – Разный радиус линзы (Lens Radius) для направленного источника света (Spot): а) радиус (Radius) = 0; б) радиус (Radius) = 1; в) радиус (Radius) = 2

Эффект лазерного меча может быть достигнут за счет использования большого «радиуса линзы» и малого угла конуса (при включенных атмосферных эффектах).

Угол полутени (Penumbra Angle) – это угол, измеряемый в градусах от внешнего края конуса к оси прожектора, он определяет область, где интенсивность света плавно спадает до нуля на краю конуса. Пример визуализации на рисунке 5.4.10.



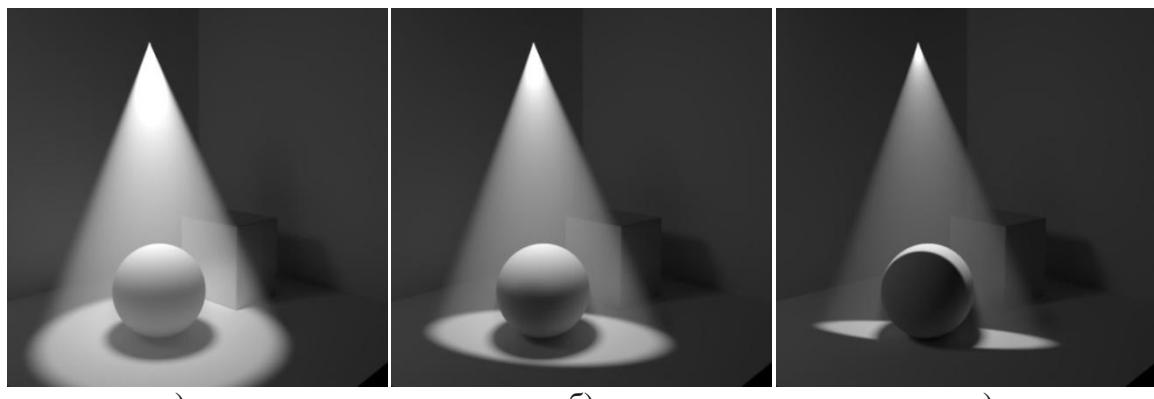
а)

б)

в)

Рисунок 5.4.10 – Разный угол полутени (Penumbra Angle) для направленного источника света (Spot): а) угол полутени (Penumbra Angle) = 0; б) угол полутени (Penumbra Angle) = 5; в) угол полутени (Penumbra Angle) = 25

Соотношение сторон (Aspect Ratio). Значение 1,0 (диапазон от 0,0 до 1,0) установлено для конуса с круглым поперечным сечением, можно установить другое значение для эллиптического поперечного сечения. Некоторые театральные светильники, такие как баллончики с PAR, имеют эллиптическое поперечное сечение. Пример визуализации на рисунке 5.4.11.



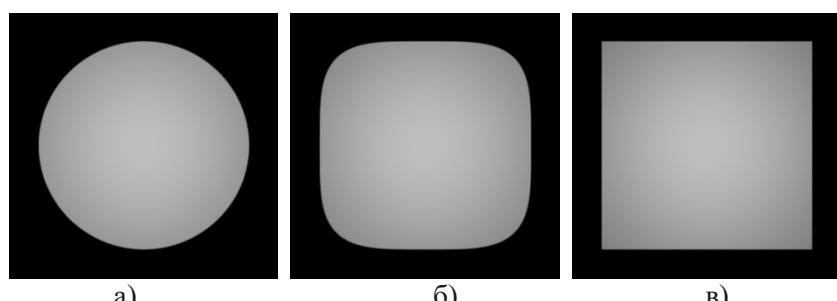
а)

б)

в)

Рисунок 5.4.11 – Разное соотношение сторон (Aspect Ratio) для светового конуса направленного источника света (Spot): а) соотношение сторон (Aspect Ratio) = 1; б) соотношение сторон (Aspect Ratio) = 0,5; в) соотношение сторон (Aspect Ratio) = 0,2

Округлость (Roundness) – это параметр округлости, изменяющийся от квадратной формы при значении 0 до закругленных углов и формы диска при значении 1. Пример на рисунке 5.4.12.



а)

б)

в)

Рисунок 5.4.12 – Разное значение округлости (Roundness) для светового конуса направленного источника света (Spot): а) округлость (Roundness) = 1 (по умолчанию); б) округлость (Roundness) = 0,5; в) округлость (Roundness) = 0

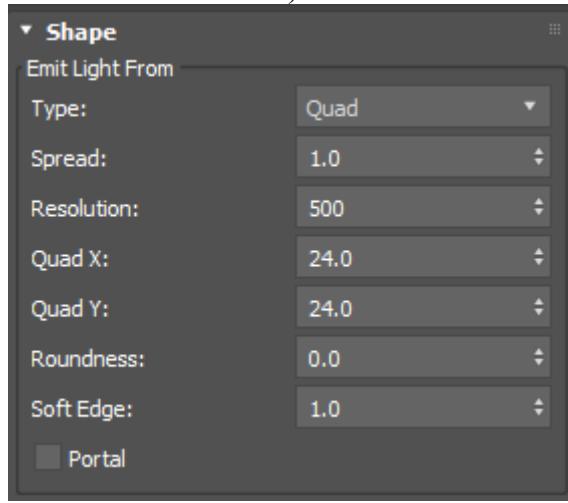
С помощью параметров направленного источника света (Spot Light) можно создать весьма разнообразные эффекты освещения.

Прямоугольный источник света (Quad Light) имитирует свет от источника прямоугольной формы (четырехугольника, обозначенного четырьмя вершинами). Его можно использовать для моделирования света от протяженного источника (флуоресцентные полосы) или, в некоторых случаях, из окна.

На рисунке 5.4.13 показан пример визуализации данного источника света и его индивидуальные параметры. В дополнение к стандартным параметрам освещения 3ds Max на панели изменения также будут отображаться следующие параметры:



а)



б)

Рисунок 5.4.13 – Прямоугольный источник света (Quad Light): а) пример использования; б) индивидуальные параметры

Размах от направления нормали (Spread). Данный параметр регулирует излучение света, сфокусированного в направлении нормали. Значение размаха

по умолчанию равно 1, что дает диффузное излучение, в то время как более низкие значения фокусируют свет сильнее, пока он не станет почти лазерным лучом при значении 0. В настоящее время полностью сфокусированные лазерные лучи при значении 0 не поддерживаются, всегда существует небольшой минимальный разброс. Низкие значения размаха от направления нормали (Spread) могут быть более шумными, чем высокий размах по умолчанию, поэтому следует осторожно их использовать. Визуализация данного параметра приведена на рисунке 5.4.14.

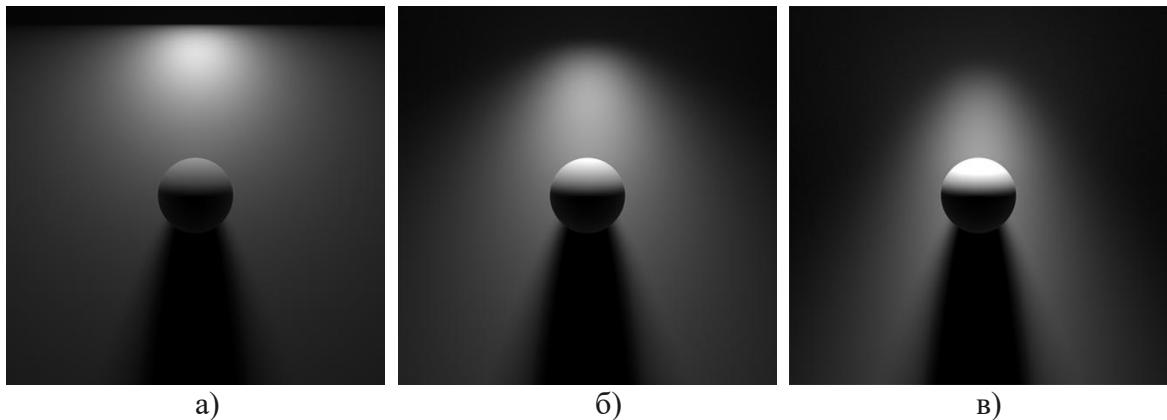
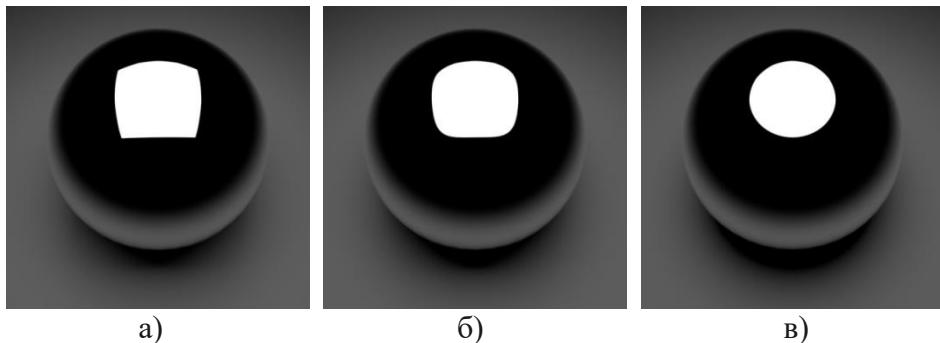


Рисунок 5.4.14 – Разное значение параметра размаха от направления нормали (Spread) для прямоугольного источника света (Quad Light): а) размах (Spread) = 1 (по умолчанию); б) размах (Spread) = 0,3; в) размах (Spread) = 0,2

Разрешение (Resolution). Когда шейдер подключен к прямоугольному источнику света (Quad Light), Арнольд автоматически построит таблицы выборки важности, подобные тем, которые используются в источнике небесный купол (Skydome Light). Это обеспечивает эффективную выборку в соответствии с яркостью текстуры, что может значительно снизить шум выборки, особенно при использовании текстур HDRI. Как и в случае с небесным куполом (Skydome Light), разрешение таблицы регулируется параметром разрешения со значением по умолчанию 512. Если использовать цветное изображение в качестве входных данных, то не нужно будет устанавливать это значение выше, чем разрешение переданного изображения, к параметру цвета.

Длины сторон по осям X / Y (Quad X / Y) определяют четыре угловые точки формы четырехугольного источника света. Эти вершины должны определять плоский и прямоугольный четырехугольник.

Округлость (Roundness) изменяет форму источника света с квадрата в точке 0 на закругленные углы и на диск в точке 1. Пример визуализации на рисунке 5.4.15.



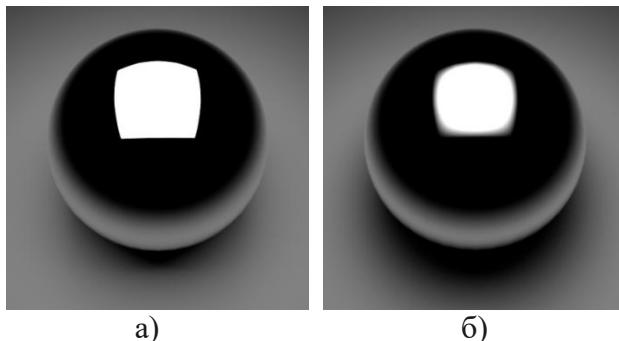
а)

б)

в)

Рисунок 5.4.15 – Разное значение округлости (Roundness) для прямоугольного источника света (Quad Light): а) округлость (Roundness) = 0 (по умолчанию); б) округлость (Roundness) = 0,5; в) округлость (Roundness) = 1

Мягкий край (Soft Edge) задает плавное затухание краев источника света. Значение определяет ширину мягкого края, от отсутствия мягкого края в 0 до сглаживания спада на всем пути до центра света в 1. Этот параметр работает аналогично углу полутени (Penumbra Angle) для точечных источников света. Визуализация на рисунке 5.4.16.



а)

б)

Рисунок 5.4.16 – Разный мягкий край (Soft Edge) для прямоугольного источника света (Quad Light): а) мягкий край (Soft Edge) = 0 (по умолчанию); б) мягкий край (Soft Edge) = 1

Режим портала (Portal). Включение режима портала заставляет данный источник света работать особым образом: все настройки, которые связаны с освещением от этого источника света, не будут учтены (т.е. портал не генерирует свет), но теперь этот объект становится световым порталом, что позволяет оптимальнее просчитывать проникающий через него свет.

В светильниках типа небесный купол (Skydome) могут использоваться световые порталы для уменьшения шума во внутренних помещениях, где свет проникает через относительно небольшие отверстия. Вместо того, чтобы излучать свет, световые порталы могут использоваться для управления отбором проб небесного света. Световые порталы должны быть размещены так, чтобы закрывать все окна, двери и другие отверстия, через которые свет проникает в сцену. На рисунке 5.4.18 видно, что в левой верхней части при включении режима портала шумов на изображении меньше, чем в правой нижней части при отсутствии режима портала. Наиболее наглядный участок – слева от камина. Световой портал должен быть ориентирован так, чтобы он указывал в окно, как показано на рисунке 5.4.17.

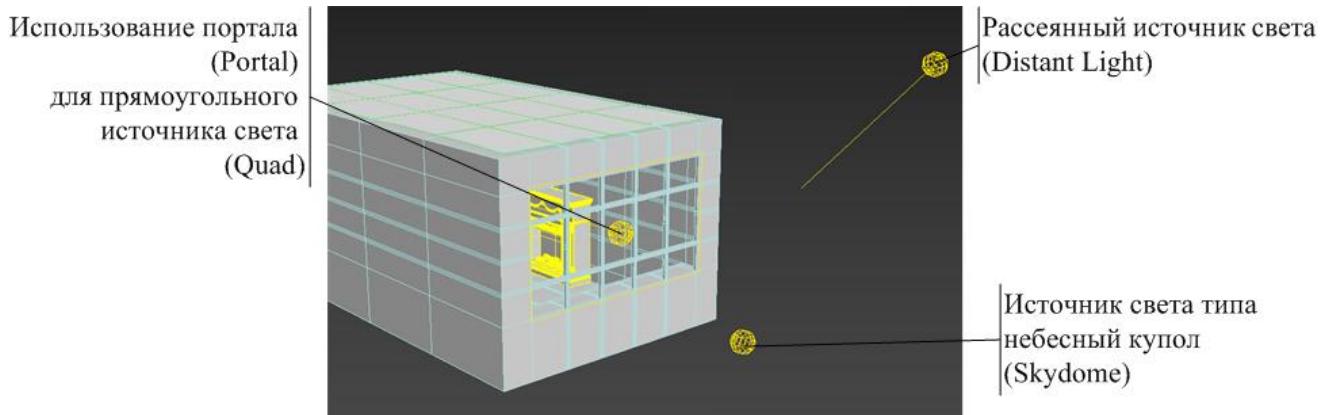


Рисунок 5.4.17 – Световой портал, расположенный за окном и направленный внутрь комнаты



Рисунок 5.4.18 – Использование портала (Portal) для прямоугольного источника света (Quad Light): в левой верхней части визуализации портал присутствует, в правой нижней части – отсутствует

Источник света типа небесный купол (Skydome) также имеет режимы пользования порталом (Portal Mode) с опциями:

- отключения (Off) для отключения порталов;
- только для интерьеров (Interior Only) или внутренних сцен для блокировки любого света за пределами порталов;
- для интерьера и экстерьера (Interior/Exterior) для пропускания света через порталы для смешанных внутренних и внешних сцен.

Блокировка света за пределами порталов более предсказуемо снижает уровень шума только для внутренних сцен.

Источник света типа плоский диск (Disc Light)

Форма светового диска имитирует свет от источника круглой области (плоский диск). На рисунке 5.4.19 показаны пример его визуализации и его индивидуальные параметры. Параметры, общие для всех источников света, указаны в разделе 5.3.



Рисунок 5.4.19 – Источник света типа плоский диск (Disk Light): а) пример использования в сцене; б) индивидуальные параметры

Радиус (Radius). Подсветка дисков всегда будет круглой. Невозможно масштабировать ширину или высоту для создания эллипса. При визуализации Арнольд сохраняет дисковый источник света как точку и радиус. К положению применяются любые преобразования, но не к радиусу.

Размах от направления нормали (Spread) – излучение света, сфокусированного в направлении нормали. Значение распространения по умолчанию, равное 1, дает диффузное излучение, в то время как более низкие значения фокусируют свет больше, пока он не станет почти лазерным лучом при значении 0. В настоящее время полностью сфокусированные лазерные лучи при значении 0 не поддерживаются, всегда существует небольшой минимальный разброс. Низкие значения размаха могут быть более шумными, чем высокий размах по умолчанию, поэтому стоит осторожно их использовать. Пример визуализации на рисунке 5.4.20.

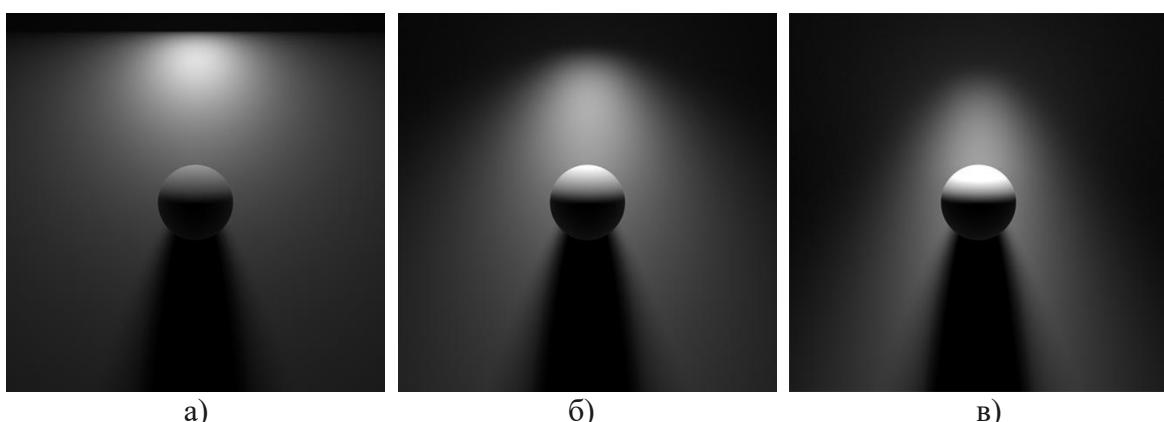


Рисунок 5.4.20 – Разное значение размаха от направления нормали (Spread) для источника света типа диск (Disk Light): а) значение размаха (Spread) = 1 (по умолчанию); б) значение размаха (Spread) = 0,3; в) значение размаха (Spread) = 0,2

Цилиндрический источник света (Cylinder Light) обеспечивает имитацию света от источника цилиндрической формы (форма трубы). Индивидуальные для данного источника света параметры и его визуализация указаны на рисунке 5.4.21.

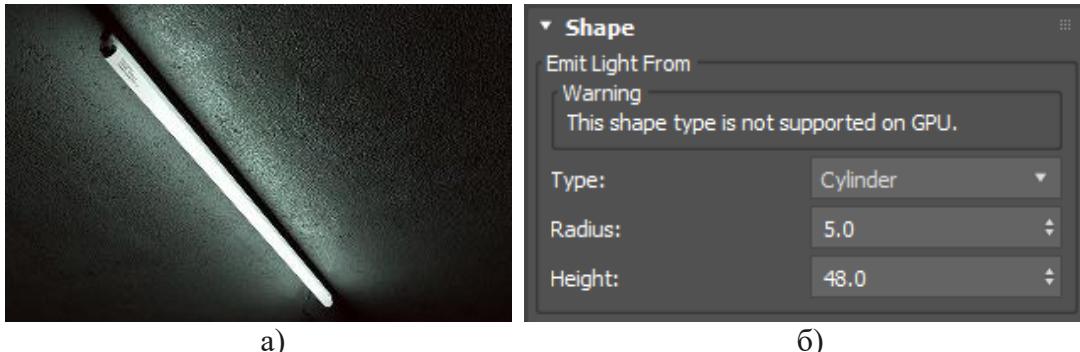


Рисунок 5.4.21 – Цилиндрический источник света (Cylinder Light): а) пример использования в сцене; б) индивидуальные параметры

Радиус (Radius). Увеличение размера цилиндрического света создаст большую площадь светового пятна и, следовательно, смягчит тени, идущие перпендикулярно оси цилиндра. Цилиндровые фонари всегда будут круглыми. Невозможно масштабировать ширину для создания эллипса.

Высота (Height) – это высота цилиндра, являющегося цилиндрическим источником света.

Пример визуализации с разным значением радиуса цилиндрического светильника на рисунке 5.4.22.

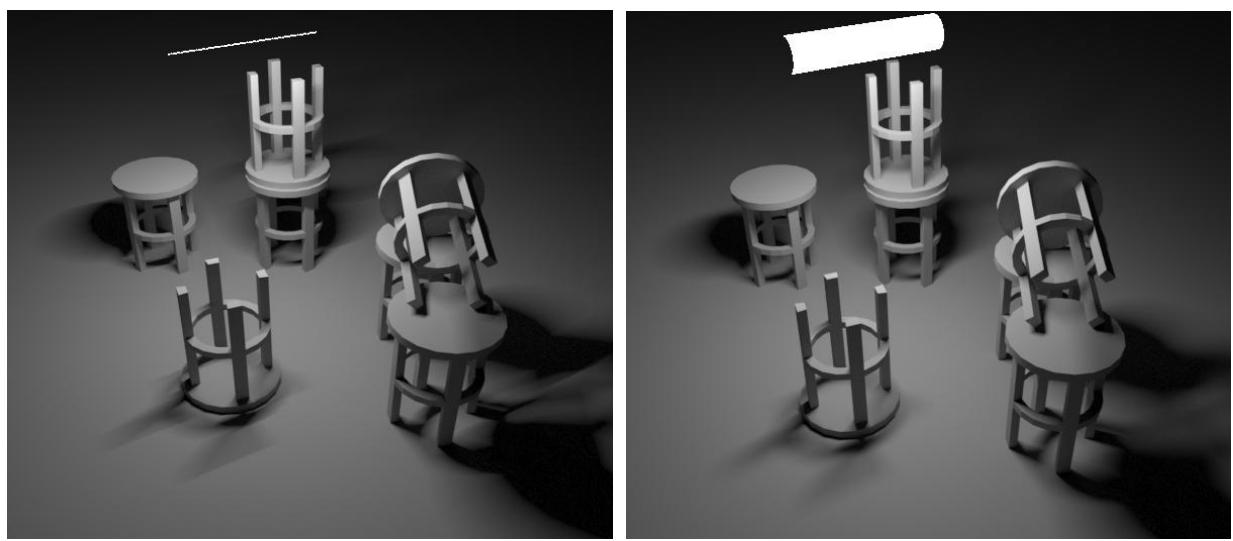


Рисунок 5.4.22 – Разное значение радиуса (Radius) цилиндрического источника света (Cylinder): а) радиуса уменьшен; б) радиуса увеличен

Фотометрический источник света (Photometric Light)

Фотометрические источники света используют данные, полученные от реальных источников света, часто непосредственно от самих производителей ламп и корпусов. Вы можете импортировать профили IES от таких компаний, как Erco, Lamp, Osram и Philips; их файлы IES предоставляют точные данные об интенсивности и распространении для данной модели освещения. Примеры использования фотометрического источника света на рисунке 5.4.23.

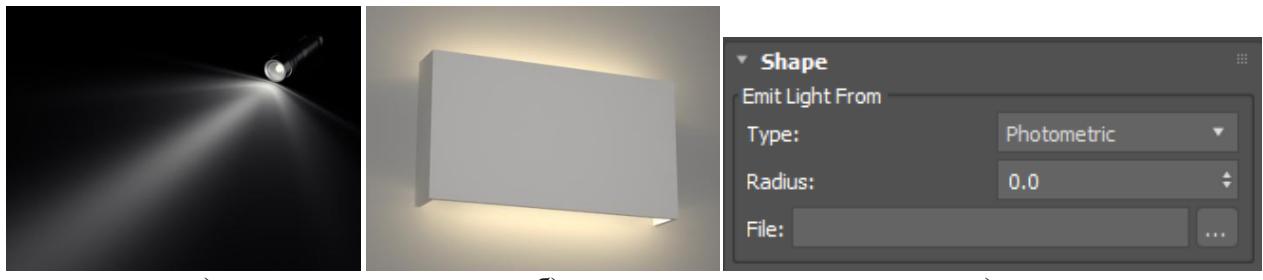


Рисунок 5.4.23 – Пример фотометрического источника света (Photometric Light) и его параметры

Виды кривых силы света (или профили освещения). IES – это формат файла с фотометрическими данными. Он создан для передачи фотометрических данных световых приборов между разными светотехническими компьютерными программами. Примеры разных профилей освещения показаны на рисунке 5.4.24.

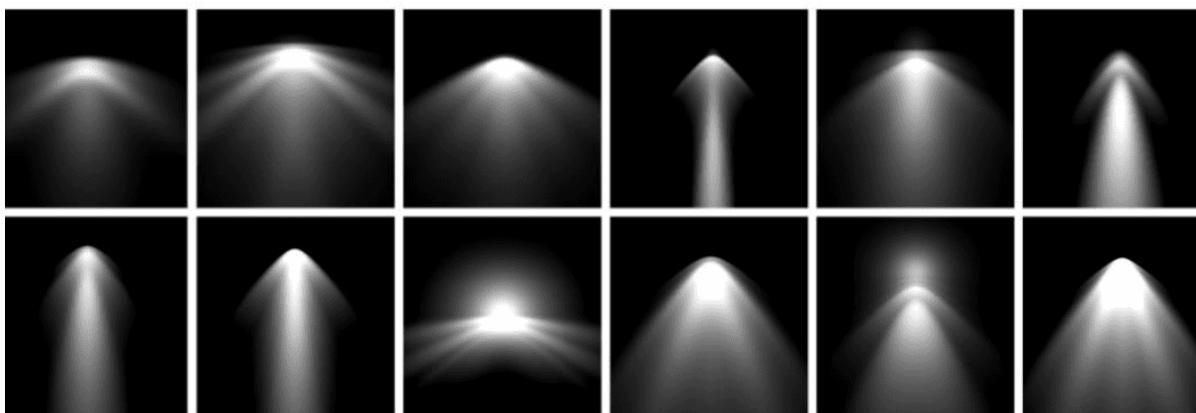


Рисунок 5.4.24 – Примеры разных профилей освещения

Файл фотометрии (Photometry File) позволяет выбрать световой профиль IES, определяющий распределение света.

Файл IES может не работать. Многие файлы IES исходят от различных производителей освещения, некоторые из которых помещают дополнительный текст в начало своих файлов IES. Если при визуализации определенного файла IES возникают трудности, можно попробовать открыть файл IES в текстовом редакторе и удалить текст заголовка из верхней части файла. Файл обычно должен начинаться с TILT = NONE, и если это не так, это может быть причиной некорректной работы файла.

Источник света произвольной формы (Mesh Light)

В ситуациях, когда обычных форм источников света недостаточно, любой объект сцены, т.е. его поверхностную сетку (mesh) можно назначить источником света. Такие источники света можно использовать для создания интересных световых эффектов, которые невозможно создать другим способом. Например, такие эффекты, как неоновое освещение или эффект следа движения света автомобиля, могут быть легче достигнуты с помощью источника света данного типа. Визуализация приведена на рисунке 5.4.25.



Рисунок 5.4.25 – Источник света типа произвольной формы (Mesh): текст преобразован в источник свет и объект нестандартной формы преобразован в источник света

Данный источник света предоставляется как альтернативный излучатель для поверхностной сетки объекта. Это означает, что параметры формы (такие как флагки видимости) и параметры для самого источника света доступны в панели изменения (Modify).

Имеются ограничения при использовании источника света произвольной формы: поверхности NURBS в настоящее время не работают с источником света этого типа.

В настоящее время невозможно сделать сетку объекта-источника света видимой для лучей камеры. Обходной путь – добавить излучение в базовый материал Арнольда (Standard Surface), назначенный объекту. Это создаст впечатление, что геометрия раскалена. Нужно в базовом материале Арнольда (Standard Surface), который назначен объекту-источнику света, установить для параметра ненаправленного отраженного света (Indirect Diffuse) значение 0, а для параметра эмиссии (Emission) – значение 1. Пример настроек материала на рисунке 5.4.26, визуализация на рисунке 5.4.27.

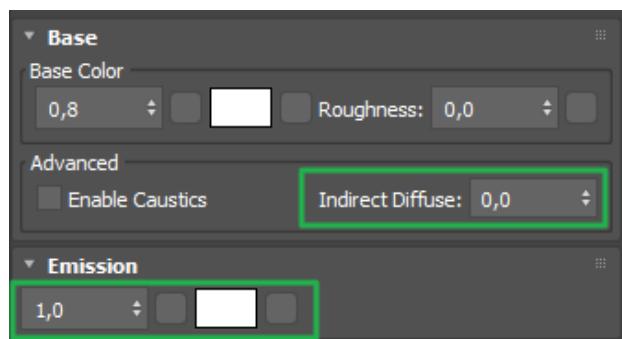
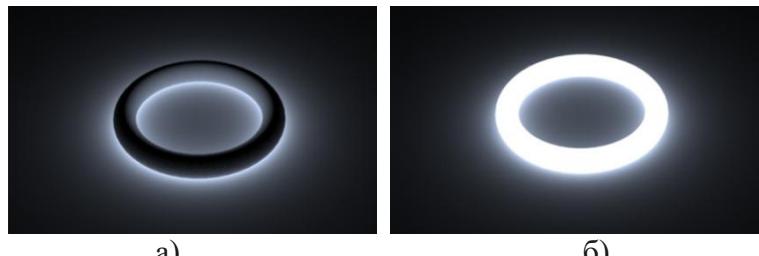


Рисунок 5.4.26 – Добавление излучения (Emission) и установка ненаправленного отраженного света (Indirect Diffuse) в значение 0 для материала, назначенного источнику света типа произвольной формы (Mesh Light)

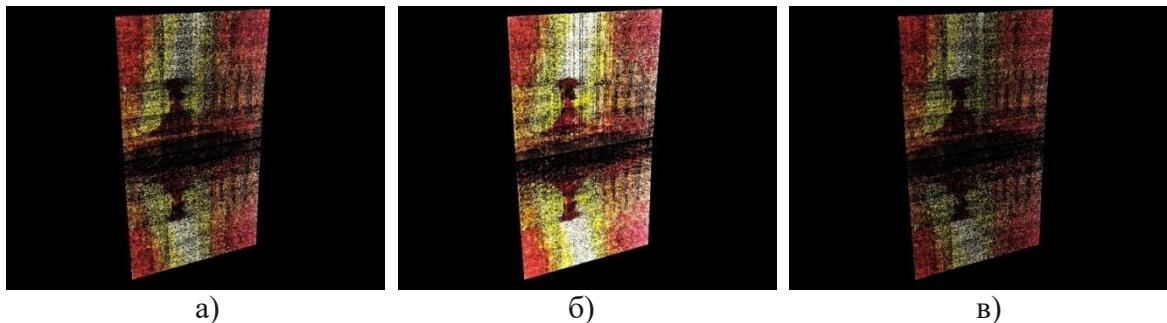


а)

б)

Рисунок 5.4.27 – Разное значение эмиссии (Emission) для источника света произвольной формы (Mesh Light): а) эмиссия (Emission) = 0 (по умолчанию); б) эмиссия (Emission) = 1

Может потребоваться увеличить количество итераций подразделения для освещения сетки, если цветовая текстура четко видна в зеркальных отражениях. Например, это может быть очевидно в сцене, где экран телевизора отражается в стеклянном окне. Пример визуализации на рисунке 5.4.28.



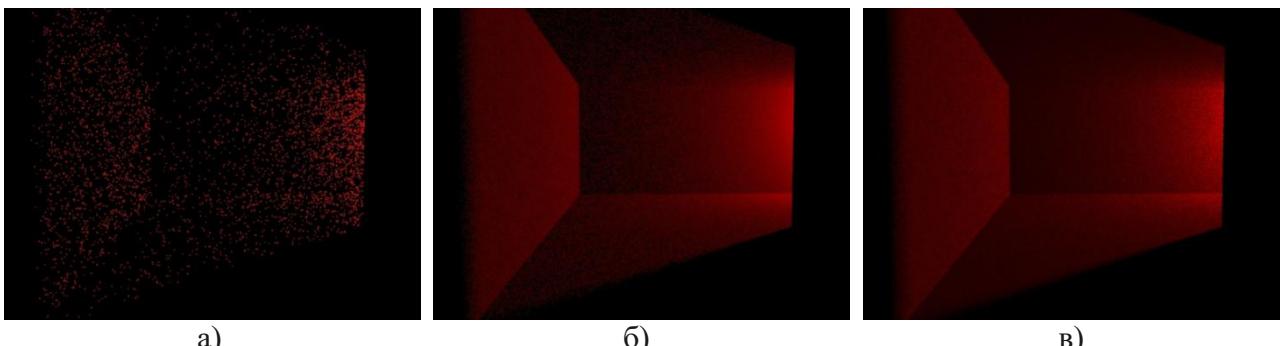
а)

б)

в)

Рисунок 5.4.28 – Разное значение итераций (Subdivision Iterations) для источника света произвольной формы (Mesh Light): а) 5 итераций; б) 7 итераций; в) 8 итераций

В приведенном ниже примере (рисунок 5.4.29) сравнивается источник света произвольной формы (Mesh Light) и поверхность, которой назначен базовый материал Арнольда (Standard Surface) с высоким значением эмиссии (Emission). Можно увидеть, что даже при значении диффузных выборок (Diffuse Samples) = 16, излучение более шумное, чем у источника света произвольной формы (Mesh Light) со значением диффузных выборок (Diffuse Samples) = 2.



а)

б)

в)

Рисунок 5.4.29 – Разное значение итераций (Subdivision Iterations) для источника света (Mesh Light): а) эмиссия (Emission) и диффузные выборки (Diffuse Samples) = 2, время визуализации (Rendering Time) = 0:08; б) эмиссия (Emission) и диффузные выборки (Diffuse Samples) = 16, время визуализации (Rendering Time) = 5:36; в) источник света (Mesh Light) и диффузные выборки (Diffuse Samples) = 2, время визуализации (Rendering Time) = 0:09

Для создания визуального эффекта для светящегося материала лучше всего использовать базовый материал Арнольда (Standard Surface) с высоким уровнем излучения совместно с источником света произвольной формы (Mesh Light). Это позволяет контролировать количество излучаемого света и делает картинку менее шумной, так лучи источника света произвольной формы (Mesh Light) работают вместе с диффузными лучами. Следовательно для совместного использования потребуется меньшее значение диффузных выборок (Diffuse Samples). На рисунке 5.4.30 приведено сравнение визуализаций

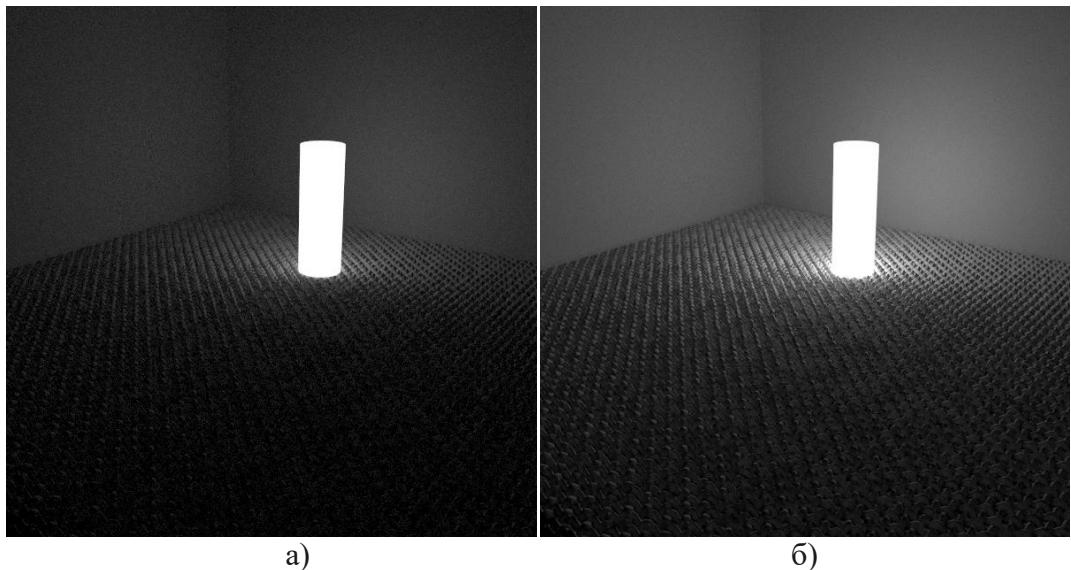


Рисунок 5.4.30 – Сравнение визуализаций светящегося цилиндра: а) только светящийся материал - базовый материал Арнольда (Standard Surface) с назначенным ему высоким значением излучения (Emission); б) источник света произвольной формы (Mesh Light) и светящийся материал с высоким значением излучения (Emission)

Источник света небесный купол (Skydome Light) имитирует свет от сферы или купола над сценой, представляя небо. Его также можно использовать с изображениями с большим динамическим яркостным диапазоном (HDRI-карты) для выполнения освещения окружающей среды на основе изображений. Это способ, который обычно используется для освещения внешних (экстерьерных) сцен.

Этот светильник предназначен для уличных сцен и представляет собой сферический купол на заднем плане вокруг всей сцены. Важность выборки заключается в том, что она проследит лучи от этого купола в определенных направлениях в пределах этого купола. Однако во внутренней (интерьерной) сцене большая часть этих лучей попадает в объект, не получая никакого влияния от света и, таким образом, создавая шум. В этой ситуации добавление световых порталов (т.е. источников света со включенным режимом портала) в окна поможет уменьшить шум во внутренней сцене при использовании источника света небесный купол (Skydome Light).

Простое добавление карты окружения (часто используются HDRI-карты) автоматически включает небесный купол (Skydome) без каких-либо других вводных данных. Небесный купол (Skydome Light) и шейдер фона совмещают

свою работу самостоятельно, и создание дополнительного освещения не требуется.

Добавление текстурной карты или HDRI-карты становится возможным при переключении в режим текстуры (Texture) в свитке настроек цвета/интенсивности (Color/Intensity).

На рисунке 5.4.31 показана визуализация и параметры небесного купола (Skydome).

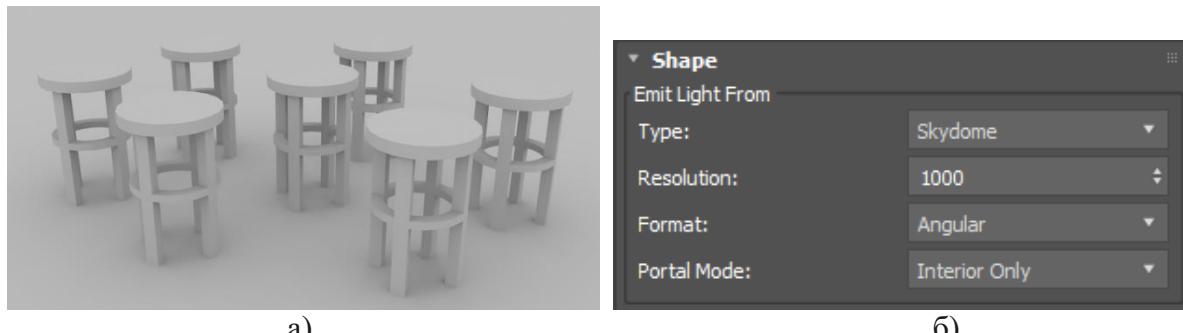


Рисунок 5.4.31 – Источник света небесный купол (Skydome): а) пример визуализации; б) индивидуальные параметры

В разделе 5.3 есть подробная информация о параметрах данного источника света, которые являются общими для всех типов источников света. Ниже показаны параметры, индивидуальные для небесного купола (Skydome Light):

Цвет (Color) – цвет света. Небесный купол (Skydome Light) имеет текстурируемый цветовой слот, так что можно использовать изображение, которое будет использоваться для IBL (image based lighting – освещение на основе изображения).

Интенсивность (Intensity) управляет яркостью света, излучаемого источником света, путем умножения цвета.

Разрешение (Resolution) контролирует детализацию отражений небесного купола. Для получения наиболее точных результатов необходимо установить разрешение для небесного купола (Skydome) в соответствии с разрешением изображения HDRI (изображения с большим динамическим яркостным диапазоном), однако во многих случаях его можно установить ниже без заметной потери деталей в отражениях. По умолчанию значение 1000.

Атрибут разрешения следует использовать с осторожностью. Чем выше значение разрешения, тем больше времени потребуется данному источнику света (Skydome Light) для предварительного вычисления таблиц важности для этого источника света. Для карт с высоким разрешением это может происходить очень медленно.

Формат (Format) – тип подключаемой карты. Может быть установлен на широту (Last-Long, наиболее частый), зеркальный шар (Mirrored Ball) или угловой (Angular). На рисунке 5.4.32 показаны примеры данного параметра.

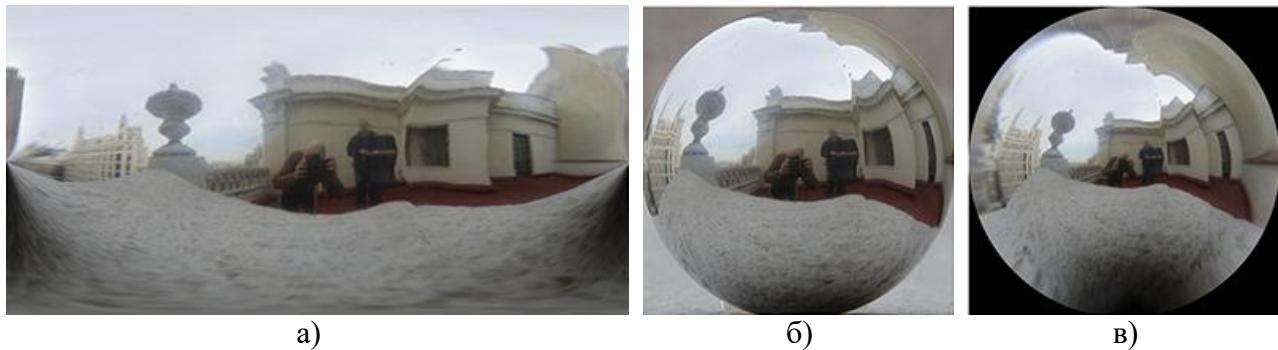


Рисунок 5.4.32 – Разный формат (Format) карты для небесного купола (Skydome): а) на широту (Last-Long); б) зеркальный шар (Mirrored Ball); в) угловой (Angular)

Режим портала (Portal Mode) определяет, как свет небесного купола взаимодействует со световыми порталами:

- выкл (off) – порталы отключены;
- только интерьер (Interior Only) блокирует любой свет за пределами порталов, используется только для сцен внутри каких-либо объектов.
- интерьер/экстерьер (Interior/Exterior) пропускает свет через внешние порталы для смешанных внутренних и внешних сцен.

Блокировка света за пределами порталов более предсказуемо снижает уровень шума для сцен только внутри помещения. Пример данных режимов на рисунке 5.4.33.

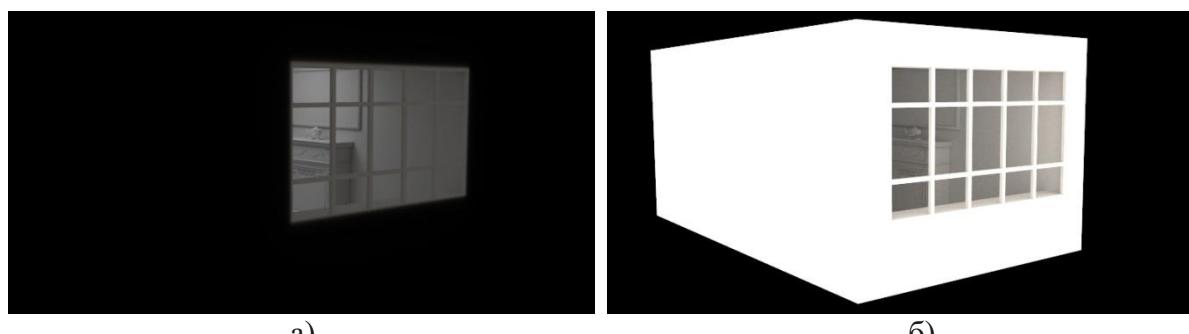


Рисунок 5.4.33 – Режим портала (Portal Mode): а) только интерьер (Interior Only); б) интерьер/экстерьер (Interior/Exterior)

Множители влияния (Contribution) для небесного купола (Skydome):

Камера (Camera). По умолчанию свет небесного купола виден непосредственно в качестве фона. Снижение влияния света лучей камеры делает их невидимыми для камеры и делает фон прозрачным.

Пропускание света (Transmission) – это масштабирование по свету для пропускания света. Значение нужно оставить равным 1 для получения физически точных результатов.

Использование AOV непрямого света (AOV Indirect). По умолчанию небесный купол (Skydome Light) выводит AOV прямого света.

Небесный купол (Skydome) не будет работать с объемным светом. Следует использовать обычные источники света, которые имеют определенное расположение и размер, и с затуханием в виде квадратичной инверсии.

5.5. Освещение сцены

Важным этапом при создании фотorealистичной 3D-визуализации является точная расстановка источников света в сцене и точная их настройка. Именно выбор тона света и уровня яркости, настройка источников света позволяет получить необходимую мягкость теней и достичь того, чтобы визуализированное изображение было как фотография.

Для объектной визуализации в сцене на примере ниже были использованы три разных источника света. Все они имеют холодный цвет. У источников освещения также настроено одинаковое количество выборок (Light Samples=5).

Один из источников освещения создает имитацию лампочки в комнате на потолке, он создан с помощью источника света точечного типа (Point Light), свет которого настроен с оттенком голубого цвета с помощью предустановки (Preset: Daylight(6500k)).

Второй источник света имитирует свет, падающий от настольной лампы, для него подобран цилиндрический тип (Cylinder Light), для его света подобран теплый оттенок цвета.

Третий источник освещения создан для того, чтобы создать луч, который интенсивно направлен на шкаф. Это источник направленного типа света (Spot Light) с настроенным параметром температуры Кельвина (Kelvin=9000K).

Расположение в сцене и настройки источников света представлены на рисунке 5.5.1.

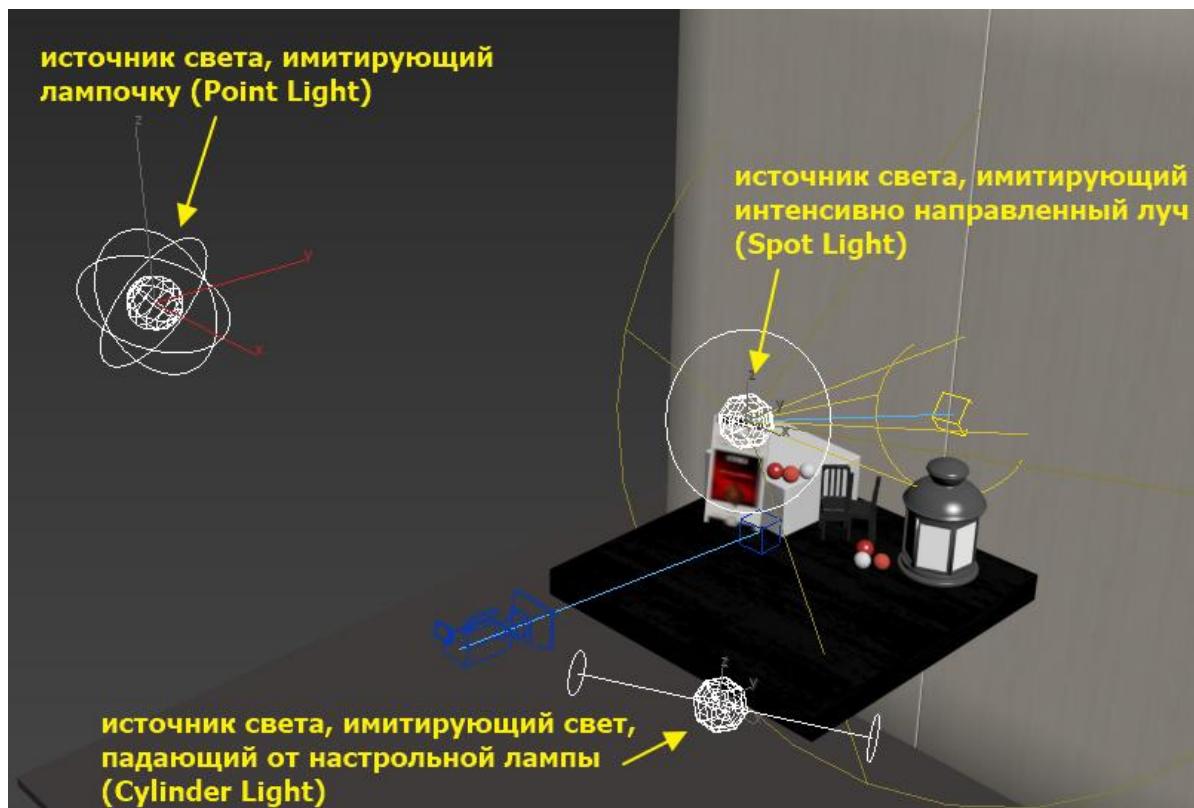


Рисунок 5.5.1 – Пример расположения источников света в сцене

Сначала нужно сделать расстановку и настройку всех источников света в сцене (до настройки материалов), оценивая при этом визуализацию из камеры.

Чтобы правильно настроить тени, всем объектам сцены нужно назначить один и тот же серый материал без отражений. При необходимости можно подстроить настройки визуализатора. После того, как удалось достичь правильных теней, можно приступать к настройке материалов.

5.6. Вопросы для самоконтроля

1. Для каких источников света и какими их параметрами можно управлять мягкостью теней?
2. Какие параметры источника света и их настройки влияют на качество теней?
3. Выберите и охарактеризуйте два любых источника света как схожесть с физическими источниками (например: похожесть на солнце).
4. По каким видам можно разделить визуализацию в зависимости от способа освещения?
5. Опишите на собственных примерах, как можно использовать цветовую температуру для источника освещения (необходимо знать, что такое цветовая температура).
6. Покажите на практическом примере, как настройки освещения в сцене влияли на длительность визуализации?

6 БАЗОВЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ. СОЗДАНИЕ ПРОСТЫХ МАТЕРИАЛОВ (ARNOLD)

6.1. Базовые свойства материалов

Материал (Material) – это программа, которая используется в трёхмерной графике для определения окончательных параметров объекта или изображения, может включать в себя описание поглощения и рассеяния света, отражения и преломления, затенение, смещение поверхности, наложение текстуры и множество других параметров. Если взять в качестве примера любой материал (на рисунке 6.1.1 показаны референсы разных материалов), то этот материал можно разложить на указанные компоненты (цвет и оттенки цвета, рассеяние света, наличие блика, свойства отражения и т.д.), чтобы создать его изображение в трехмерной среде. Для вычислений нужных параметров материал использует шейдер, и доступные для этого материала параметры зависят от того, какой именно шейдер используется.

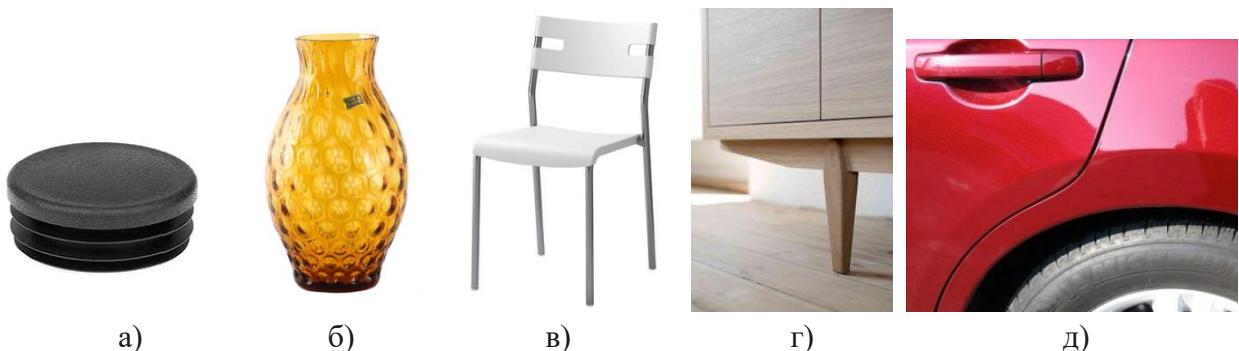


Рисунок 6.1.1 – Примеры референсов разных материалов: а) черный матовый пластик; б) желтое стекло; в) хром и белый пластик; г) фактура дерева; д) окрашенная поверхность

Шейдер (англ. Shader – «затеняющий») – компьютерная программа, которая предназначена для исполнения на процессоре видеокарты (GPU). Шейдер представляет собой небольшой скрипт, который содержит математические вычисления и алгоритмы для расчета цвета каждого отображаемого пикселя на основе входного освещения и конфигурации материала. Такие программы потому и называются шейдерами («затенителями»), потому что их часто используют для управления эффектами освещения и затенения, но ничто не мешает использовать их и для других эффектов.

Материал иногда называют шейдером (или главным шейдером), если свойства этого материала в трехмерной среде получены с помощью вычислений скриптом шейдера. Программы, которые обращаются напрямую к процессорам видеокарты (GPU), являются шейдерами. Есть другие программы, которые вычисляют свойства материала через процессор (CPU), их уже нельзя назвать шейдерами.

Параметры, доступные для материала, зависят от того, какой шейдер использует материал.

По степени сложности создания материала материалы могут быть как простыми, так и сложными.

Простым называется материал, который можно создать на основе его физических свойств, используя базовые настройки стандартного материала (без использования текстурных и процедурных карт). Преимущество простых материалов в том, что некоторые из них можно использовать для моделей с разной топологией, но не все.

Сложный материал создается с использованием текстурных и процедурных карт, которые подчеркнут индивидуальные особенности базовых настроек стандартного материала (иногда их настраивают индивидуально под объект), могут содержать в себе сразу несколько слоев из нескольких материалов, имеют сложную вложенную структуру карт как для одного канала базовых настроек, так и для нескольких.

Текстуры – это растровые изображения. Материал может содержать ссылки на текстуры, чтобы шейдер материала мог использовать текстуры при вычислении цвета поверхности. Например, в дополнение к базовому цвету (диффузный цвет) поверхности, текстуры могут представлять многие другие аспекты поверхности материала, такие как его отражательная способность или шероховатость.

Процедурная карта – это растровое изображение, которое рассчитано с помощью математических алгоритмов. Процедурную карту тоже иногда называют шейдером, если она работает с процессорами видеокарты.

На рисунке 6.1.2 показано, как различать некоторые свойства поверхности материала.

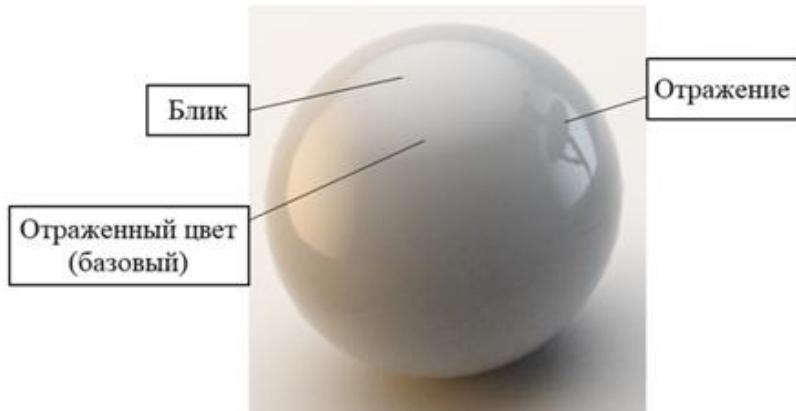
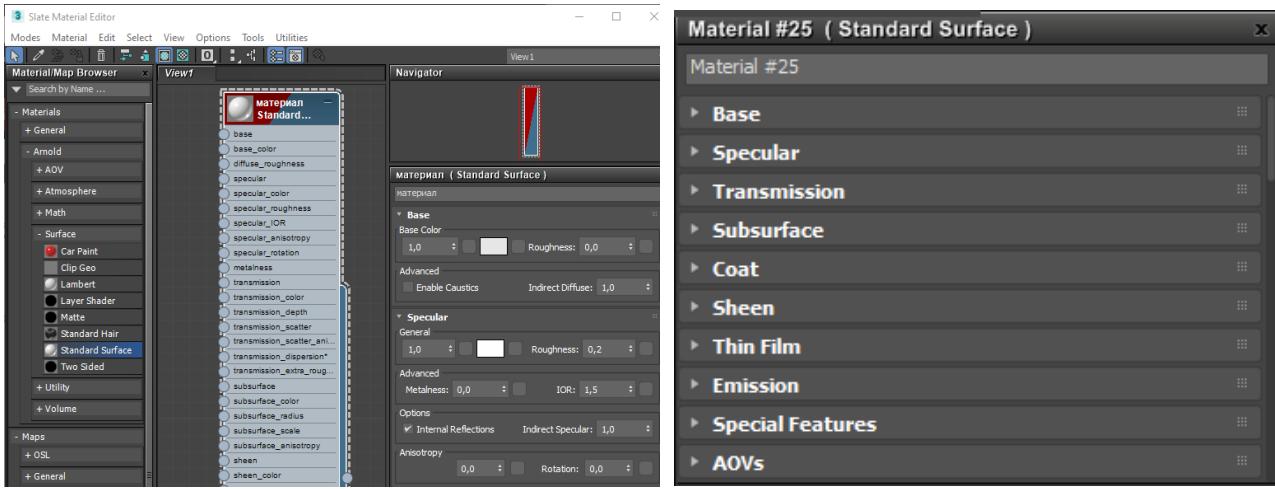


Рисунок 6.1.2 – Некоторые свойства поверхности материала

По свойствам можно разделить материалы на следующие группы: металлы (золото, серебро, железо, автомобильная краска), прозрачные и полупрозрачные материалы (стекло, вода, мёд, мыльный пузырь), с подповерхностным рассеиванием (кожа, мрамор, воск, бумага, листья), тонкостенные (бумага, листья, мыльный пузырь).

Далее будут рассмотрены базовые параметры материалов и соответствующие им настройки.

На рисунке 6.1.3 приведены параметры для созданного стандартного материала Арнольда (Standard Surface), настройки выставлены по умолчанию. При создании материала нужно сразу задать ему имя, отражающее его суть. Имена материалов позволяют легче ориентироваться, особенно когда материалов несколько или если они схожие по своим свойствам.



a)

б)

Рисунок 6.1.3 – Стандартный материал Арнольда (Standard Surface): а) вид при его создании в редакторе материалов; б) список основных настроек

Все параметры стандартного материала Арнольда (Standard Surface) раздelenы на несколько групп (рисунок 6.1.3,б): базовый цвет (Base), настройки отражений (Specular), настройки пропускания (Transmission), подповерхностное рассеяние (Subsurface), покрытие (Coat), сияние (Sheen), тонкая пленка (Thin Film), эмиссия (Emission), спец.функции (Special Features), внешние (AOVs). Настройки в каждой из этих групп последовательно рассмотрены ниже.

Настройки базового цвета (Base).

Базовый цвет (англ. diffuse – рассеивание, или диффузный цвет) – это основной цвет, определяющий цвет материала (один из его главных параметров). Например, для хрома базовым цветом будет серый (с конкретными значениями по RGB), для золота – желто-оранжевый (с конкретными значениями по RGB) и т.п. Принцип отражения лучей при расчете базового цвета (Base) и отражений (Specular) показаны на рисунке 6.1.4.

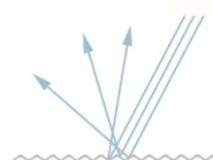


Рисунок 6.1.4 – Принцип отражения лучей при расчете базового цвета (Base)

Прежде всего будут рассмотрены параметры базового цвета (его также называют диффузным, или отраженным цветом). Соответствующие настройки приведены на рисунке 6.1.5.

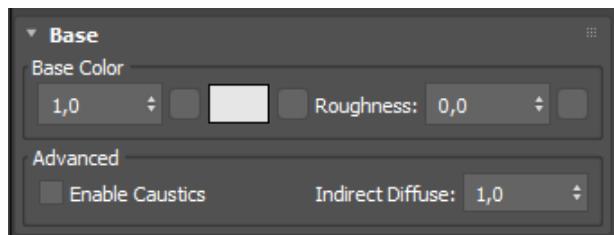


Рисунок 6.1.5 – Группа настроек базового (или диффузного) цвета (Base)

Базовый вес (Base). Значение базового веса может быть разным в зависимости от материала. Также этот коэффициент часто называют Альбедо – это характеристика диффузной отражательной способности материала. Существуют таблицы, в которых собраны и представлены с физической точки зрения коэффициенты поглощения основного цвета. Эти таблицы являются больше вспомогательным инструментом, и при настройке материала точное значение из этой таблицы не всегда приведет к нужному результату, хотя эти значения будут близкими, т.е. можно отталкиваться от них в начале настройки материала. Пример визуализации материала с разными значениями базового веса цвета приведен на рисунке 6.1.6.

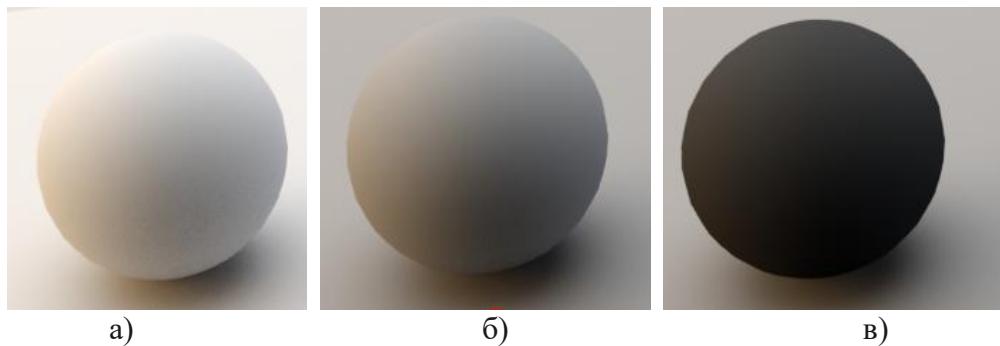


Рисунок 6.1.6 – Визуализация с разными значениями базового веса (Base) цвета: а) 1; б) 0,5; в) 0,1

Базовый цвет (Base Color). Базовый цвет показывает, каким цветом будет отражать поверхность материала при использовании источника света с белым свечением (рисунок 6.1.7). Здесь нужно помнить, что не все материалы имеют базовый цвет. Например, зеркало не имеет базового цвета, так как в идеале у него стопроцентное отражение от поверхности.

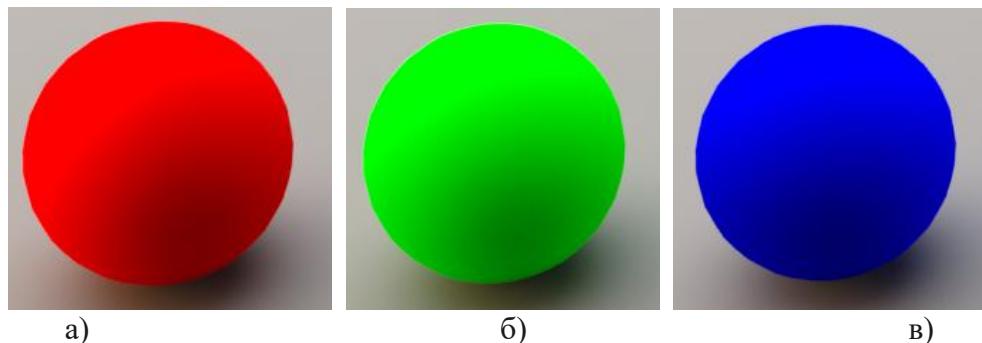


Рисунок 6.1.7 – Визуализация с разными значениями базового цвета (Base Color): а) R1,0 G0,0 B0,0 (красный); б) R0,0 G1,0 B0,0 (зеленый); в) R0,0 G0,0 B1,0 (синий)

Шероховатость базовой поверхности для отраженного цвета (Diffuse Roughness). Значение 0,0 сравнимо с отражением Ламберта. Закон Ламберта – это физический закон, согласно которому яркость идеально рассеивающей свет поверхности одинакова во всех направлениях. При увеличении шероховатости рассеивание будет уже не идеальным и будет напоминать материалы с шероховатой поверхностью, такие как бетон или штукатурка. Влияние настроек шероховатости

ховатости базовой поверхности для отраженного цвета показано на рисунке 6.1.8.

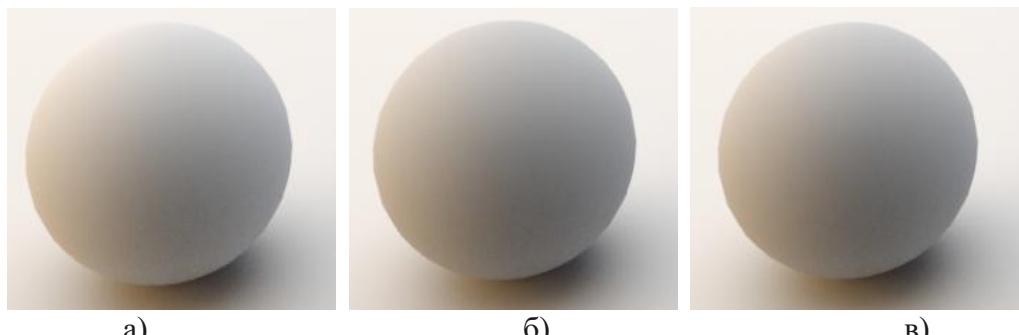


Рисунок 6.1.8 – Визуализация с разными значениями шероховатости базовой поверхности для отраженного цвета (Diffuse Roughness): а) 0; б) 0,5; в) 1,0

Ненаправленное (диффузное) рассеянное освещение (Indirect Diffuse). Дан-
ный параметр будет отслеживать луч относительно фона среды. При макси-
мальном значении этого коэффициента поверхность материала будет возвра-
щать цвет, который виден на фоне (пример визуализации на рисунке 6.1.9).

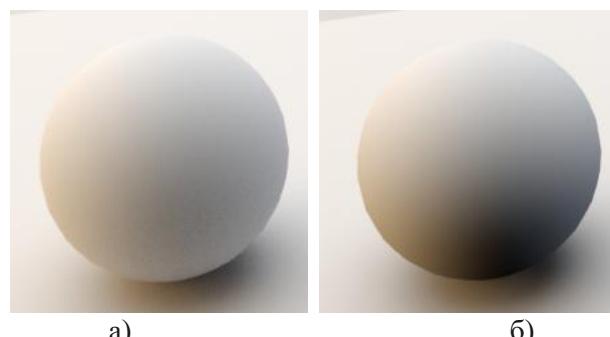


Рисунок 6.1.9 – Визуализация с разными значениями ненаправленного рассеянного
освещения (Indirect Diffuse): а) 1,0; б) 0,0

Настройки отражений (Specular) – это группа параметров, отвечающих за
отражающие свойства материала, настройки приведены на рисунке 6.1.10.

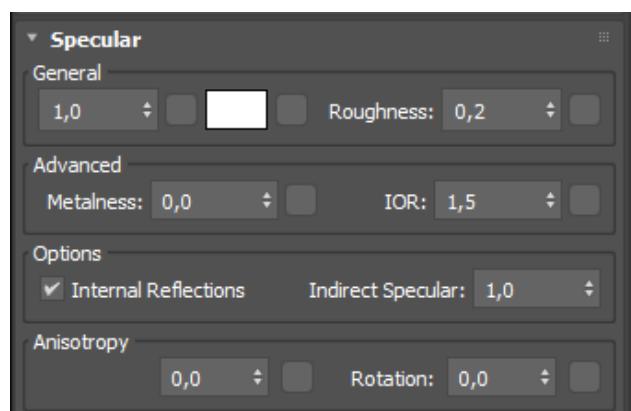


Рисунок 6.1.10 – Группа настроек отражений (Specular)

Коэффициент степени отражения (Specular Weight) влияет на яркость зеркального блика и на отражение в целом. При минимальных значениях материал выглядит матовым, при максимальных – зеркальным. Результат визуализации с разными коэффициентами степени отражения приведен на рисунке 6.1.11.



Рисунок 6.1.11 – Визуализация с разными значениями коэффициента степени отражения (Specular Weight): а) 0; б) 0,5; в) 1,0

Цвет блика (Specular Color). Цвет блика используется для того, чтобы подкрасить блики. В основном это свойство необходимо для металлов. Неметаллические объекты не имеют цветного отражения, а имеют монохромный зеркальный цвет. Пример визуализации материала с цветом блика представлен на рисунке 6.1.12.



Рисунок 6.1.12 – Визуализация с разными значениями цвета блика (Specular Color): а) белый цвет; б) красный цвет

Шероховатость отражающей поверхности (Specular Roughness) управляет тем, что определяет насколько сильным будет зеркальное отражение или насколько сильно глянцевое. Чем выше данный параметр, тем выше будет размытость бликов на поверхности. Пример визуализации с разными значениями шероховатости отражающей поверхности приведен на рисунке 6.1.13.



Рисунок 6.1.13 – Визуализация с разными значениями шероховатости отражающей поверхности (Specular Roughness): а) 0; б) 0,5; в) 1,0

Металлическое отражение (Metalness) имитирует металл, используя полное зеркальное отражение по Френелю (по имени французского физика). Закон Френеля гласит: чем больше угол падения луча, тем интенсивнее отраженный луч. Например, если человек стоит по пояс в воде и смотрит непосредственно вниз, то он видит дно, но если его взгляд устремляется вдаль, то он уже видит на поверхности блики и отражения. Для настройки материала это значит, что максимальное отражение будет в том месте, где взгляд проходит максимально близко к касательной к поверхности материала. Пример визуализации с различными значениями металлического отражения приведен на рисунке 6.1.14.

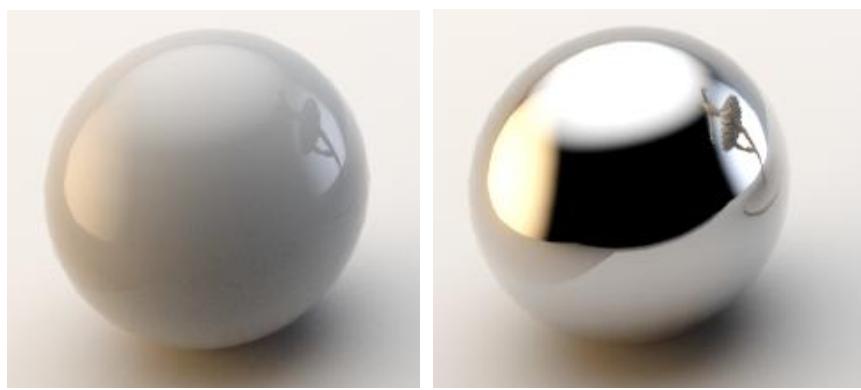


Рисунок 6.1.14 – Визуализация с разными значениями металлического отражения (Metalness): а) 0,0; б) 1,0

При создании материала металла помимо этого параметра необходимо также учитывать следующие параметры: базовый цвет (Base Color) и цвет отражения и (Specular Color).

Коэффициент преломления для отражений (IOR Specular) определяет коэффициент отражения Френеля. Данный параметр определяет, насколько будет сильнее разница между отражениями на той части поверхности, которая обращена к наблюдателю, и на краях этой поверхности. На рисунке 6.1.15 приведены примеры визуализации с различными значениями коэффициента преломления для отражений (IOR Specular).

При высоком значении данного коэффициента можно получить свойства, присущие металлам. Но если для создания материала металла нужно использовать текстуру, то лучше подгружать её в канал металлического отражения (Metalness), а не в канал коэффициента преломления (IOR). Это связано с тем, что диапазон настройки металлического отражения варьируется от 0 до 1, а коэффициента преломления – от 0 до 999, хотя для коэффициента преломления рабочим является диапазон от 1 до 80. Т.е. в этом случае сложнее создать текстуру с нужными для материала коэффициентами.

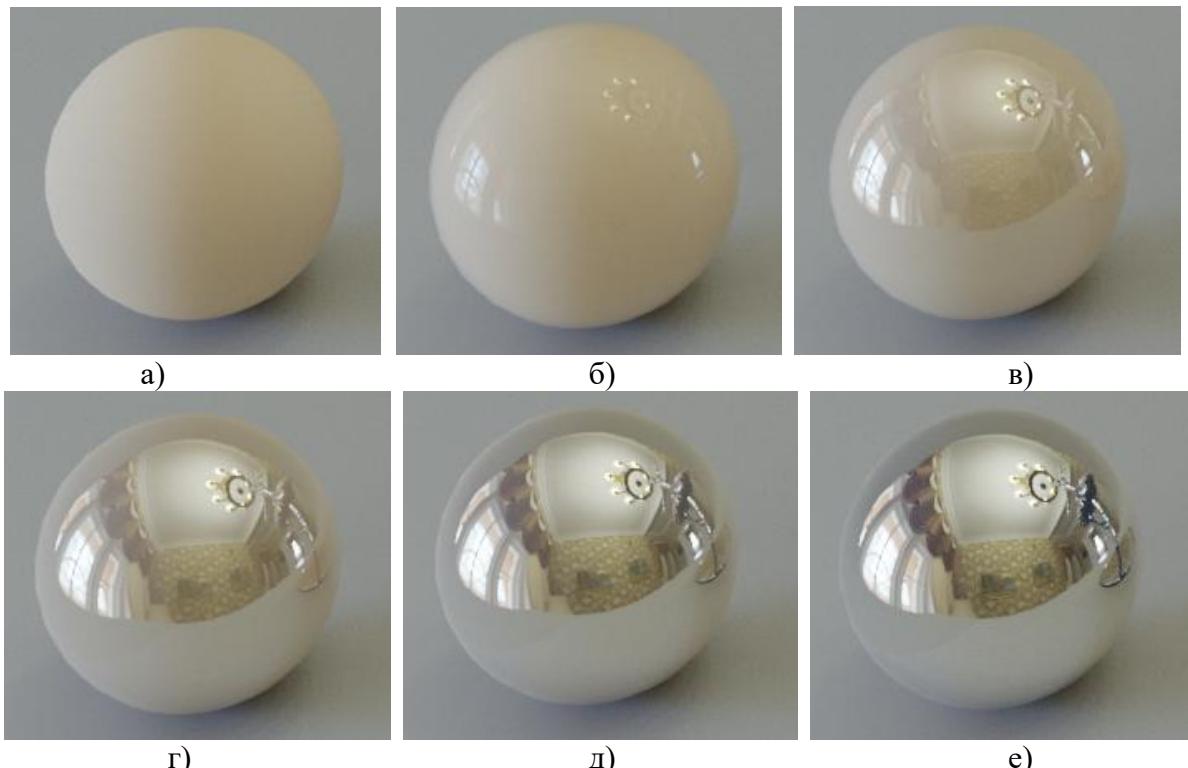


Рисунок 6.1.15 – Визуализация с разными значениями коэффициента преломления для отражений (IOR Specular): а) 1,0; б) 1,5; в) 3,5; г) 10,0; д) 25,0; е) 50,0

Внутренние отражения (Internal Reflections). Наличие данного параметра отключит вычисления косвенного зеркального и зеркального отражения, при условии присутствия глубинных лучей преломления (refraction ray depth). Пример влияния параметра на рисунке 6.1.16.

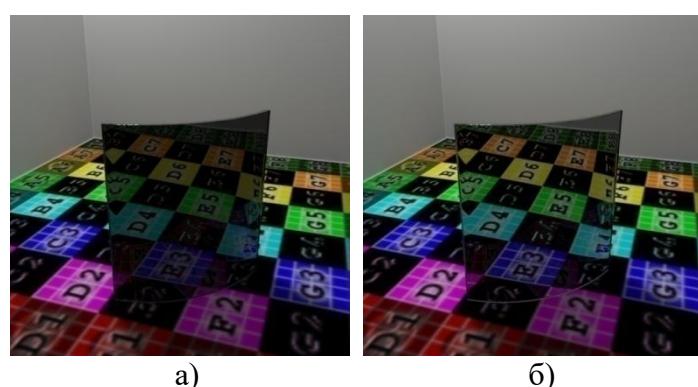


Рисунок 6.1.16 – Визуализация с наличием внутреннего отражения (Internal Reflections): а) включено; б) выключено

Косвенное отражение, или ненаправленное рассеянное отражение (Indirect Specular) – это величина зеркальности, полученная только из косвенных источников освещения. Уменьшение значения меньше 1,0 приведет к тому, что материал будет меньше отражать окружение. Пример на рисунке 6.1.17.

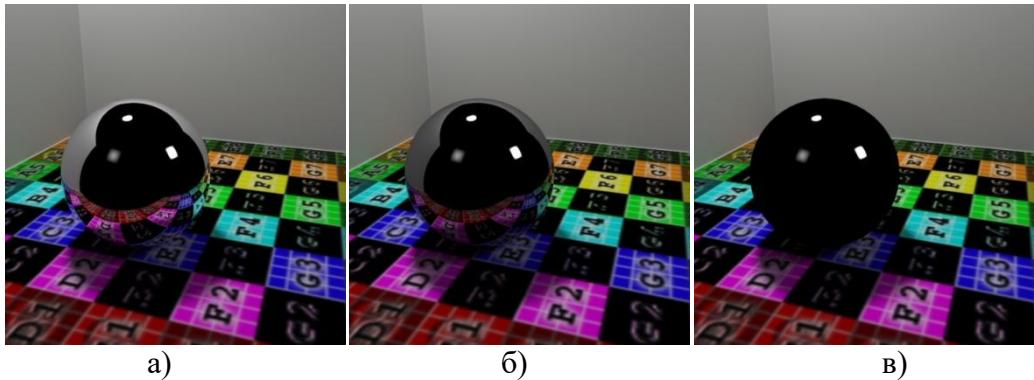


Рисунок 6.1.17 – Визуализация с разными значениями ненаправленного рассеянного отражения (Indirect Specular): а) 1,0; б) 0,5; в) 0,0

Анизотропия (Anisotropy) – это свойство отражать или пропускать свет с учётом отклонения по направлению и с учетом геометрии объекта, что заставляет материалы казаться более шероховатыми или более глянцевыми на определенных направлениях (примеры анизотропии приведены рисунке 6.1.18). Анизотропные блики свойственны для металлических поверхностей перпендикулярно направлению их шлифовки.

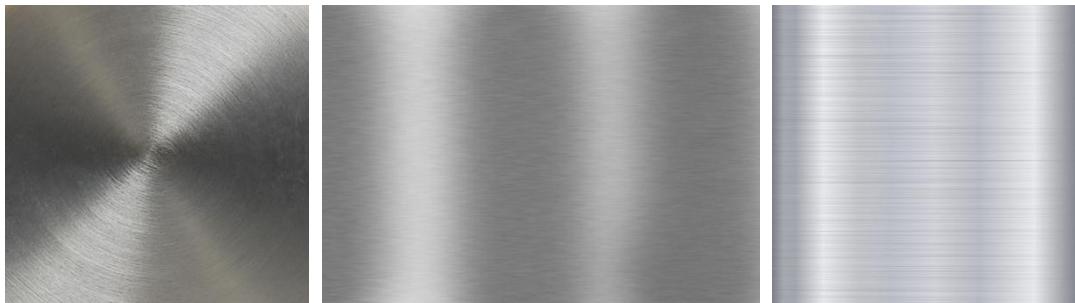


Рисунок 6.1.18 – Примеры анизотропных бликов на металлических шероховатых поверхностях

Анизотропные блики (Specular Anisotropy) – это параметр, отвечающий за создание анизотропных бликов, по умолчанию его значение равно 0. Это значит, что объект является изотропным (т.е. его физические свойства одинаковы во всех направлениях). При смещении настройки в сторону единицы поверхность становится более анизотропной в направлении U-координат.

В трехмерной графике при расчете больших значений анизотропии будет играть роль топология (т.е. не только геометрическая форма, но и строение сетки) объекта. На рисунке 6.1.19 ниже приведены примеры значений анизотропии для материала металла, примененного к примитиву сфера (Sphere).

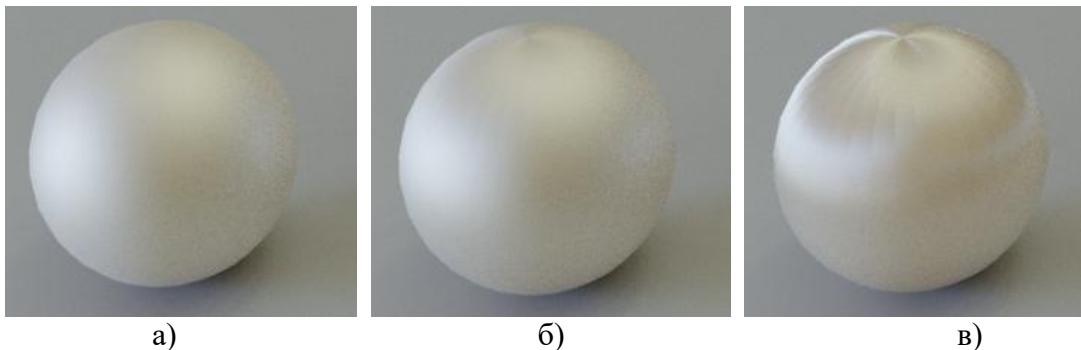


Рисунок 6.1.19 – Визуализация с разными значениями анизотропных бликов (Specular Anisotropy): а) 0,0; б) 0,4; в) 0,9

Если при визуализации материала при высоких значениях анизотропии на объекте проявляются блики вдоль рёбер сетки (на рисунке 6.1.19 это заметно при значении 0,9), то в свойствах объекта необходимо установить значение параметра сглаживания (Subdivision) больше 1, но следует учитывать, что при больших значениях (больше 3) сильно может увеличиться время расчета визуализации (Rendering Time). Пример влияния параметра сглаживания приведен (Subdivision) на рисунке 6.1.20.

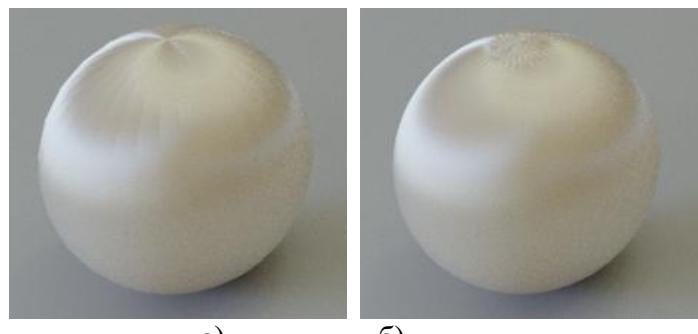


Рисунок 6.1.20 – Визуализация при разном значении параметра сглаживания объекта (Subdivision): а) 0; б) 2

Поворот бликов анизотропии (Specular Rotation). Этот параметр изменяет ориентацию анизотропной отражательной способности в UV-координатах. Максимальный поворот возможен на 180 градусов (т.е. значение 0 – нет поворота, значение 1 – поворот на 180 градусов). На рисунке 6.1.21 приведен пример визуализации с разными значениями поворота бликов анизотропии.



Рисунок 6.1.21 – Визуализация с разными значениями поворота бликов анизотропии (Specular Rotation): а) 0,0; б) 0,3; в) 0,9

Группа параметров пропускания (Transmission) будет рассмотрена следующей. Этот набор настроек позволяет создавать прозрачные или полупрозрачные материалы (контроль прозрачности материала и количества рассеянного света). Соответствующие настройки приведены на рисунке 6.1.22.

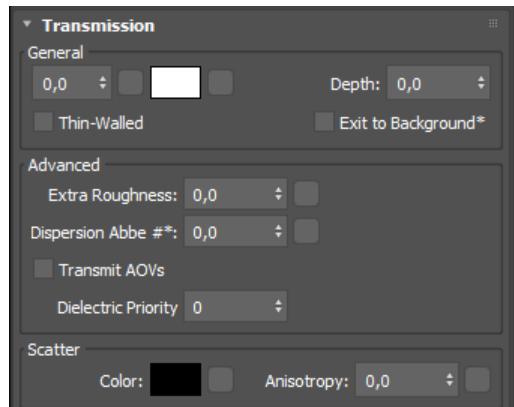


Рисунок 6.1.22 – Группа настроек пропускания (Transmission)

Коэффициент пропускания света (Transmission Weight) регулирует количество света, рассеиваемое через поверхность для таких материалов, как стекло или вода. Пример влияния этого коэффициента показан на рисунке 6.1.23.

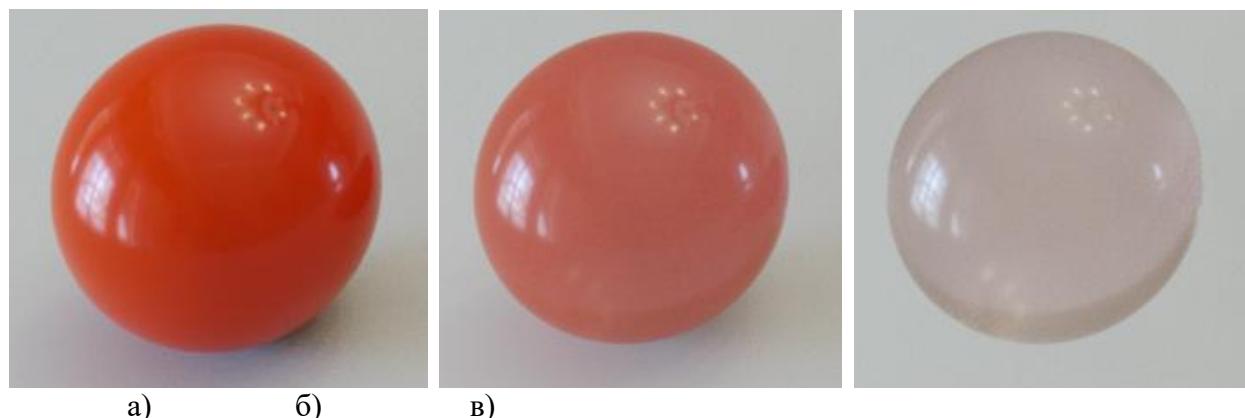


Рисунок 6.1.23 – Визуализация с разными значениями коэффициента пропускания света (Transmission Weight): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Цвет рассеянного света (Transmission Color). Данный параметр фильтрует рефракцию в соответствии с расстоянием, пройденным преломленным лучом. Чем дальше свет проходит внутри объекта, тем больше на него влияет цвет рассеянного света (Transmission Color). Этот эффект экспоненциальный и рассчитывается по закону Бера-Ламберта. Закон Бера-Ламберта связывает затухание света со свойствами материала, через который двигается свет. Визуализация материала с разными значениями цвета рассеянного света представлена на рисунке 6.1.24.

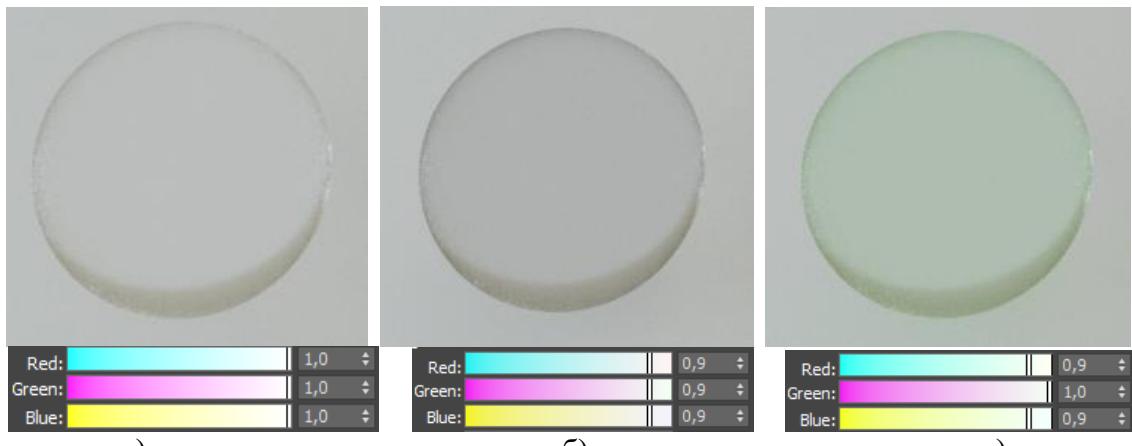


Рисунок 6.1.24 – Визуализация с разными значениями цвета рассеянного света (Transmission Color): а) R1,0 G1,0 B1,0 (белый); б) R0,9 G0,9 B0,9 (серый 10%); в) R0,9 G1,0 B0,9 (зеленый 10%)

Если при визуализации материала видно черноту там, где должна быть прозрачность, возможно, установлено недостаточно высокое значение глубины преломления лучей (Transmission Ray Depth). Этот параметр находится в разделе настроек визуализатора (см. раздел 4.3 Базовые настройки визуализатора Арнольд), для рисунка 6.1.24 значение глубины преломления (Transmission Ray Depth) составляло 8.

Глубина преломления (Transmission Ray Depth) – это параметр, который управляет глубиной рассеяния света в объеме, на которой реализуется передача цвета. Увеличение этого значения делает объем меньше, что означает меньшее поглощение и рассеивание света. Это масштабный коэффициент, так что сначала надо установить цвет рассеянного света (Transmission Color), а затем настроить величину глубины (Transmission Depth), подходящую для размера объекта. Пример зависимости визуализации от глубины преломления приведен на рисунке 6.1.25.



Рисунок 6.1.25 – Зависимость визуализации от глубины преломления (Transmission Ray Depth): а) Transmission Ray Depth = 1; б) Transmission Ray Depth = 4; в) Transmission Ray Depth = 8

Глубина рассеивания (Transmission Depth) зависит от масштаба сцены и может существенно повлиять на вид конечной визуализации (пример на рисунке 6.1.26). Если не виден эффект глубины рассеивания (Transmission Depth), то, возможно, нужно проверить размер сцены. Чтобы избежать подобных ситуа-

ций, рекомендуется моделировать все объекты сцены в реальном масштабе (т.е. именно таких размеров, какие они в жизни, и при правильно выставленных настройках единиц измерения в сцене).

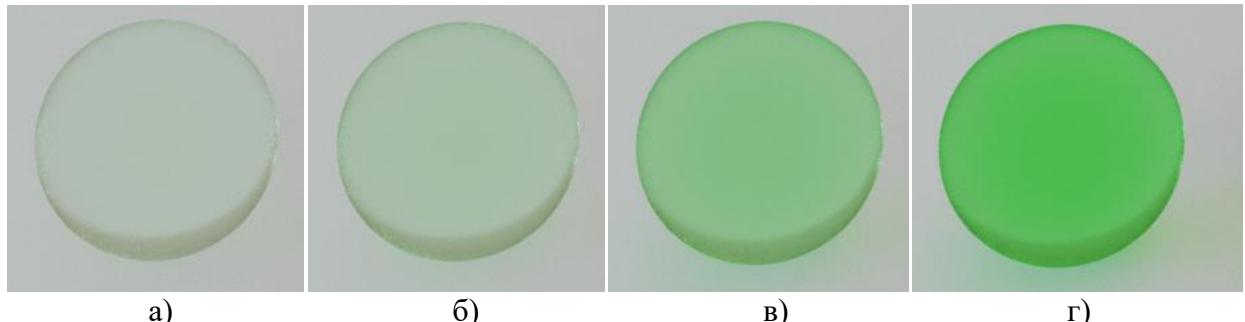


Рисунок 6.1.26 – Визуализация с разными значениями глубины рассеивания света (Transmission Depth) для шарика с диаметром 200 миллиметров: а) 100; б) 50; в) 20; г) 10

Тонкостенный объект (Thin-Walled). Параметр идеально подходит для имитации тонких (односторонних) объектов, например мыльных пузырей. Также он может обеспечить эффект полупрозрачного объекта, освещенного сзади (например, тонкий лист бумаги). Рекомендуется использовать его только для тонкостенных объектов (односторонняя геометрия), поскольку объекты с толщиной могут отображаться некорректно. На рисунке 6.1.27 представлен пример визуализации объекта с односторонней геометрией (типа плоскости).

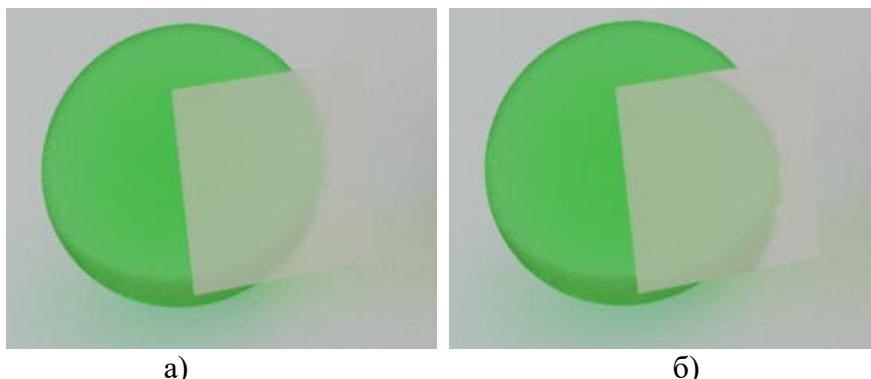


Рисунок 6.1.27 – Визуализация односторонней геометрии типа плоскость (Plane), где эффект тонкостенного объекта (Thin-Walled): а) включен (Thin-Walled = on); б) выключен (Thin-Walled = off)

Дополнительная шероховатость (Extra Roughness) добавляет некоторую дополнительную размытость рефракции, вычисленной с помощью изотропной микрофасетки BSDF (Bidirectional Scattering Distribution Function) – функция распределения двунаправленного рассеяния. Она описывает, как свет рассеивается от поверхности. Диапазон составляет от -1 до 1, где 0 означает отсутствие шероховатости. Общая шероховатость объекта в преломлениях (Transmission Roughness) = шероховатость в отражениях (Specular Roughness) + дополнительная шероховатость в преломлениях (Transmission Extra Roughness). На рисунке 6.1.28 на примере модели балерины продемонстрировано влияние этого параметра.



Specular Roughness=0,5 Specular Roughness=0,5 Specular Roughness=0,1 Spec. Roughness=0,1
 Extra Roughness=0 Extra Roughness=1 Extra Roughness=0 Extra Roughness=1
 а) б) в) г)

Рисунок 6.1.28 – Визуализация с разными значениями параметров шероховатости в отражениях (Specular Roughness) и в преломлениях (Transmission Extra Roughness)

Дисперсия Аббе (Dispersion Abbe) определяет *число Аббе* материала, которое описывает, насколько показатель преломления изменяется в зависимости от длины волны. Для алмазов и стекла это число обычно находится в диапазоне от 10 до 70, причем меньшие числа дают большую дисперсию. Значение по умолчанию равно 0, что отключает дисперсию. Хроматический шум можно уменьшить, увеличив либо параметр сглаживания (Camera (AA)), либо значения преломления (Refraction Samples) в настройках визуализатора. Данный параметр трудозатратный и может сильно увеличить время визуализации. Пример визуализации полигональной модели с разными значениями дисперсии Аббе для материала приведен на рисунке 6.1.29.

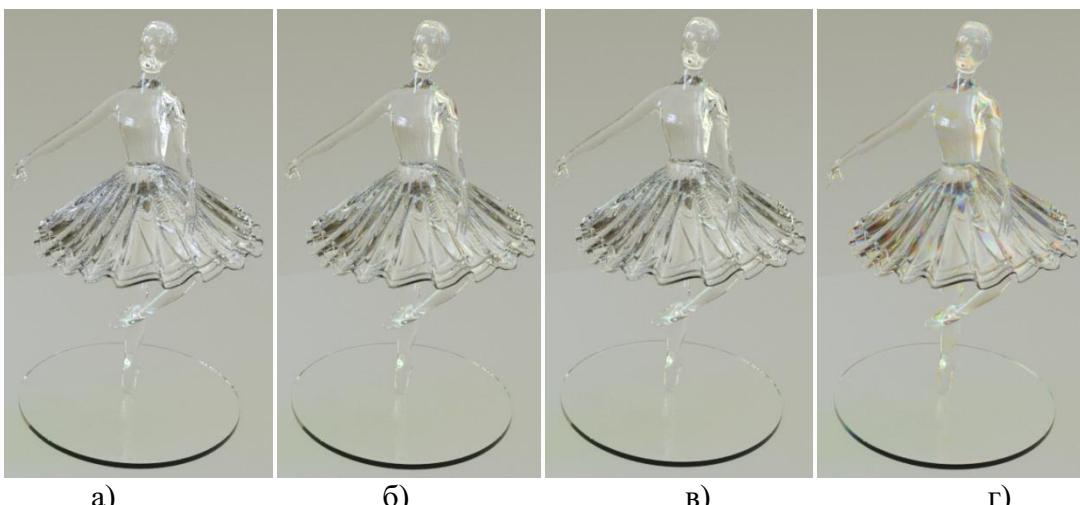


Рисунок 6.1.29 – Визуализация с разными значениями дисперсии Аббе (Dispersion Abbe):
 а) 0; б) 10; в) 70; г) 1

Рассеяние (Scatter) – рассеяние лучей на поверхности объекта.

Цвет дисперсной среды (Transmission Scatter Color). Параметр находится в группе рассеяние (Scatter) и подходит для создания материала любой жидкости,

которая достаточно густая, либо там, где её достаточно для видимого рассеяния (например сок или мёд). Визуализация данного параметра на рисунке 6.1.30.

Важно! Чтобы рассеяние работало, нужно отключить непрозрачность (Opaque) для геометрии.

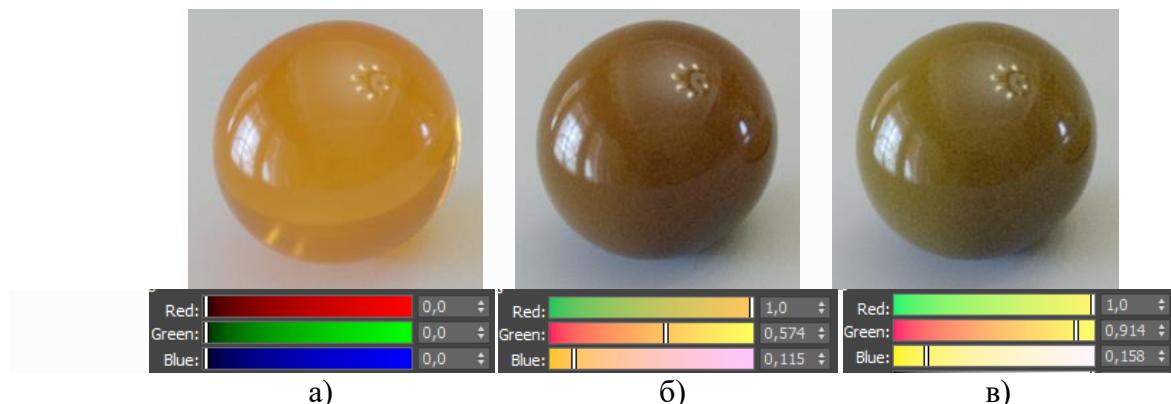


Рисунок 6.1.30 – Визуализация с разными значениями цвета дисперсной среды (Transmission Scatter Color): а) R0,0 G0,0 B0,0 (черный); б) R1,0 G0,574 B0,115 (светло-оранжевый); в) R1,0 G0,914 B1,158 (светло-желтый)

Анизотропия дисперсной среды (Scatter Anisotropy) – направленный сдвиг, или анизотропия рассеяния. Значение по умолчанию равно нулю, что дает изотропное рассеяние, так что свет распространяется равномерно во всех направлениях. Положительные значения смещают эффект рассеяния вперед, в направлении света, тогда как отрицательные значения смещают рассеяние назад, к источнику света. Пример визуализации на рисунке 6.1.31.

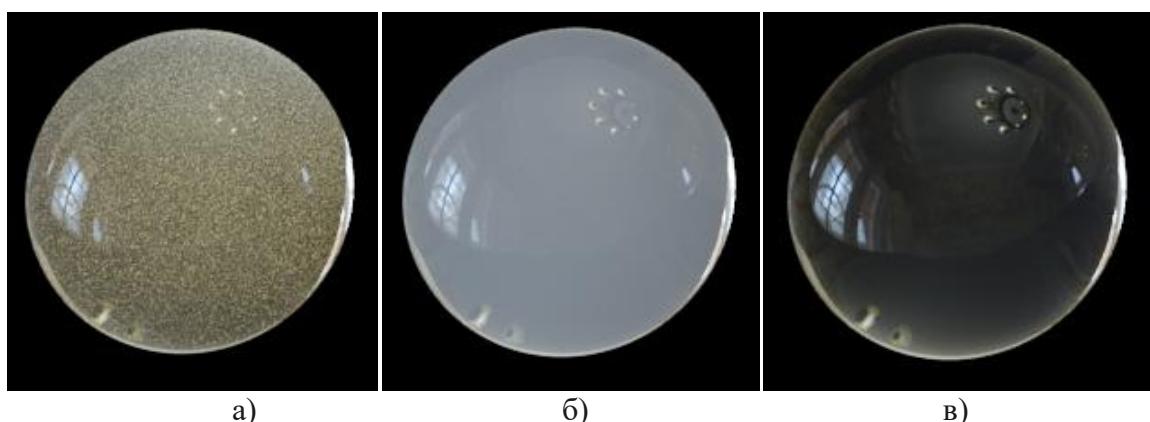


Рисунок 6.1.31 – Визуализация с разными значениями анизотропии дисперсной среды (Scatter Anisotropy): а) -0,9; б) 0,0; в) 0,9

Тонкая пленка (Thin Film).

Данный параметр воспроизводит эффект интерференции тонкой (радужной) пленки на поверхности. Он может использоваться для таких материалов, как многотонная автомобильная краска, обожженный хром или светоотражающее покрытие на жуке. Различные цвета тонких (радужных) пленок – результат интерференции двух волн, отражающихся от нижней и верхней поверхностей пленки.

Эффект интерференции заметен только в том случае, если преломлённый свет отражается от поверхности разных сред (например, мыльная пленка на поверхности воды – это две разные среды, т.е. у них разный коэффициент преломления). Схема описания интерференции приведена на рисунке 6.1.32, свиток настроек – на рисунке 6.1.33.

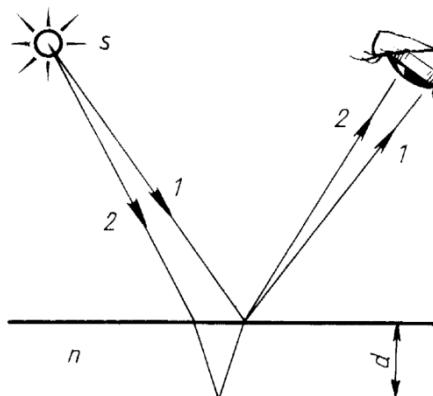


Рисунок 6.1.32 – Схема для описания интерференции: d – толщина пленки, n – среда, 1 – отраженный луч, 2 – преломленный луч



Рисунок 6.1.33 – Свиток настроек тонкой пленки (Thin Film)

Толщина (Thin Film Thickness). Этот параметр определяет фактическую толщину пленки (Thin Film Thickness) между заданной минимальной и максимальной толщиной. Толщина пленки влияет на цвет зеркального отражения. Примеры влияния данного параметра на рисунках 6.1.34 и 6.1.35.

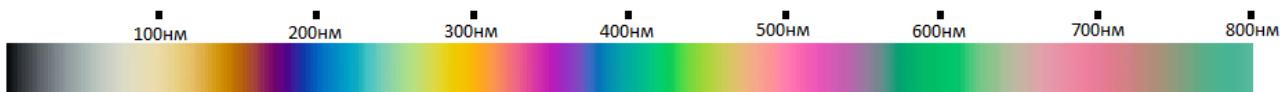


Рисунок 6.1.34 – Зависимость цвета от толщины тонкой (радужной) пленки (thin film)

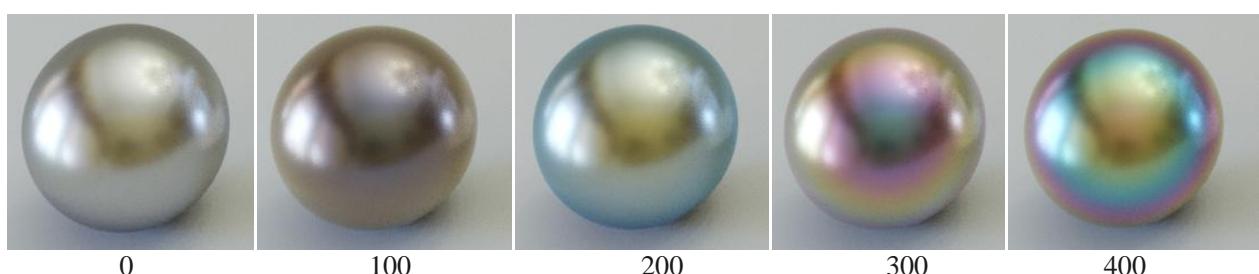


Рисунок 6.1.35 – Примеры зависимости цвета поверхности на объекте с материалом матового металла (в данном материале коэффициент преломления очень высокий) и от толщины тонкой (радужной) пленки (Thin Film) с коэффициентом преломления (IOR) равным 1,5.

Чтобы избавиться от шумов в отражениях, нужно в настройках визуализации поднять количество выборок (Samples) хотя бы до 3 и значение глубины переотражения также увеличить от 2 до 3.

Coat (Покрытие). Это своего рода слой в виде тонкой пленки покрытия, он больше напоминает слой лака на поверхности предмета. Примером может служить жирный слой на поверхности тарелки или тонкая защитная пленка ламинации. Свиток параметров для покрытия (Coat) приведен на рисунке 6.1.36.

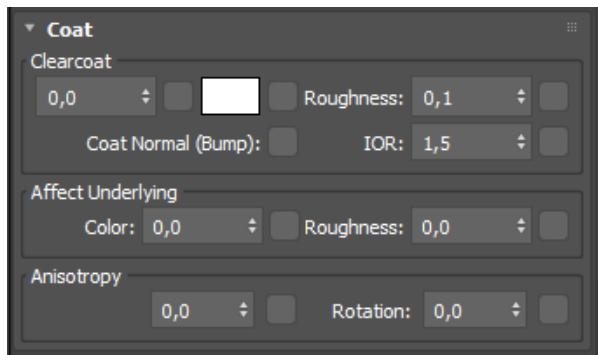


Рисунок 6.1.36 – Параметры покрытия (Coat)

Вес покрытия (Coat Weight) показывает уровень прозрачности слоя, пример визуализации на рисунке 6.1.37.



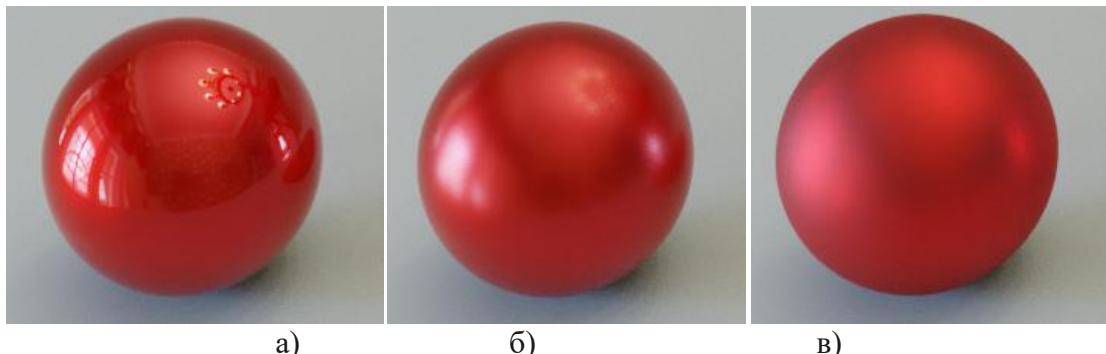
Рисунок 6.1.37 – Визуализация с разными значениями покрытия (Coat): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Цвет покрытия (Coat Color) – это цвет прозрачности слоя покрытия, пример визуализации на рисунке 6.1.38.



Рисунок 6.1.38 – Визуализация с разными значениями цвета покрытия (Coat Color):
а) Weight=0,0 красный; б) Weight=0,5 красный; в) Weight=1,0 красный

Шероховатость покрытия (Coat Roughness) управляет глянцевитостью зеркальных отражений. Пример визуализации на рисунке 6.1.39.



а)

б)

в)

Рисунок 6.1.39 – Визуализация с разными значениями шероховатости покрытия (Coat Roughness) при весе покрытия (Weight)=1,0 для красного цвета: а) шероховатость (Roughness) = 0,0; б) шероховатость (Roughness) = 0,25; в) шероховатость (Roughness) = 0,6

Коэффициент преломления для покрытия (Coat IOR) определяет коэффициент отражения Френеля и работает так же, как и в отражении (Specular).

Подповерхностное рассеивание (Subsurface) используется для создания таких материалов, как кожа, листья, воск и молоко, сок.

Подповерхностное рассеивание (Sub-Surface Scattering (SSS)) имитирует эффект света, попадающего в объект и рассеивающегося под его поверхностью. Свет, который падает на объект, не весь отражается от поверхности. Часть его проникает под поверхность освещенного объекта. Этот проникший под поверхность свет частично поглощается материалом и распределяется внутри, а остальная часть этого рассеянного света вернется за пределы поверхности и станет видимой для камеры.

Настройки для параметра подповерхностного рассеивания (Subsurface) приведены на рисунке 6.1.40.

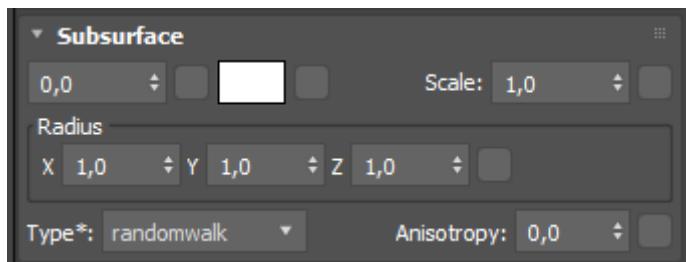


Рисунок 6.1.40 – Параметры подповерхностного рассеивания (Subsurface)

Для модели с этими параметрами необходимо убедиться, что нормали геометрии указывают в правильном направлении.

Коэффициент подповерхностного рассеяния (Subsurface Weight) обеспечивает смешивание диффузного и подповерхностного рассеяния. При значении веса (Subsurface Weight) 1.0 присутствует только подповерхностное рассеяние, а при значении 0 – по Закону Ламберта. Визуализация на рисунке 6.1.41.



а)

б)

в)

Рисунок 6.1.41 – Визуализация с разными значениями коэффициента подповерхностного рассеяния (Subsurface Weight): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Цвет подповерхностного рассеяния (Subsurface Color) используется для определения эффекта подповерхностного рассеяния. Например, копирование материала кожи будет означать настройку его на приоритет красного в цвете.

Влияние показано на рисунке 6.1.42.



Рисунок 6.1.41 – Визуализация с разными значениями цвета подповерхностного рассеяния (Subsurface Color)

Масштаб подповерхностного рассеяния (Subsurface Scale) управляет расстоянием, на которое свет может пройти под поверхностью, прежде чем отразиться обратно. Он определяет радиус рассеяния (Subsurface Radius) и увеличивает его. Визуализация на рисунке 6.1.42.



а)

б)

в)

Рисунок 6.1.42 – Визуализация с разными значениями масштаба подповерхностного рассеяния (Subsurface Scale): а) 0,1; б) 1,0; в) 5,0

Радиус подповерхностного рассеяния (Subsurface Radius) – это приближенное расстояние, на которое свет может рассеиваться под поверхностью. Этот параметр влияет на среднее расстояние, на которое свет может распространяться под поверхностью до обратного рассеяния. Это влияние на расстоя-

ние можно указать для каждой цветовой составляющей отдельно. Более высокие значения сглаживают появление подповерхностного рассеяния, а более низкие значения приводят к более непрозрачному виду. Визуализация на рисунке 6.1.43.

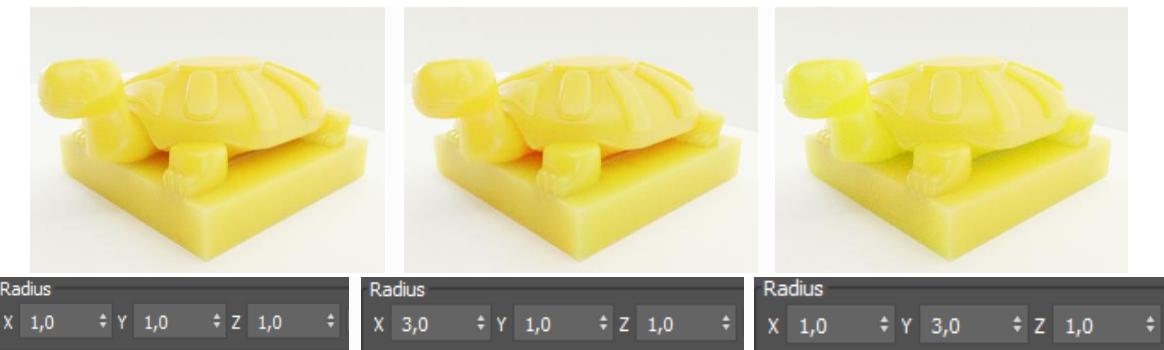


Рисунок 6.1.43 – Зависимость цвета подповерхностного рассеяния от радиуса подповерхностного рассеяния: а) усредненное подповерхностное рассеяние; б) преобладание красной составляющей подповерхностного рассеяния; в) преобладание зеленой составляющей подповерхностного рассеяния

Тип подповерхностного рассеяния (Subsurface Type) определяет, по какому алгоритму будет происходить подповерхностное рассеяние. Доступны 3 типа:

- **Диффузия (Diffusion).** С помощью одного слоя этот параметр может улавливать как детали поверхности, так и глубокое рассеяние. Разработан так, чтобы точно соответствовать характеристикам полного моделирования Монте-Карло (группа численных методов для изучения случайных процессов), оставаясь при этом приближением, которое намного дешевле оценивать, чем полное случайное движение.
- **Случайное блуждание (Randomwalk).** В противоположность эмпирическому методу, основанному на теории диффузии (BSSRDF), метод случайного блуждания фактически отслеживает глубину поверхности с реальным случайным блужданием и не делает никаких предположений о том, что геометрия является локально плоской. Это означает, что он может учитывать анизотропное рассеяние, такое как визуализация объема методом «Грубого просчета» (алгоритм долгий, но точный), и дает гораздо лучшие результаты для вогнутостей и мелких деталей. Он также может быть значительно быстрее при большом радиусе рассеяния (subsurface_radius) (т.е. большой длине свободного пробега) по сравнению с методом «диффузия» (Diffusion). С другой стороны, методом «Случайное блуждание» (Randomwalk) может быть медленнее в плотных средах.
- **Случайное блуждание, вторая версия (Randomwalk v2).** Этот метод обеспечивает более точное и глубокое рассеяние по очень прозрачным или оптически тонким объектам, что позволяет получать подповерхностное рассеяние с более насыщенными цветами вокруг мелких деталей поверхности и областей объекта с сильной задней подсветкой.

При этом визуализация будет более дорогостоящей и с большим числом шумов, чем при использовании исходного метода, поскольку случайное прохождение будет в среднем дольше и более случайным. Визуализация на рисунке 6.1.44.



Рисунок 6.1.44 – Тип подповерхностного рассеяния (Subsurface Type): а) Диффузия (Diffusion); б) Случайное блуждание (Randomwalk); в) Случайное блуждание вторая версия (Randomwalk v2)

Анизотропия подповерхностного рассеяния (Subsurface Anisotropy). Коэффициент анизотропии Хенни-Гринштейна от -1 (полное обратное рассеяние) до 1 (полное прямое рассеяние). Значение по умолчанию – 0 для изотропной среды, которая равномерно рассеивает свет во всех направлениях, давая равномерный эффект.

Этот параметр работает только с методом «Случайное блуждание» (Randomwalk). Визуализация на рисунке 6.1.45.



Рисунок 6.1.45 – Анизотропия подповерхностного рассеяния (Subsurface Anisotropy): а) -0,8; б) 0; в) 0,8

Эмиссия (Emission) управляет количеством излучаемого света. Этот параметр также называют излучением. Он может создавать шум, особенно если источник непрямого освещения очень мал (например, геометрия лампочки). Параметры на рисунке 6.1.46.



Рисунок 6.1.46 – Параметры эмиссии (Emission)

Важно! Тип источника произвольной формы (Mesh Light) может работать лучше в ситуации, когда нужен объект, излучающий свет, отбрасывающий реалистичные тени с трассировкой лучей.

Увеличение количества диффузных (отраженных) выборок (render diffuse samples) поможет уменьшить любой шум в тёмных, косвенно освещенных областях сцены при использовании излучения.

Цвет (Color) – цвет излучаемого света.

Это основные параметры для базового материала Арнольда (Standard Surface). Примеры настройки материала по референсу будут рассмотрены ниже.

6.2. Пример создания простого материала хрома

Используя свойства металлов, можно создать материал хром. В качестве референса выбрана фотография хромированного изделия (рисунок 6.2.1).



Рисунок 6.2.1 – Референс хрома

Сначала нужно подобрать базовый цвет, лучше всего – в оттенках серого. Подборка – аналогично как для базового цвета материала бронзы. На этом референсе материал хром – полностью зеркальный, поэтому нигде не будет шероховатостей: ни в основном свете, ни в отражении. А максимальное отражение будет достигнуто за счет свойств именно металлического отражения (Metalness) или коэффициента преломления (IOR). Так как нет направления полировки, то и анизотропными свойствами материал обладать не будет. На рисунке 6.2.2 показана визуализация созданного материала в сравнении с референсом, а также приведены настройки материала включая цвет в RGB и время визуализации (Rendering Time).

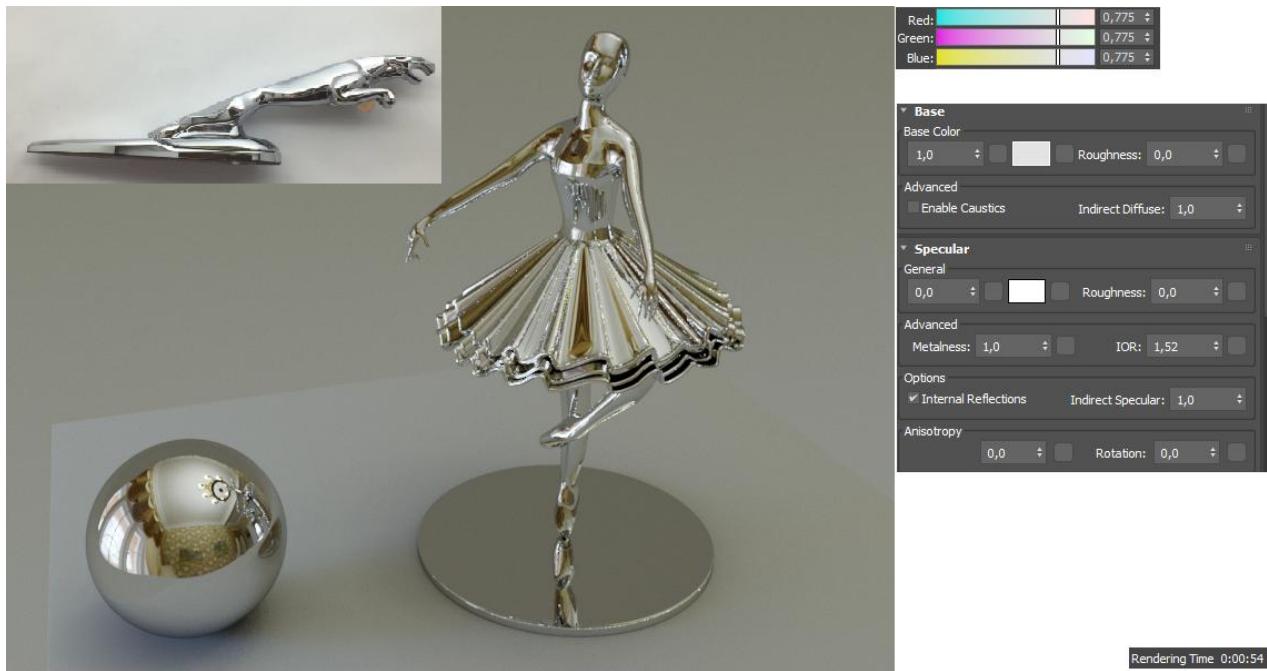


Рисунок 6.2.2 – Сборная картинка для материала хрома: референс, результат визуализации и настраиваемые параметры для базового материала поверхности (Standard Surface)

Поскольку полированный металл имеет сильные отражения, для корректной визуализации может понадобиться окружение. В этом случае при настройке освещения можно использовать HDRI-карту, изображение которой будет отражаться на металле.

6.3. Пример создания простого материала меди

Для создания меди соответствующим параметрам материала были назначены табличные значения для меди (рисунок 6.3.1).

		Базовый цвет		Зеркальный цвет
Алюминий (Al)	<input type="color"/>	0,912 0,914 0,920	<input type="color"/>	0,970 0,979 0,988
Медь (Cu)	<input type="color"/>	0,926 0,721 0,504	<input type="color"/>	0,996 0,957 0,823
Золото (Au)	<input type="color"/>	0,944 0,776 0,373	<input type="color"/>	0,998 0,981 0,751
Железо (Fe)	<input type="color"/>	0,531 0,512 0,496	<input type="color"/>	0,571 0,540 0,586
Свинец (Pb)	<input type="color"/>	0,632 0,626 0,641	<input type="color"/>	0,803 0,808 0,862
Ртуть (Hg)	<input type="color"/>	0,781 0,779 0,779	<input type="color"/>	0,879 0,910 0,941
Никель (Ni)	<input type="color"/>	0,649 0,610 0,541	<input type="color"/>	0,797 0,801 0,789
Платина (Pt)	<input type="color"/>	0,679 0,642 0,588	<input type="color"/>	0,785 0,789 0,784
Серебро (Ag)	<input type="color"/>	0,962 0,949 0,922	<input type="color"/>	0,999 0,998 0,998

Рисунок 6.3.1 – Табличные значения для металлов для базового и зеркального цвета

Если объект имеет сложную форму и по нему сложно установить визуально необходимое качество настраиваемого материала, то рядом можно создать примитивный объект, например шар. Затем рассчитать полученное изображение (render).

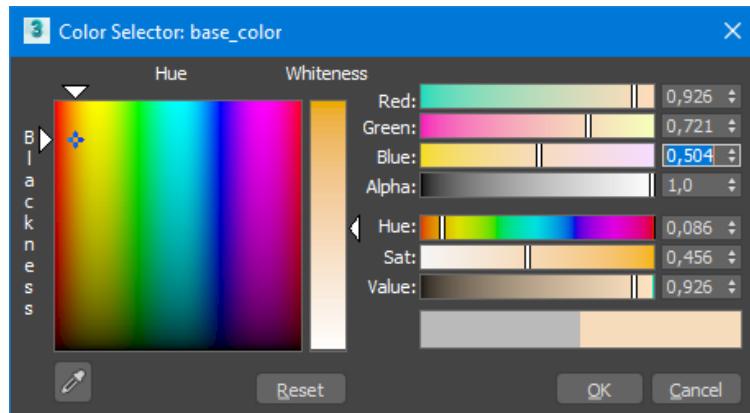


Рисунок 6.3.2 – Настройка базового цвета материала в редакторе цвета

Значение металлического отражения (Metalness) следует установить на максимум, а шероховатость для отражения (Specular Roughness) – в районе 0,15.

На рисунке 6.3.3 показан результат визуализации меди с табличными значениями базового цвета.



Рисунок 6.3.3 – Настройка материала меди с некорректно созданным освещением

Визуализация и анализ полученного результата. Почему медь не похожа на ту медь, которую все привыкли видеть в жизни? Дело в том, что полученный материал меди на статуэтке идеально отполирован, даже в тех местах, где в принципе полировка была бы невозможной (ведь всё отполированное очень зеркалит), и в результате получаются вот такие некрасивые чёрные засветы, а некоторые места просто режут глаз, потому что они выглядят не физично. Лучше изначально изменить способ освещения: для таких сложных объектов больше подойдет настройка освещения с использованием HDRI-карты или освещение с их применением. Результат визуализации на рисунке 6.3.4.



Рисунок 6.3.4 – Освещение с HDRI-картой для настраиваемой ранее меди

Для сложных объектов (т.е. объектов сложной геометрической формы) нужно создать и настроить сложные материалы. Их создание и настройка будут рассмотрены в следующем разделе. Здесь же стоит обратить внимание, что чем сложнее геометрия, тем сложнее материалы. Но это не значит, что для простых геометрических форм нужно применять только простые настройки материалов.

Основная проблема, которую нужно устранить, – это появление засвеченных областей. Засвеченная область – это область с отсутствием информации о цвете. Работа заключается в том, чтобы после совместной и правильной настройки освещения и экспозиции камеры и после визуализации в областях засветки сохранилась бы информация о цвете. На рисунке ниже приведены два примера: а) каждый из коэффициентов RGB не превышают значение 1, и при сохранении изображения статуэтки нет потери информации о цвете; б) некоторые (или все) из коэффициентов превышают значение 1, в результате при сохранении изображения (алгоритмы сжатия) с каналом в 8 бит на цвет происходит потеря информации о цвете (т.е. пересвет). Пример на рисунке 6.3.5.

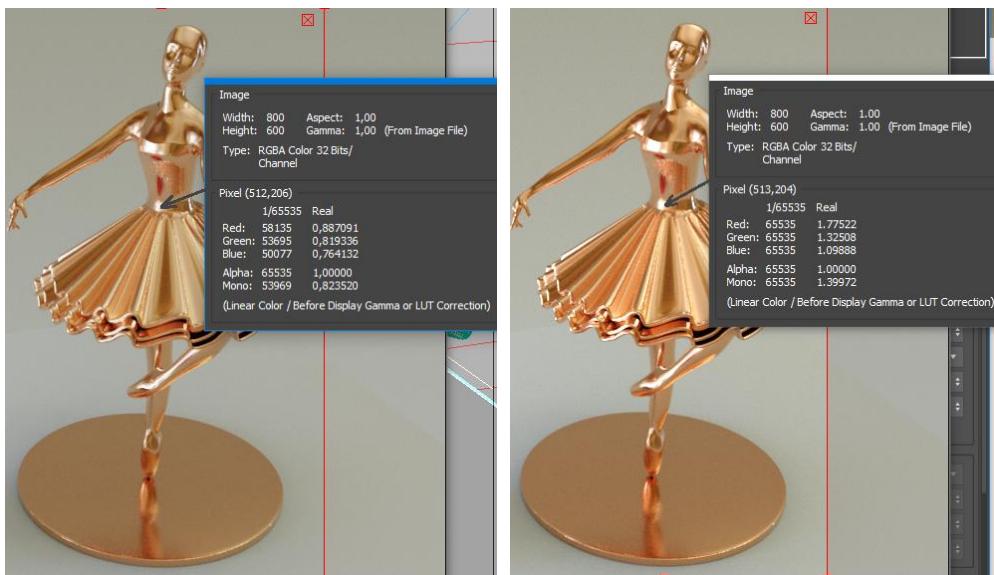


Рисунок 6.3.5 – Проверка полученного изображения на наличие засвеченных областей

Используя настройки изображения (Image Control), можно настроить следующие параметры:

Highlights (яркие участки) – настройка ярких участков позволяет убрать пересветы.

Midtones (полутона, средние тона) – это, своего рода, кривая освещенности для среднего диапазона цвета. Увеличивая или уменьшая этот параметр можно осветлить или затемнить средний диапазон изображения.

Shadow (тёмные участки, тени) – настройка затемненных участков позволяет сделать их несколько светлее или ещё темнее.

На рисунках 6.3.6 и 6.3.7 приведено сравнение визуализаций при параметрах визуализатора по умолчанию и при более точной их подстройке.

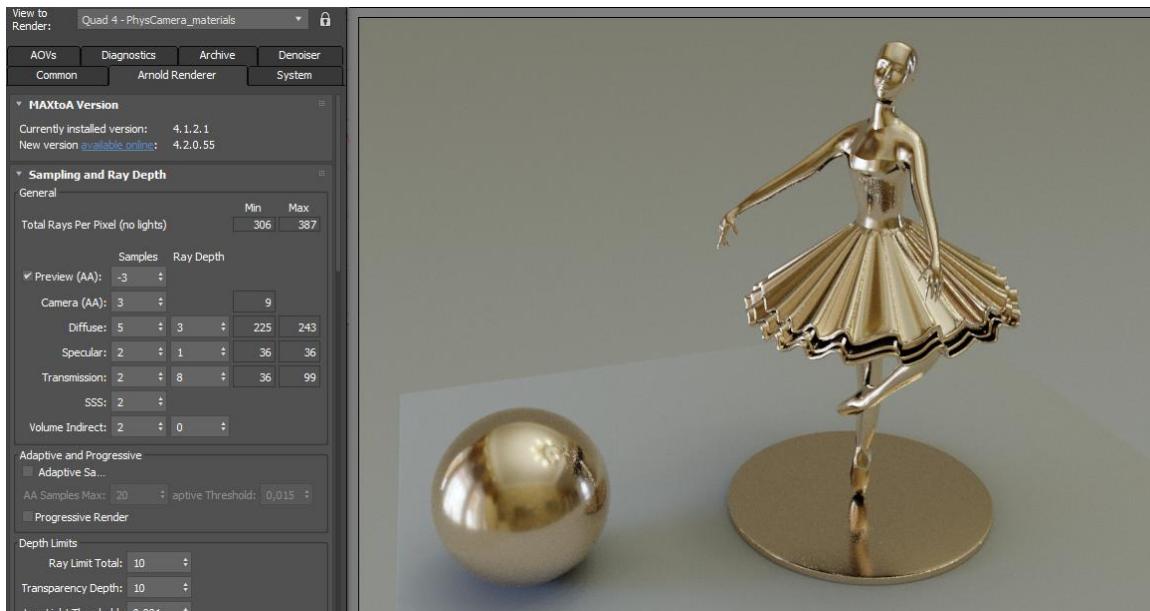


Рисунок 6.3.6 – Полученное изображение с параметрами визуализатора назначеными по умолчанию, время визуализации 0:00:52

Из рисунка видно, что на отражающих поверхностях есть шумы в виде белесых вкраплений. Для их устранения в настройках визуализатора стоит поднять значение для выборок отражения (Specular Samples) и увеличить глубину отражения (Specular Ray Depth).

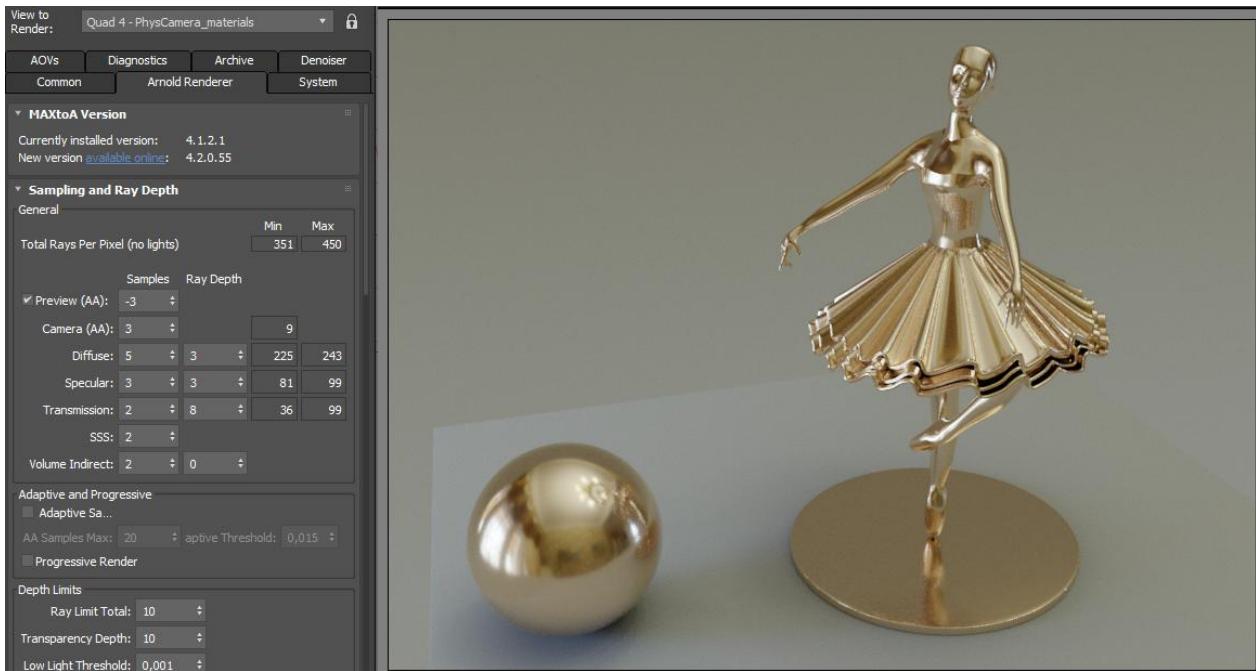


Рисунок 6.3.7 – Полученное изображение с параметрами визуализатора, настроенными под более высокое качество для отражающих поверхностей, время визуализации 0:01:01

При этом цвет меди из табличных выражений не всегда подойдет для конкретной сцены. Немного подстроив базовый цвет, можно получить вот такой привычный цвет меди (рисунок 6.3.8).

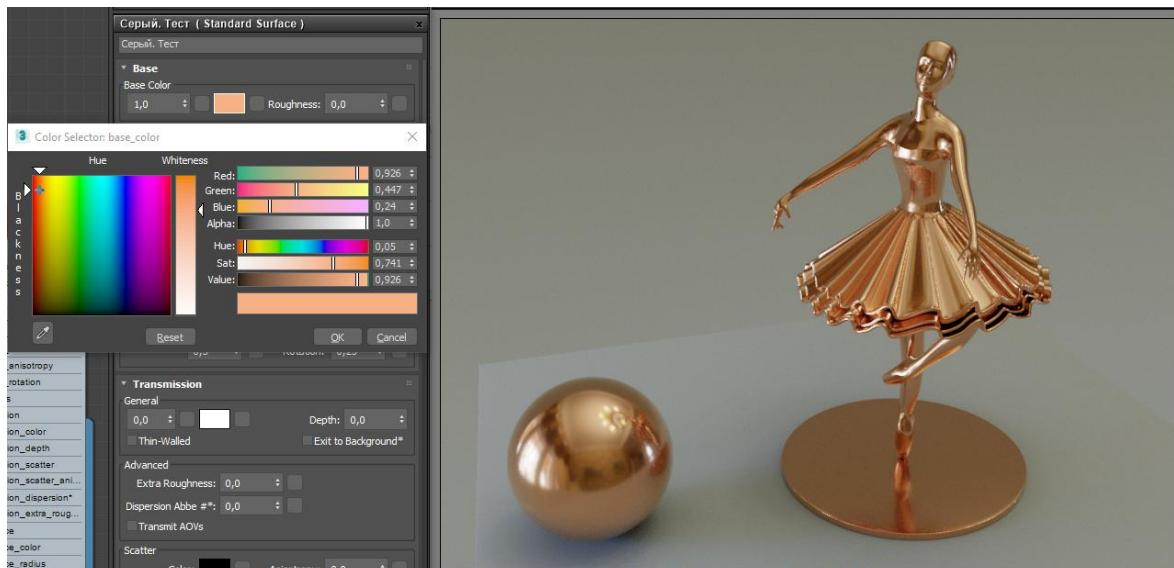


Рисунок 6.3.8 – Полученное изображение при корректировке цвета металла, время визуализации 0:00:59

Подобным образом можно настроить материал бронзы. В качестве референса выбрано изображение на рисунке 6.3.9, результат подбора цвета показан на рисунке 6.3.10.

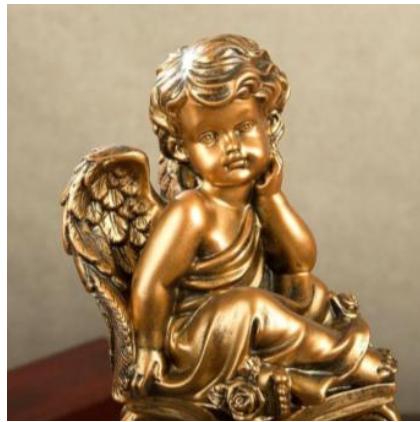


Рисунок 6.3.9 – Референс бронзы

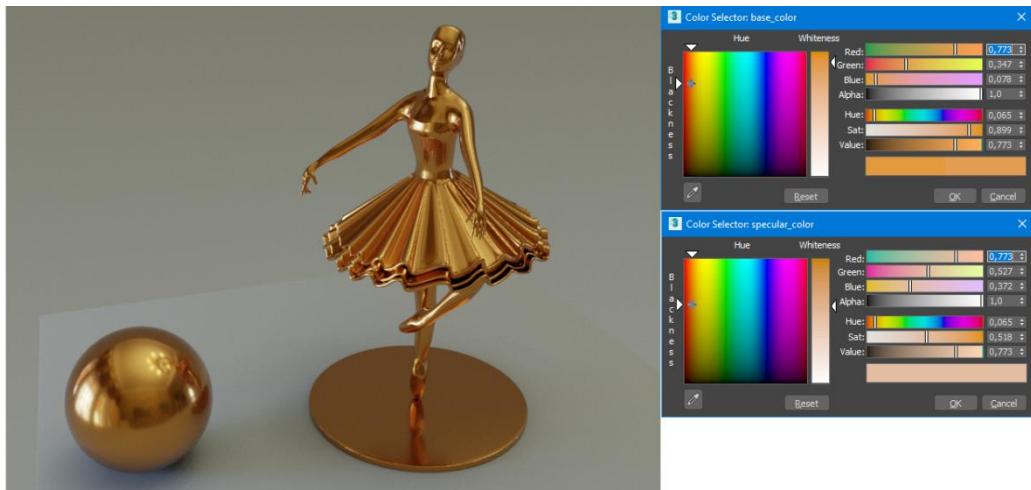


Рисунок 6.3.10 – Материал бронзы, настроенный по референсу из минерала меди

Сравнивая референс и настраиваемый материал, видно, что материал на референсе (т.е. у ангелочки) не имеет такой выраженной зеркальности. Следовательно, его поверхность имеет матовую фактуру. Чтобы получить такой же результат у материала, следует поднять шероховатость в отражении. Сравнивая результаты на рисунке 6.3.11, нужно выбрать наиболее подходящий вариант.

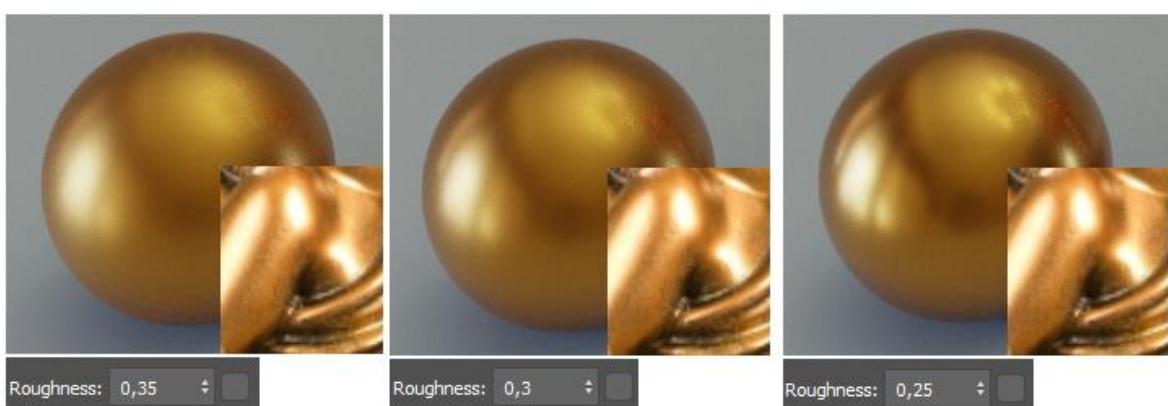


Рисунок 6.3.11 – Материал бронзы с разным значением шероховатости в отражении (Specular Roughness)

Следующим шагом нужно настроить базовый цвет, постоянно сравнивая с референсом. Результат визуализаций на рисунке 6.3.12.

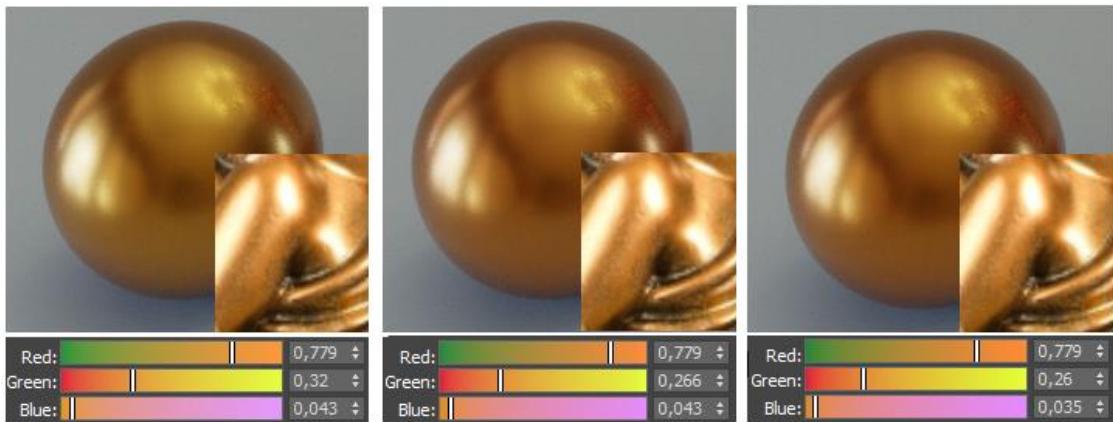


Рисунок 6.3.12 – Донастройка материала бронзы с разным значением базового цвета (Base color)

После того, как цвет подобран точно и выставлено нужное значение шероховатости, можно настроить анизотропию. После каждого малого шага всегда следует сравнивать полученный результат с референсом. В данном случае бронза на балерине отличается от бронзы на ангелочке только тем, что в тех местах, где у ангелочка была механическая обработка, есть эффект патинирования (чернота в углах). А у балерины такого эффекта нет. Создание эффекта патинирования будет рассмотрено в дальнейшем при изучении создания сложных материалов.

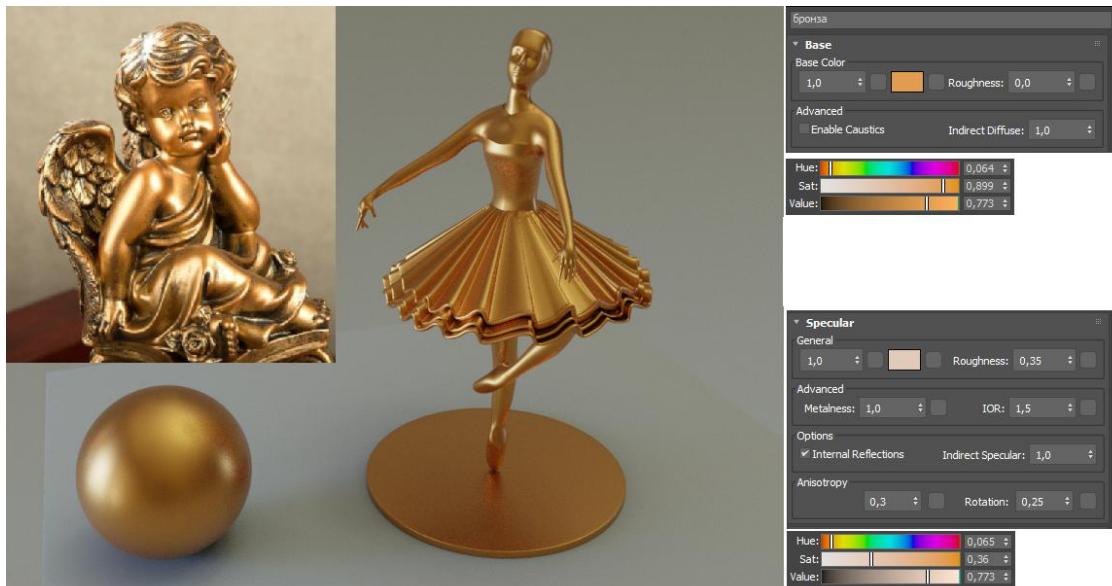


Рисунок 6.3.13 – Донастройка материала бронзы с помощью значений анизотропии (Anisotropy)

На референсе видно, что в основном в вогнутых местах материал имеет окись с цветом ближе к черному, окись имеет металлический блеск. Особенно этот блеск наблюдается в углублениях. Чтобы создать эффект патинирования, понадобится создать сложный материал. Работа со сложными материалами рассмотрена в разделе 7.

6.4. Пример создания простого материала пластика

Данный материал лучше всего настраивать, используя три основные настройки: 1) базовый цвет (Diffuse Color), 2) отражение (Reflection) и 3) покрытие (Coat). Базовый цвет задает основной цвет пластика, с помощью отражения формируются основные блики и отражения, а покрытие формирует тонкий слой, который образуется в результате изготовления пластика, а именно – более сильного нагревания верхнего слоя. Пример созданного по референсу материала пластика на рисунке 6.4.1.

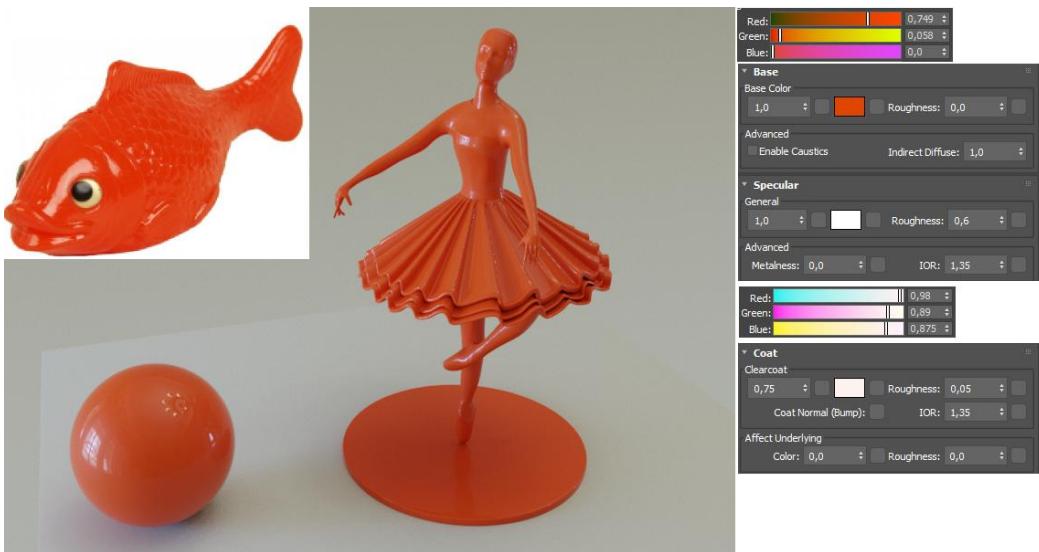


Рисунок 6.4.1 – Сборный рисунок: референс, результат визуализации и настраиваемые параметры для базового материала поверхности (Standard Surface)

Материал на визуализации нужно подстраивать до тех пор, пока не будет получен удовлетворительный результат. Важно ориентироваться в параметрах материала, чтобы понимать, за счёт какого именно параметра или сочетания параметров может быть получен нужный результат. Также стоит учитывать, что на визуализацию влияет и освещение сцены, иногда требуется некоторая донастройка источников света.

6.5. Пример создания простого материала цветного глянцевого стекла

В основном настройка цветного стекла сводится к тому, что необходимо подобрать цвет рассеивания (Transmission Color) и настроить величину глубины рассеивания (Transmission Depth). После этого нужно подобрать степень отражения (Specular Weight) на поверхности стекла. Так как стекло гладкое, шероховатость на стеклянной поверхности (Specular Roughness) не требуется. Цвет в преломлениях при рассеивании (Transmission Scatter Color) взят точно такой же, как цвет рассеивания (Transmission Color). Это сделано для того, чтобы повысить плотность цвета, не изменяя его глубины рассеивания (Transmission Depth). Для того, чтобы вернуть испускаемый свет к наблюдателю, нужно настроить анизотропию рассеивания (Scatter Anisotropy). Это позволяет максимально избавиться от тёмных участков, в которых не хватало количества отражений внутри объекта, так как геометрически один объект заходит в другой объект. Т.е. у модели балерины верхняя юбка геометрически пересекается со

средней, а средняя - с нижней (часто так легче моделировать сложные объекты), хотя в реальном мире для предметов такое пересечение невозможно. Поэтому при визуализации прозрачных и полупрозрачных объектов, когда учитываются физические свойства материалов, а геометрия модели не идеальна или не физична, появляются неточности, которые приходится нивелировать через настройку других физических свойств. Поэтому у некоторых моделей (например, скачанных со стоковых сайтов), легче перенастроить материал, чем исправлять геометрию модели (если имеют место пересечения элементов объекта).

Следует учесть важный момент: в настройках пропускательной способности материала (Transmission) не включена настройка коэффициента преломления (IOR). На самом деле коэффициент преломления будет рассчитываться такой же, который установлен в настройках отражения (Specular IOR). Для стекла он составляет 1,53.

На рисунке 6.5.1 показана сборная картинка.

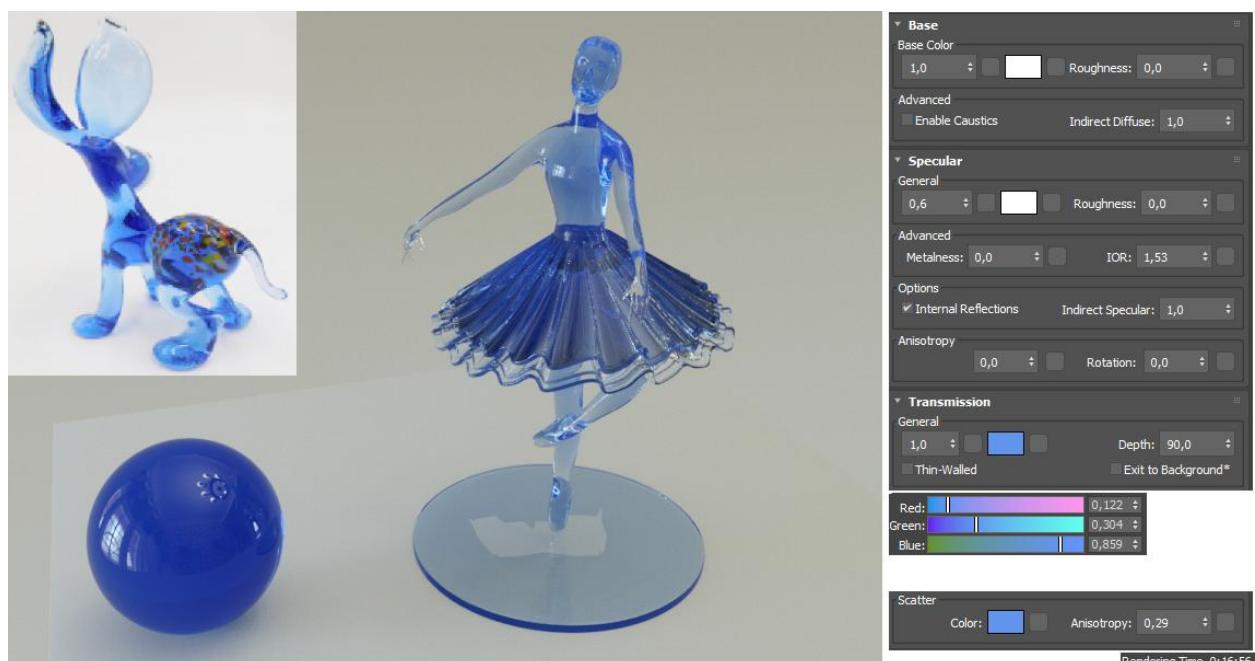


Рисунок 6.5.1 – Сборный рисунок для цветного глянцевого стекла: референс, результат визуализации и настраиваемые параметры для базового материала поверхности (Standard Surface)

6.6. Пример создания простого материала прозрачного стекла

При настройке прозрачного стекла есть особенность: блики на поверхности материала имеют цветные отблески, это результат дисперсии (Dispersion). Значение дисперсии в визуализаторе определяются числом Аббе (Transmission Dispersion Abbe).

Блики можно создать двумя способами. Первый способ – с помощью числа Аббе, второй – с использованием эффекта интерференции на тонкой пленке (Thin Film), расположенной на поверхности объекта. Применение тонкой (растянутой) пленки должно происходить для разных сред, иначе эффекта интерфе-

ренции просто не будет. Коэффициент преломления (Specular IOR) для стекла следует оставить 1,53, а для пленки – уменьшить до 1,49. После этого нужно подобрать значение толщины тонкой (радужной) пленки (thin film) до получения нужного цвета бликов.

Для прозрачного стекла нужно выбрать цвет рассеяния (Transmission Color) белый или слабый оттенок серого. Затем настроить величину глубины рассеяния (Transmission Depth) до исчезновения темных (черных) участков внутри геометрии объекта. Далее подобрать степень отражения (Specular Weight) на поверхности стекла по визуальному образу бликов.

Так как на референсе статуэтка находится на тёмном фоне, то и расчёт визуализации производить лучше всего тоже на тёмном фоне. Сборная картинка на рисунках 6.6.1-6.6.2.

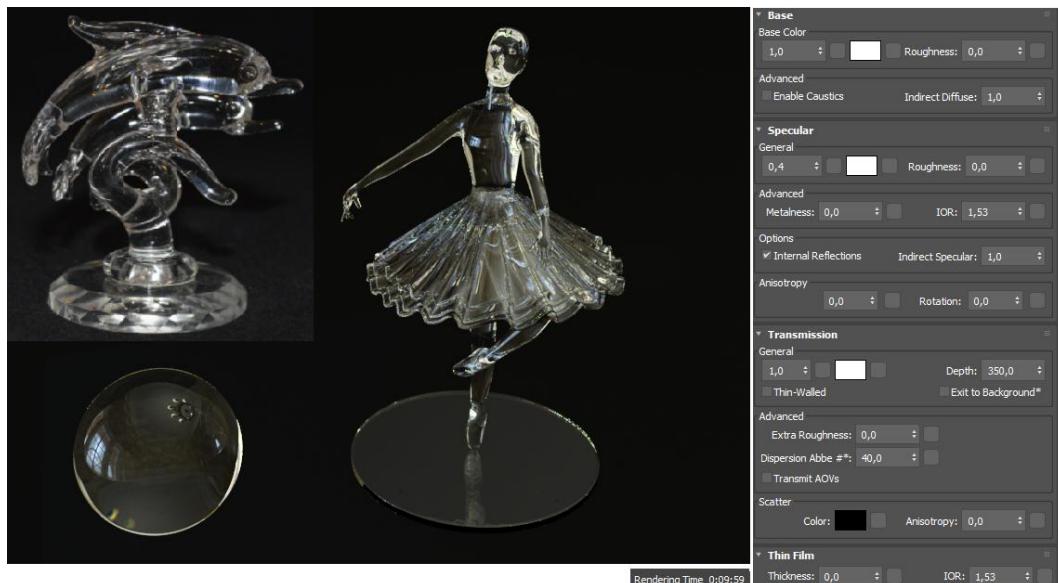


Рисунок 6.6.1 – Визуализация материала прозрачного стекла, на поверхности которого цвет бликов реализован с помощью симулации дисперсии

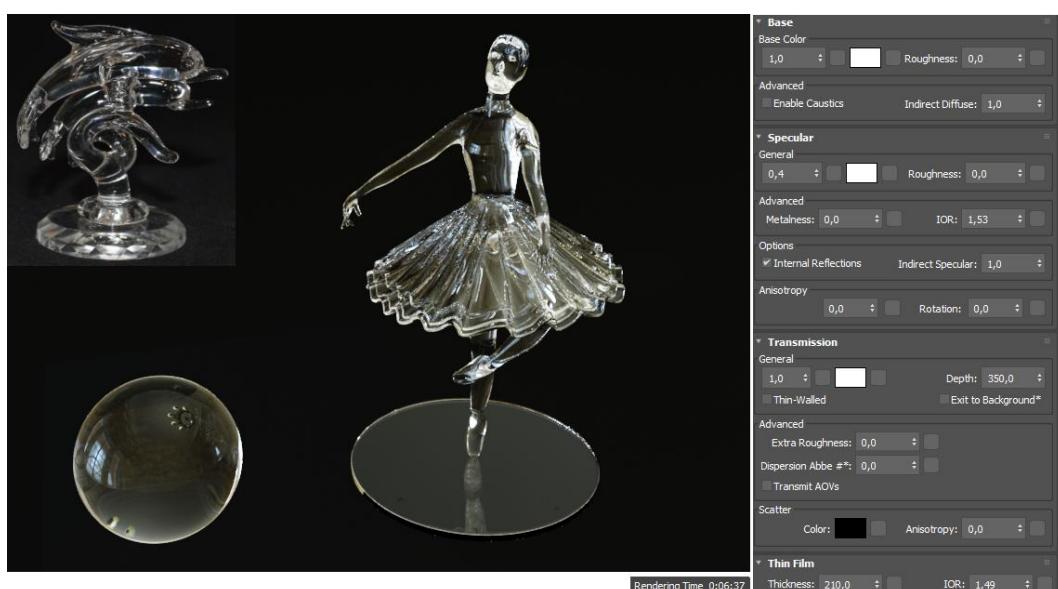


Рисунок 6.6.2 – Визуализация материала прозрачного стекла, на поверхности которого цвет бликов реализован с помощью тонкой пленки с интерференцией (Thin Film)

Если взять другой референс для каждого из материалов на примере, то настройки материала могут несколько отличаться (а иногда существенно отличаться). Но алгоритм настройки и ключевые параметры будут соответствовать типу материала. Возможно, для добавления каких-либо эффектов понадобятся текстурные или процедурные карты. В этом случае материал будет относиться к сложным.

6.7. Вопросы для самоконтроля

1. Какое влияние оказывает освещение при настройке материалов?
2. Какие параметры являются основообразующими для создания металлов? При описании свойств подберите параметры для материала базового материала поверхности (Standard Surface).
3. Какие параметры являются основообразующими для создания диэлектриков? При описании свойств подберите параметры для материала базового материала поверхности (Standard Surface).
4. Какие параметры настройки материалы являются основополагающим для прозрачных и полупрозрачных материалов?
5. На собственном примере поясните анизотропные свойства какого-либо параметра, у которого они присутствуют (например, анизотропия для отражения, либо анизотропия для поверхностного слоя и т.п.).
6. Какую роль играет коэффициент преломления (IOR) для параметра отражения (Specular)?
7. Что такое подповерхностное рассеяние?

7 СОЗДАНИЕ СЛОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ARNOLD)

7.1. Работа с процедурными картами

Материал может иметь сложную структуру.

Основные определения для материалов и работа с редактором материалов (Material Editor) рассмотрены в разделе 2, наложение текстурных карт – в разделе 3. Базовые настройки простых материалов рассмотрены в разделе 6.

Простой материал всегда можно превратить в сложный, применяя текстурные или процедурные карты. Потому при работе по визуализации сначала создают и настраивают все простые материалы, а затем нужные сложные материалы.

Чтобы добавить карту в редакторе материалов, нужно правой кнопкой щелкнуть в активном поле редактора материалов (Active View) и в появившемся меню выбрать нужную карту (Maps). Карты могут быть основными (General), Арнольдовскими (Arnold), программируемые карты OSL (open shading language – язык программирования), картами окружения (Environment).

Создание новой карты рассмотрено в разделе 2.

При выборе основных карт (General) они могут быть невидимыми, т.к. Арнольд по умолчанию с этими картами не работает. Чтобы сделать эти карты видимыми для визуализатора Арнольд, нужно зайти в настройки визуализатора (Render Setup, <F10>) на вкладку системных установок (System) и включить флагок поддержки карт 3ds Max (Legacy 3ds Max Map Support). Для версии Арнольд выше 5.0.1 данная галочка не требуется.

Некоторые основные карты (General) могут некорректно работать с Арнольдом, в этом случае Арнольд будет выдавать ошибку (значит, данная карта по каким-то критериям не подходит, либо не работает).

Ниже описаны некоторые часто используемые процедурные карты.

Ламберт (Lambert) – процедурная карта цвета. На рисунке 7.1.1 показаны её параметры.



Рисунок 7.1.1 – Настройки процедурной карты Ламберт (Lambert)

Коэффициент цвета (Diffuse) – коэффициент веса рассеянного (диффузного) цвета.

Цвет (Color) – выбор цвета из палитры.

Непрозрачность (Opacity) – непрозрачность материала, выраженная как значение цвета.

Диапазон (Range) – процедурная цветокорректирующая карта, обладающая большим диапазоном настроек (рисунок 7.1.2).

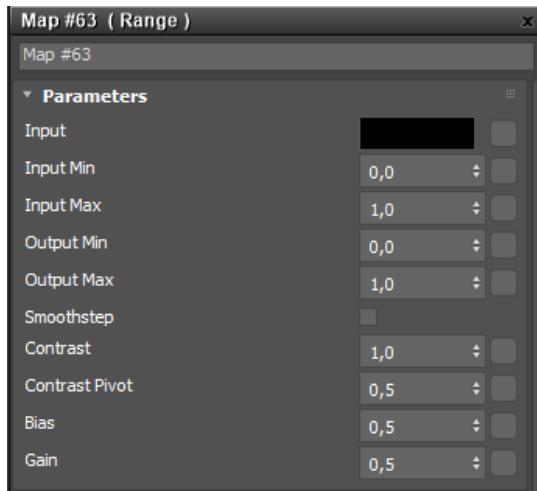


Рисунок 7.1.2 – Настройки процедурной карты диапазона (Range)

Вход (Input) – вход, к которому нужно применить диапазон в виде карты.

Минимальное входное значение (Input Min) – минимальное значение, которое будет использоваться как входные данные.

Максимальное входное значение (Input Max) – максимальное значение, которое будет использоваться как входные данные

Минимальное выходное значение (Output Min) – минимальное значение, которое будет использоваться для выходных данных

Максимальное выходное значение (Output Max) – максимальное значение, которое будет использоваться для выходных данных

Плавный переход (Smoothstep). При включенном параметре используется функция плавного перехода, при включенном параметре переход осуществляется линейно.

Контраст (Contrast) масштабирует значения относительно точки контраста (Contrast Pivot).

Точка контраста (Contrast Pivot) – начальное значение масштабирования контраста. Значение по умолчанию - 0,18, что соответствует среднему серому цвету.

Уклон (Bias) изменяет наклон кривой в начале диапазона. Значения ниже 0,5 уменьшают наклон кривой, что приводит к усреднению значений. Увеличение больше 0,5 увеличивает крутизну кривой, это значит значения растут быстрее.

Усиление (Gain). Увеличение или уменьшение наклона кривой средних значений. Значения усиления ниже 0,5 увеличивают контраст, тогда как значения выше 0,5 сглаживают средние значения. Значение 0,5 является средним и не оказывает никаких изменений.

Окружающая окклюзия (Ambient Occlusion). Это приближение глобального освещения (непрямое затенение объектов), которое имитирует сложные взаимодействия между диффузными взаимными отражениями объектов. Эта процедурная карта не является физически корректной (для этого используется полное глобальное освещение), но работает быстро и дает реалистичный эффект.

Алгоритм расчета окружающей окклюзии, по существу, запускает ряд лучей из каждой точки во всех направлениях, и возвращает информацию о соприкосновении с геометрией на заданном расстоянии. Когда соприкосновение лучей с геометрией отсутствует, результат считается с белым цветом по умолчанию. Когда соприкосновение лучей с геометрией присутствует, результат считается с черным цветом по умолчанию.

Настройки карты окружающей окклюзии представлены на рисунке 7.1.3.

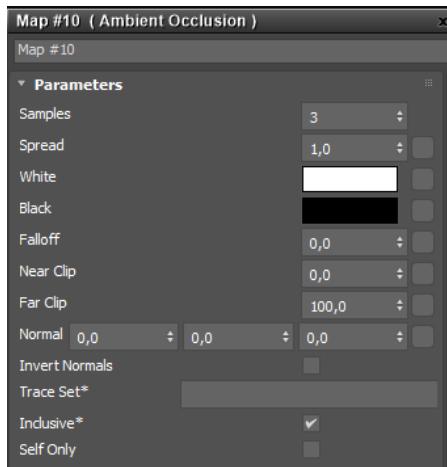


Рисунок 7.1.3 – Настройки процедурной карты окружающей окклюзии (Ambient Occlusion)

Выборки (Samples) – число выборок, управляющее количеством лучей, которые будут запущены для вычисления. Увеличение количества выборок уменьшит шум и даст более качественный результат.

Распространение (Spread) – угловой разброс вокруг вектора нормали N в диапазоне $[0,1]$, где 1 соответствует 90 градусам (полное полушарие). Значение 1.0 – наиболее распространенное значение.

Ближняя отсечка (Near Clip) – минимальное расстояние окклюзии.

Дальняя отсечка (Far Clip) – максимальное расстояние окклюзии.

Падение (Falloff) – экспоненциальная скорость ослабления окклюзии по длине луча. Не работает с полупрозрачными поверхностями.

Черный цвет (Black_color) – цвет вывода, когда соприкосновение лучей с геометрией присутствует.

Белый цвет (White_color) – цвет вывода, когда соприкосновение лучей с геометрией отсутствует.

Инвертирование нормалей (Invert Normals) изменяет направление трассирующих лучей. Чаще всего это используется для имитации грязи или эрозии, так как углы и трещины станут темнее.

Только для себя (Self Only). При включении данного параметра карта собирает окклюзию только одного и того же объекта.

Процедурная карта определения кривизны (Curvature). Эта карта производит семплирование вокруг точки затенения в пределах заданного радиуса для вывода эффекта кривизны. Этот шейдер полезен для создания процедурных карт износа или грязи в сочетании с картой шума. Настройки карты показаны на рисунке 7.1.4.

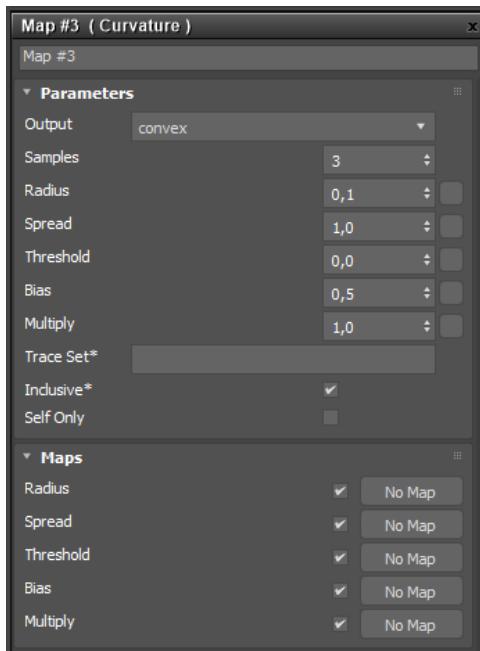


Рисунок 7.1.4 – Настройки процедурной карты определения кривизны (Curvature)

Выход (Output) выводит выпуклую (положительную) кривизну или вогнутую (отрицательную) кривизну только в градациях серого или выводить обе с выпуклой кривизной в красном канале и вогнутой кривизной в зеленом канале.

Выборки (Samples). Данный параметр управляет количеством лучей, которые будут запущены для вычисления кривизны. Увеличение количества выборок уменьшит шум и даст более качественный результат. Фактическое количество лучей – это квадрат этого значения.

Радиус (Radius) – радиус сферы вокруг точки затенения, в пределах которой будет оцениваться кривизна. Меньшие значения показывают более мелкие детали, а большие значения дают более плавный результат.

Распространение (Spread). Более низкие значения распространения будут направлять лучи более вертикально по отношению к поверхности, а значение по умолчанию 1 означает, что лучи испускаются во всех направлениях. Этот параметр действует как порог для удаления нежелательных небольших отклонений кривизны.

Порог (Threshold) учитывает только кривизну выше этого нормализованного угла в диапазоне (0, 1), или соответственно в градусах (0° , 180°). Этот параметр полезен для удаления геометрических «пузырей» за поверхностью для выпуклой кривизны.

Смещение (Bias) повлияет на уменьшение кривизны. При значении по умолчанию 0,5 важность выборки кривизны линейно уменьшается с увеличением расстояния до точки затенения. Более высокие значения будут перекрывать больше и увеличивать кривизну, тогда как меньшие значения подчеркивают мелкие детали.

Умножить (Multiply) умножает кривизну на введенный коэффициент. Для этого умножения выходные значения должны находиться в диапазоне от 0 до 1, что соответствует углам в (0° , 90°).

Набор трассировки (Trace Set). Для точного управления тем, какую геометрию следует выполнять или игнорировать при выборках кривизны, можно пометить объекты, которые будут входить в набор трассировки. Контролировать поведение можно с помощью параметра включительно (Inclusive).

Включительно (Inclusive). При включенном параметре лучи трассируются относительно всей геометрии, кроме отмеченных узлов.

Только для себя (Self Only). Данный параметр ограничивает выборки кривизны затемненным объектом.

Карта шероховатостей на плоскости (Bump 2D) создает псевдо мини рельеф на основе двухмерной (2D) процедурной или текстурной карты (настройки на рисунке 7.1.5). Отображение рельефа не изменяет геометрию объекта, оно только изменяет нормали затенения, так что в силуэте объема не будет видно, однако в некоторых случаях этого бывает достаточно. Данная карта оценивает функцию рельефа в трех местах со смещением в U- и V-координатах от точки затенения с помощью алгоритма «прямого дифференцирования». Следовательно карта, задающая шероховатость, должна ложиться на поверхность объекта в соответствии с разверткой объекта.

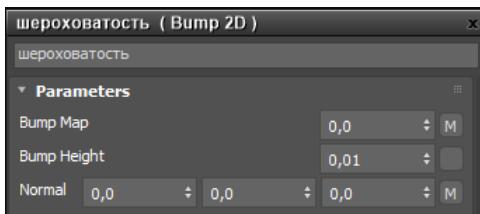


Рисунок 7.1.5 – Настройки карты шероховатостей на плоскости (Bump 2D)

Высота выпуклости (Bump Height) позволяет масштабировать высоту вывода карты рельефа.

Карта рельефа (Bump Map). Входные данные этого канала используются для вычисления сдвига по нормали, представленного в виде значения с плавающей точкой, представляющего собой высоту для черно-белой карты. Для карты текстуры RGB будет использоваться первый компонент (R).

Нормаль (Normal). При связывании нескольких карт этот атрибут будет использоваться как сумматор для цепочки нескольких нормальных настроек (карты нормалей, неровности и т.д.).

Цветокоррекция (Color Correct) – карта, которая позволяет настраивать гамму, оттенок, насыщенность, контрастность и экспозицию изображения. Изменяет входной цвет с помощью следующего оператора, применяемого в том же порядке, что и параметры. Параметры этой карты представлены на рисунке 7.1.6.

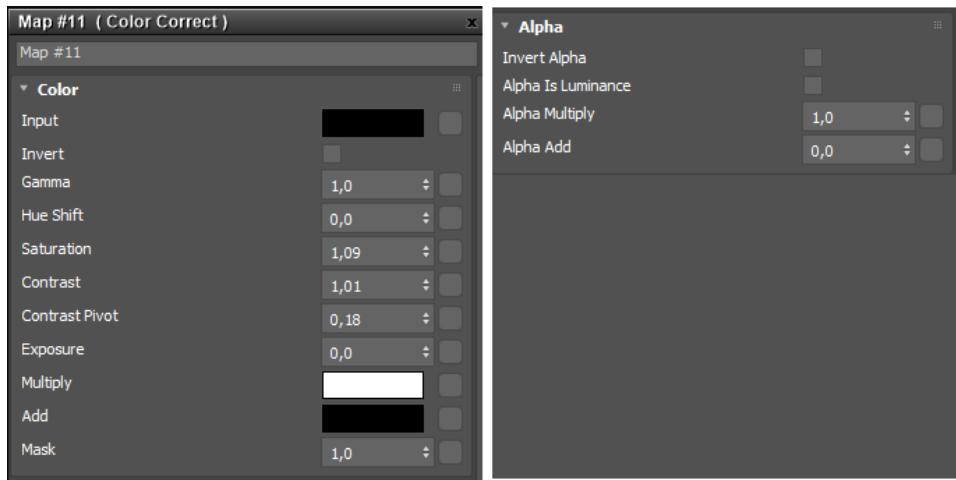


Рисунок 7.1.6 – Настройки карты цветокоррекции (Color Correct)

Гамма (Gamma) применяет гамма-коррекцию к цвету.

Настойка оттенка (Hue Shift) поворачивает цветовой оттенок, значение 1 означает полный поворот.

Насыщенность (Saturation) – коэффициент, масштабирующий насыщенность цвета.

Контраст (Contrast) масштабирует значения относительно точки контрастности (Contrast Pivot).

Точка контрастности (Contrast Pivot) – точка отсчета масштабирования контраста. Значение по умолчанию равно 0,18, что является средним значением среднего серого цвета.

Экспозиция (Exposure) умножает цвет с помощью значения апертуры (диафрагменное число) фотографии, где приращение 1 удваивает яркость.

Умножение (Multiply) умножает цвет на значение параметра.

Прибавление (Add) добавляет значение параметра к цвету.

Маска (Mask) смешивается между входным цветом и полученным результатом без маски.

Данная карта позволяет работать с *каналом прозрачности альфа-канал* (маска-канал).

Инверсия маски-канала (Invert Alpha) инвертирует альфа-канал.

Яркость альфа-канал (Alpha is Luminance) игнорирует входной Альфа-канал, устанавливая выходной Альфа-канал на яркость цвета RGB.

Умножение альфа-канала (Alpha Multiply) умножает выходную альфа-величину на коэффициент.

Прибавление альфа-канала (Alpha Add) добавляет значение к выходному альфа-значению.

Карта нормалей (Normal Map) – это RGB текстура, где каждый из каналов (красный, зеленый, синий) интерполируется в X-, Y- и Z-координаты нормалей поверхности соответственно. Настройки представлены на рисунке 7.1.7.

Пространством касательных (Tangent Space) называется система координат, имеющая обозначения текстурных координат для поверхности полигона. Оси U-, V- и N- обозначают направления, в которых их значения изменяются вдоль поверхности, так же как X, Y, Z представляют собой направления, в ко-

торых изменяются их значения в мировых координатах. Красный канал пространства касательных карты нормалей отвечает за ось X (нормали направлены влево или вправо), зелёный канал – за ось Y (нормали направлены вверх или вниз) и синий канал – за ось Z (нормали направлены прямо от поверхности).

Важно знать, что карта нормалей, созданная в одном приложении, может отображаться совершенно иначе в другом. Существуют «левосторонние» и «правосторонние» карты нормалей. Это зависит от того как воспринимает трехмерное приложение направление источника света: снизу или сверху. Для исправления необходимо инвертировать красный или зелёный канал (или оба).

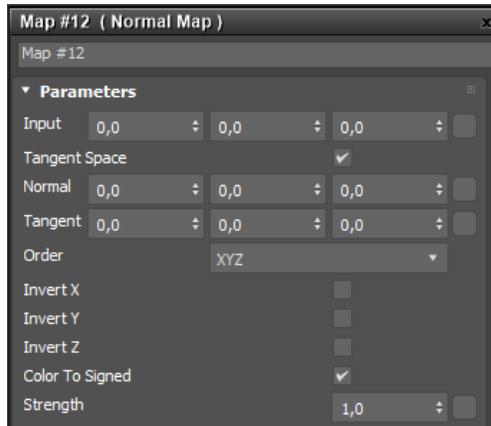


Рисунок 7.1.7 – Настройки карты нормалей (Normal Map)

Ввод (Input) – канал для загруженной карты.

Пространство касательных (Tangent Space) определяет, находится ли ввод в мировом или касательном пространстве.

Нормаль (Normal). Параметры нормали и касательной могут быть дополнительно связаны для определения настраиваемой системы координат касательной, из которой преобразуются входные данные. Если нормаль не связана, она будет использовать нормаль поверхности по умолчанию.

Касательная (Tangent). Вместе с нормалью определяется касательная система координат, к которой применяется входной вектор. Сюда подключается созданная в программе скульптурирования карта нормалей пространства касательных (Tangent Space Normal Map), на которую опирается карта нормалей.

Порядок (Order) позволяет перемешивать порядок входных каналов.

Инвертирование X (Invert X). Если включено, инвертирует (1-канальный) входной канал x.

Инвертирование Y (Invert Y). Если включено, инвертирует (1-канальный) входной канал y.

Инвертирование Z (Invert Z). Если включено, инвертирует (1-канальный) входной канал z.

Цвет подписи (Color To Signed) используется для 8-битных карт. Если включено, вход переназначается в диапазон [-1, 1].

Сила (Strength) позволяет увеличить или уменьшить эффект карты нормалей.

Градиент (Ramp). Процедурная карта позволяет управлять градиентом для вывода RGB и сплайном для вывода с плавающей точкой. По мере добавления, редактирования или удаления точек на кривой или градиенте создаются динамически управляемые элементы управления позиции (Position), цветом или его значения (Color or Value) и интерполяции (Interpolation). Эффекты можно создавать, используя управление градиентом (Ramp Float) и шейдер для управления градиентом по цвету (Ramp RGB).

Tint (Type) позволяет выбрать один из встроенных режимов (например, u, v, круговой и т. д.) Пользовательский режим, в котором отображение управляется входным сигналом. На рисунке 7.1.8 представлены встроенные режимы для карты градиента (Ramp).

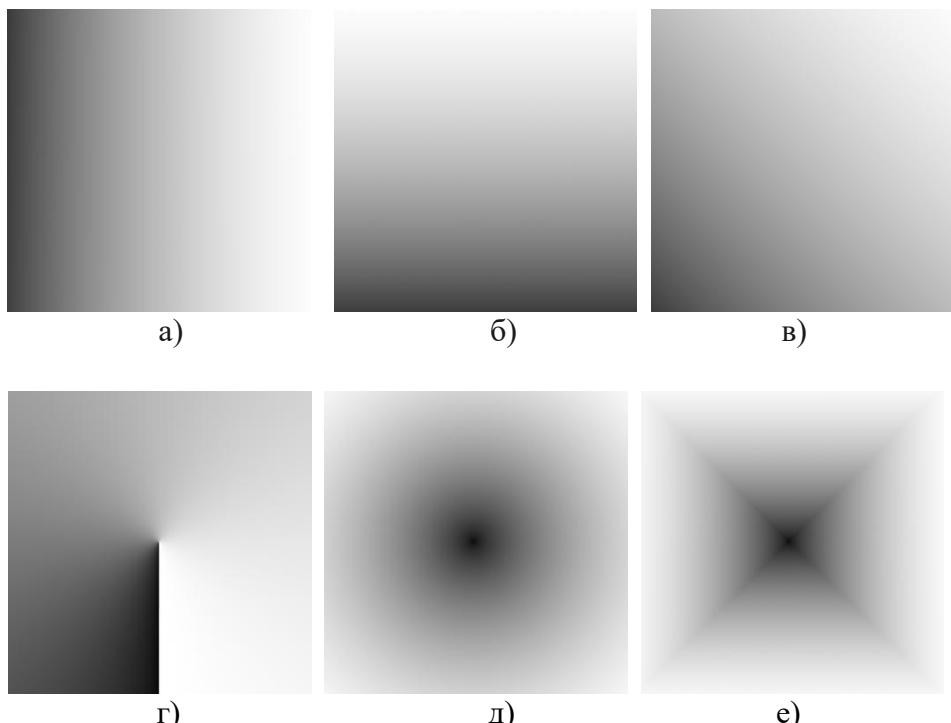


Рисунок 7.1.8 – Встроенные режимы для процедурной карты градиента (Ramp):
 а) u-направление; б) v-направление; в) диагональное (Diagonal); г) радиальное (Radial);
 д) круглое (Circular); е) квадратное (Box)

Вход (Input) позволяет переназначить значение (цвет) входящего шейдера.

Градиент (Ramp). Элементы управления градиентом по цвету (Ramp RGB) и управление градиентом (Ramp Float) для определения контрольных точек. Цвета можно добавить, нажав на нужную позицию на градиенте. Вызвав дополнительное окно расширенного управления градиентом (иконка с треугольником вверх), можно добавить новые контрольные точки, нажав CTRL + щелчок на нужной позиции градиента и расширить, нажав на маленькую стрелку вниз.

Интерполяция (Interpolation). Доступные типы интерполяции для каждой точки кривой: постоянная (Constant), линейная (Linear), Катмулл-Ром (Catmull-Rom), монотонная кубическая (Monotone Cubic).

UV набор (UV Set). Альтернативный набор UV. Если оставить поле пустым, будет использоваться стандартный атрибут UV набора. Вторичные наборы UV в MAXtoA называются `uv_2`, `uv_3` и так далее.

Неявные UV (Implicit UVs). Используются неявные (барицентрические) координаты для каждого примитива вместо UV. Это в основном полезно для кривых, где задаются координаты, изменяющиеся вдоль каждой пряди волос.

Обертывание UV (Wrap UVs) обертывает входные UV-координаты между [0,1], чтобы они применялись к различным UV-диапазонам или UDIM (позволяет разбить развертку на несколько карт в которой каждая карта представляет собой различную текстуру в общем массиве).

Шум (Noise) – процедурная карта, способная создавать функцию когерентного шума (суммирующую по нескольким октавам, что дает фрактальный шум, иногда известный как функция турбулентности). Выходные данные находятся в диапазоне от 0 до 1, которые могут использоваться в качестве входных данных для нескольких других карт (тап) для создания различных эффектов и множества узоров таких как: мрамор, гранит, кожа и т. д. (пример на рисунке 7.1.9).

Октыавы (Octaves) – число октав, по которым вычисляется функция шума. Функция фрактального шума повторяется на нескольких частотах, известных как октыавы; обычно каждая октава примерно в два раза выше частоты, то есть вдвое меньше, чем предыдущая, но это можно изменить с помощью настройки лакунарности.

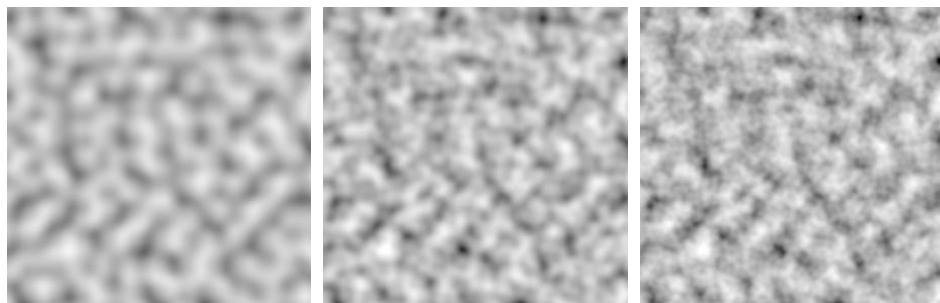


Рисунок 7.1.9 – Пример карты шума (Noise) с параметром: а) 1; б) 2; в) 3

Лакунарность (Lacunarity) управляет средним размером промежутков в создаваемом текстурном узоре. Лакунарность означает изменение масштаба между октавами – в музыкальных гаммах это будет 2,0, что означает, что каждая октава имеет двойную частоту от предыдущей, но в реальности лучше выбирать значение близкое к 2,0. Пример на рисунке 7.1.10.

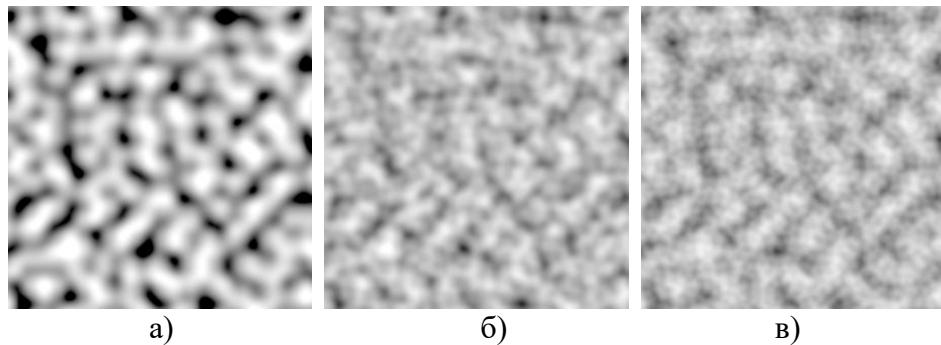


Рисунок 7.1.10 – Пример карты шума (Noise) при разных значениях лакунарности (Lacunarity): а) 1 при 2 октавах; б) 1,92 при 2 октавах; в) 3 при 2 октавах

Искажение (Distortion) определяет степень случайного смещения, применяемого к каждой точке как часть расчета шума, придавая разный эстетический вид. Пример влияния на рисунке 7.1.11.

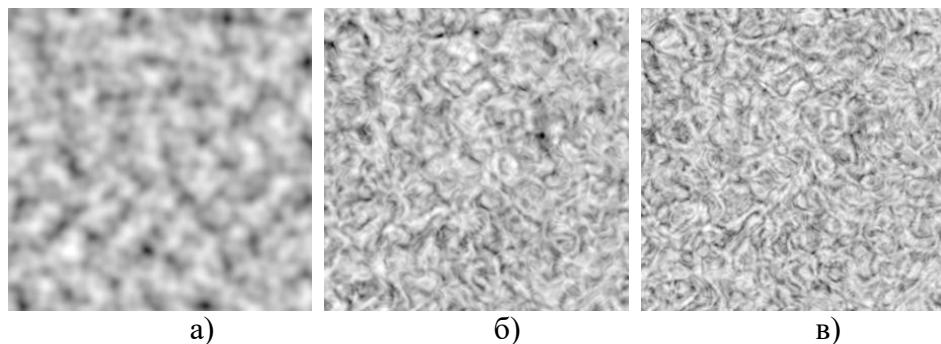


Рисунок 7.1.11 – Пример карты шума (Noise) при разных значениях искажения (Distortion): а) 0; б) 2; в) 3

Амплитуда (Amplitude) – управление амплитудой или диапазоном выходного сигнала. Обычно выходные данные имеют значения от 0 до 1; регулировка амплитуды умножает их. Пример на рисунке 7.1.12.

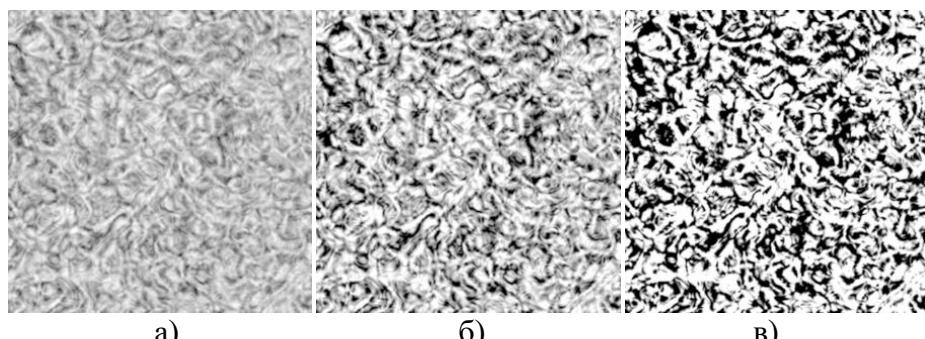


Рисунок 7.1.12 – Параметр амплитуды (Amplitude) для карты шума (Noise): а) 1; б) 2; в) 5

Координатное пространство (Coordinate Space).

Масштаб (Scale) – управление масштабом функции шума в направлениях x, y и z. Пример на рисунке 7.1.13.

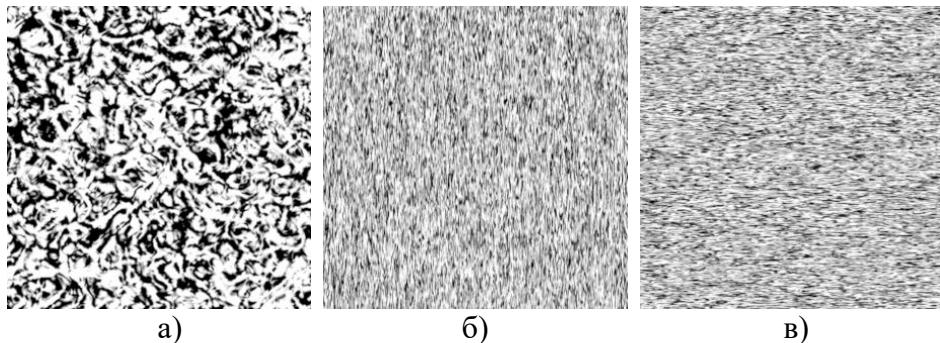


Рисунок 7.1.13 – Параметр масштаба (Scale) для карты шума (Noise): а) $x=1, y=1, z=1$; б) $x=10, y=1, z=1$; в) $x=1, y=10, z=1$

Смещение (Offset) смещает шум в направлениях x, у или z. Пример на рисунке 7.1.14.

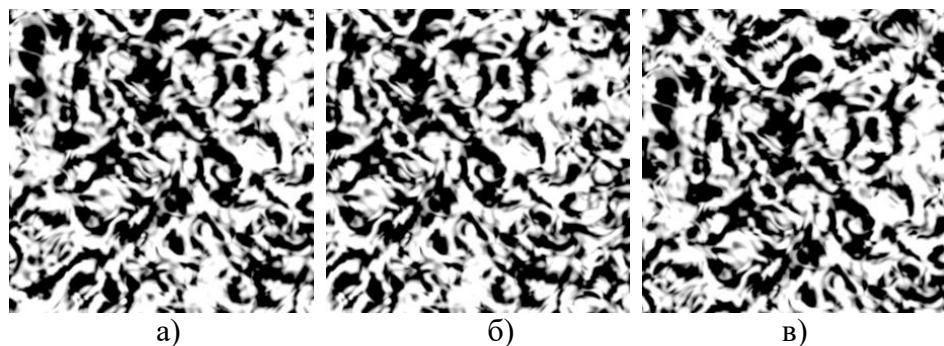


Рисунок 7.1.14 – Параметр смещения (Offset) для процедурной карты шума (Noise): а) без смещения; б) смещение x; в) смещение у

Режим (Mode) определяет используемую функцию шума (скалярный или векторный фрактальный шум). В скалярном режиме выходной цвет вычисляется путем смешивания между цвет1 и цвет2 (Color1/ Color2), в векторном режиме отдельный шумовой сигнал генерируется на цветовой канал RGB (красный, зеленый, синий). Пример на рисунке 7.1.15.

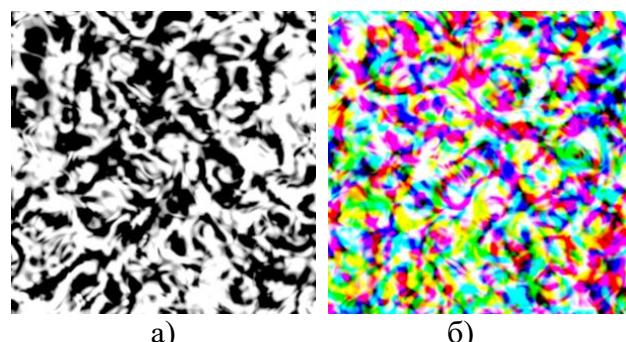


Рисунок 7.1.15 – Разный режим (Mode) для процедурной карты шума (Noise): а) скалярный; б) векторный

Цвет1 / Цвет2 (Color1/ Color2) – цвет вывода шума в скалярном режиме (интерполяция между двумя значениями цвета с помощью функции шума). Пример на рисунке 7.1.16.

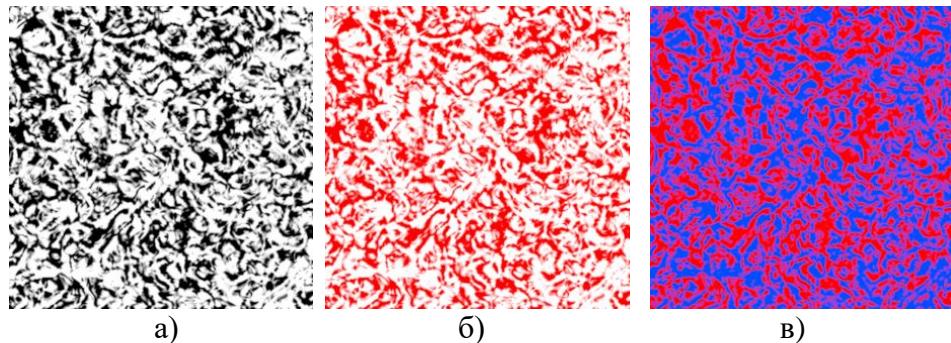


Рисунок 7.1.16 – Цвет1/цвет2 (Color1/Color2) для процедурной карты шума (Noise): а) Color1=черный, Color2=белый; б) Color1=красный, Color2=белый; в) Color1=красный, Color2=синий

Создание маски на основе процедурных карт.

Маска – текстурная или процедурная карта, использующая в качестве коэффициента непрозрачности черный цвет, белый цвет и все оттенки серого. Белый цвет – 100% прозрачный, черный цвет – 100% непрозрачный, а серый цвет предназначен для создания разной степени прозрачности.

Используя последовательные связи процедурных карт, можно получить сложные элементы материалов или уникальные маски. Пример структуры при использовании маски приведен на рисунке 7.1.17.

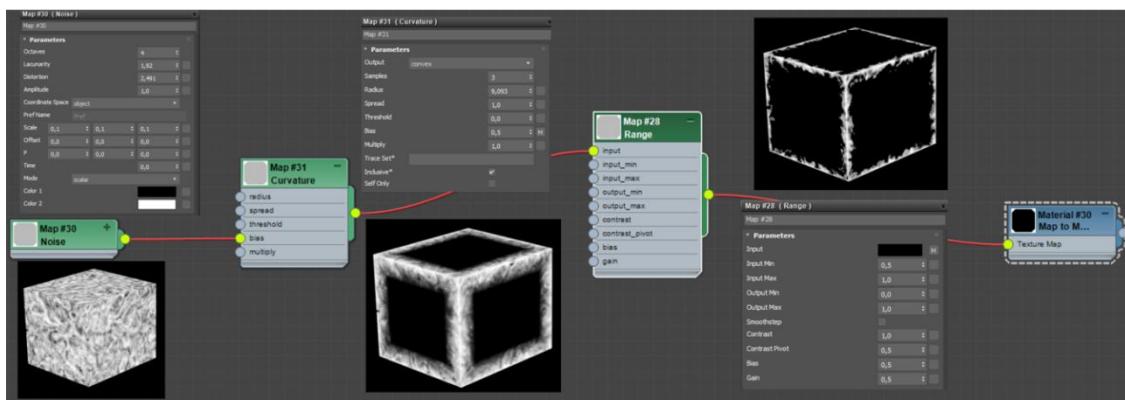


Рисунок 7.1.17 – Создание маски потертости на основе процедурных карт

Уникальность полученной маски заключается в том, что используя процедурные карты, такие как симулятор шума (Noise) и выделение выпуклостей (Curvature) можно выделить все выпуклые части геометрии, а картой коррекции диапазонов яркости (Range) установить отсечение света, составляющее 50% по яркости. Используя такую карту будет легко создавать, например, потертости металла, и для такой карты не важно, где находится шов в развертке.

7.2. Сложные материалы

Существует несколько основных типов сложных материалов: Мульти-/подобъектный материал, или мультиматериал (Multi/ Sub-Object Material), двухсторонний материал (Two Sided Shader), смешанный материал (Blend Material), многослойный материал (Layer Shader), мультишное затенение (Toon Shading). Далее эти материалы будут рассмотрены подробнее.

Двухсторонний материал (Two Sided Shader) применяет два материала с каждой стороны двусторонней поверхности. Фронтальная сторона – это сторона, направленная нормалью наружу, тыльная – внутрь. Интерфейс двухстороннего материала приведен на рисунке 7.2.1.

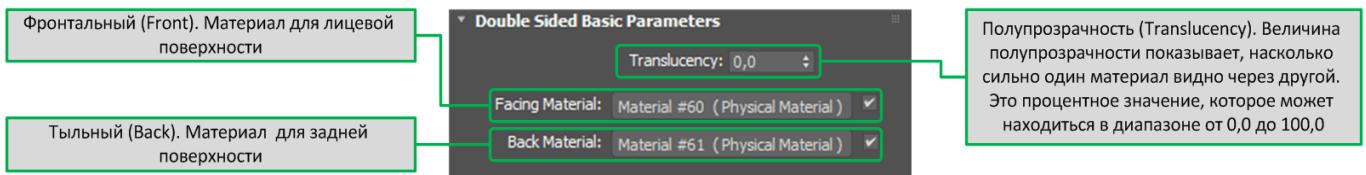


Рисунок 7.2.1 – Интерфейс (Interface) двухстороннего материала (Two Sided Shader)

Полупрозрачность (Translucency). Величина полупрозрачности показывает, насколько сильно один материал видно через другой. Это процентное значение, которое может находиться в диапазоне от 0,0 до 100,0.

Фронтальный (Front) – материал для лицевой поверхности.

Тыльный (Back) – материал для задней поверхности.

Мульти-/подобъектный материал (или мультиматериал) (Multi / Sub-Object Material) позволяет назначать различные материалы на уровне подобъекта геометрии объекта. Если объект является редактируемой сеткой (Editable Mesh) или редактируемой полигональной сеткой (Editable Poly), можно перетаскивать материалы на различные выбранные полигоны, создавая этим мультиматериал (Multi / Sub-Object Material).

Интерфейс для мультиматериала (Multi / Sub-Object Material) на рисунке 7.2.2.

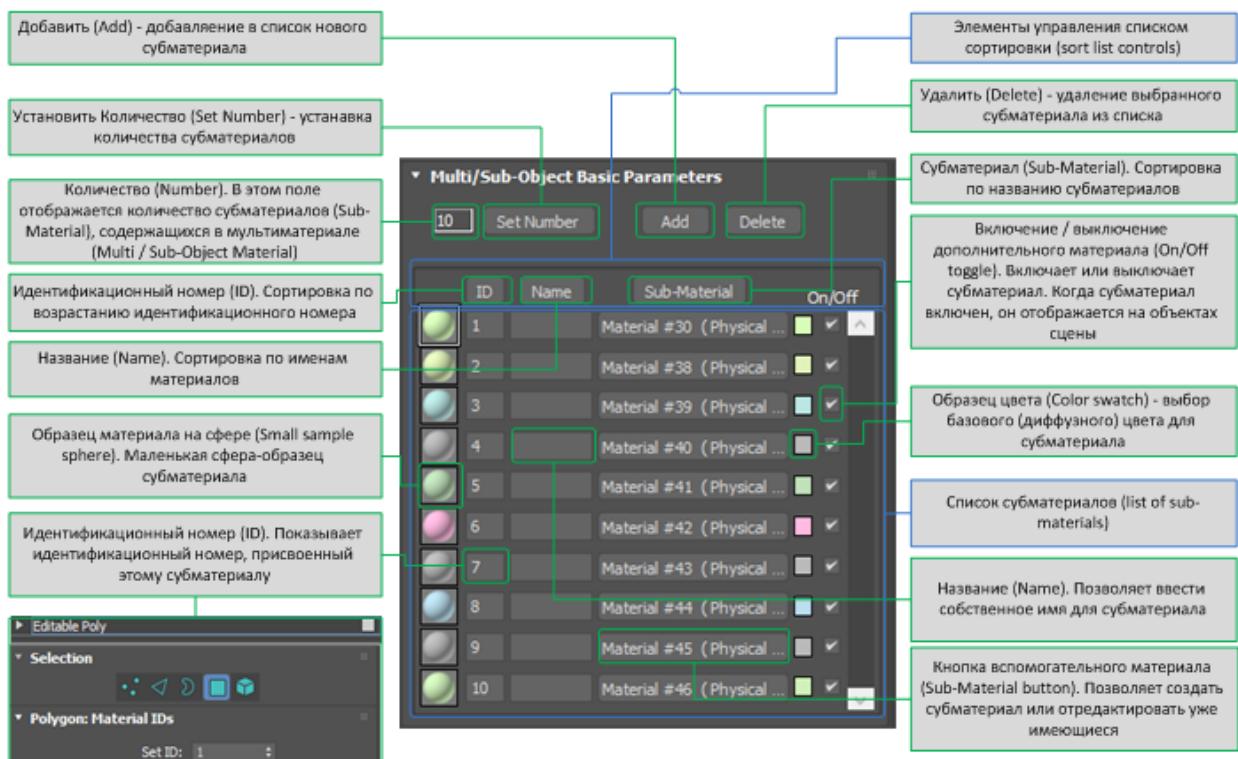


Рисунок 7.2.2 – Интерфейс (Interface) мультиматериала (Multi / Sub-Object Material)

Количество (Number) – поле, в котором отображается количество субматериалов (Sub-Material), содержащихся в мультиматериале (Multi / Sub-Object Material).

Установить кол-во (Set Number) – установка количества субматериалов.

Добавить (Add) – добавление в список нового субматериала.

Удалить (Delete) – удаление выбранного субматериала из списка.

Элементы управления списком сортировки (Sort List Controls):

Идентификационный номер (ID) – сортировка по возрастанию ID.

Название (Name) – сортировка по именам материалов.

Субматериал (Sub-Material) – сортировка по названию субматериалов.

Список субматериалов (List of Sub-Materials):

Образец материала на сфере (Small Sample Sphere) – маленькая сфера-образец субматериала.

Идентификационный номер (ID) показывает идентификационный номер, присвоенный этому субматериалу.

Название (Name) позволяет ввести собственное имя для субматериала.

Кнопка вспомогательного материала (Sub-Material button) позволяет создать субматериал или отредактировать уже имеющиеся.

Образец цвета (Color Swatch) – выбор базового (диффузного) цвета для субматериала.

Включение / выключение дополнительного материала (On/Off toggle) включает или выключает субматериал. Когда субматериал включен, он отображается на объектах сцены.

На рисунке 7.2.3 приведен пример мультиматериала, примененного к модели черепахи.

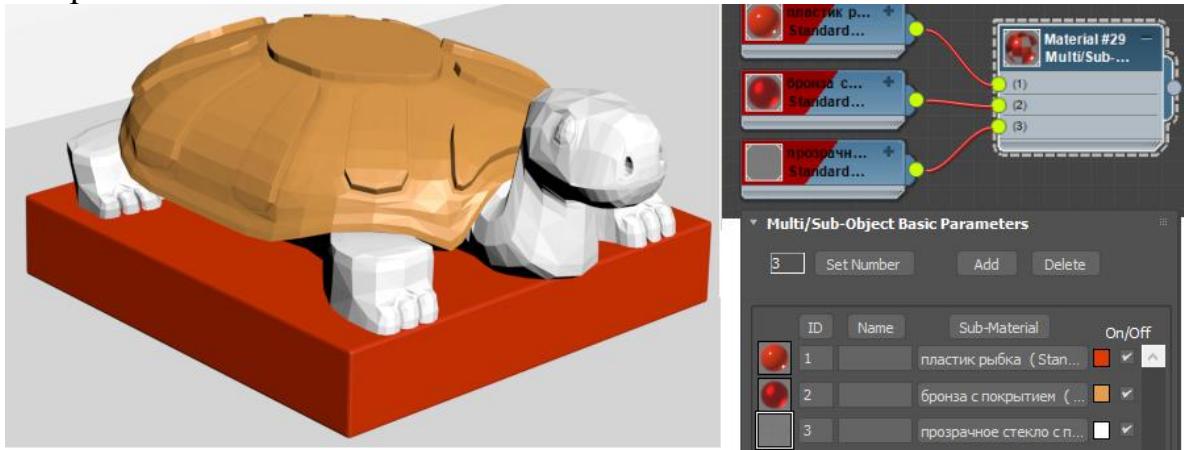


Рисунок 7.2.3 – Мультиматериал (Multi / Sub-Object Material), назначенный на модель черепахи. Образцом цвета (Color swatch) подсвечены подобъекты (полигоны)

Мультиматериал часто используется для моделей, которым необходимо сделать единую поверхность сетку, но части которых должны быть выполнены из разных материалов (например, персонажи).

Смешивающий материал (Blend Material) – это стандартный для 3ds Max материал, позволяющий смешивать два материала на одной стороне поверхности объекта. Интерфейс этого материала приведен на рисунке 7.2.4.

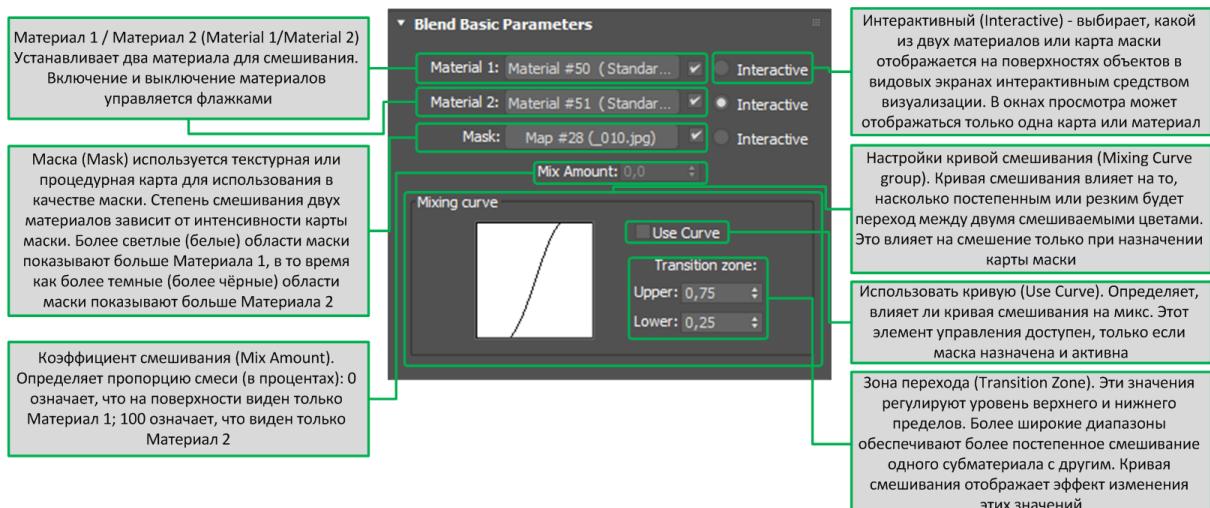


Рисунок 7.2.4 – Интерфейс (Interface) смещающего материала (Blend Material)

Материал 1/ Материал 2 (Material 1/Material 2) устанавливает два материала для смещивания. Включение и выключение материалов управляется флажками.

Интерактивный (Interactive) – это флажок выбора, какой из двух материалов или карта маски отображается на поверхностях объектов в видовых экранах интерактивным средством визуализации. В окнах просмотра может отображаться только одна карта или материал.

Маска (Mask) – текстурная или процедурная карта используется в качестве маски. Степень смещивания двух материалов зависит от интенсивности карты маски. Более светлые (белые) области маски показывают больше Материала 1, в то время как более темные (более чёрные) области маски показывают больше Материала 2.

Коэффициент смещивания (Mix Amount) определяет пропорцию смеси (в процентах): 0 означает, что на поверхности виден только Материал 1; 100 означает, что виден только Материал 2.

Настройки кривой смещивания (Mixing Curve group). Кривая смещивания влияет на то, насколько постепенным или резким будет переход между двумя смешиаемыми цветами. Это влияет на смещение только при назначении карты маски.

Использовать кривую (Use Curve). Определяет, влияет ли кривая смещивания на результат смещивания. Этот элемент управления доступен, только если маска назначена и активна.

Зона перехода (Transition Zone). Эти значения регулируют уровень верхнего и нижнего пределов. Более широкие диапазоны обеспечивают более постепенное смещивание одного субматериала с другим. Кривая смещивания отображает эффект изменения этих значений.

На рисунке 7.2.5 показано влияние кривой смещивания на результат смещивания материалов хрома и бронзы.

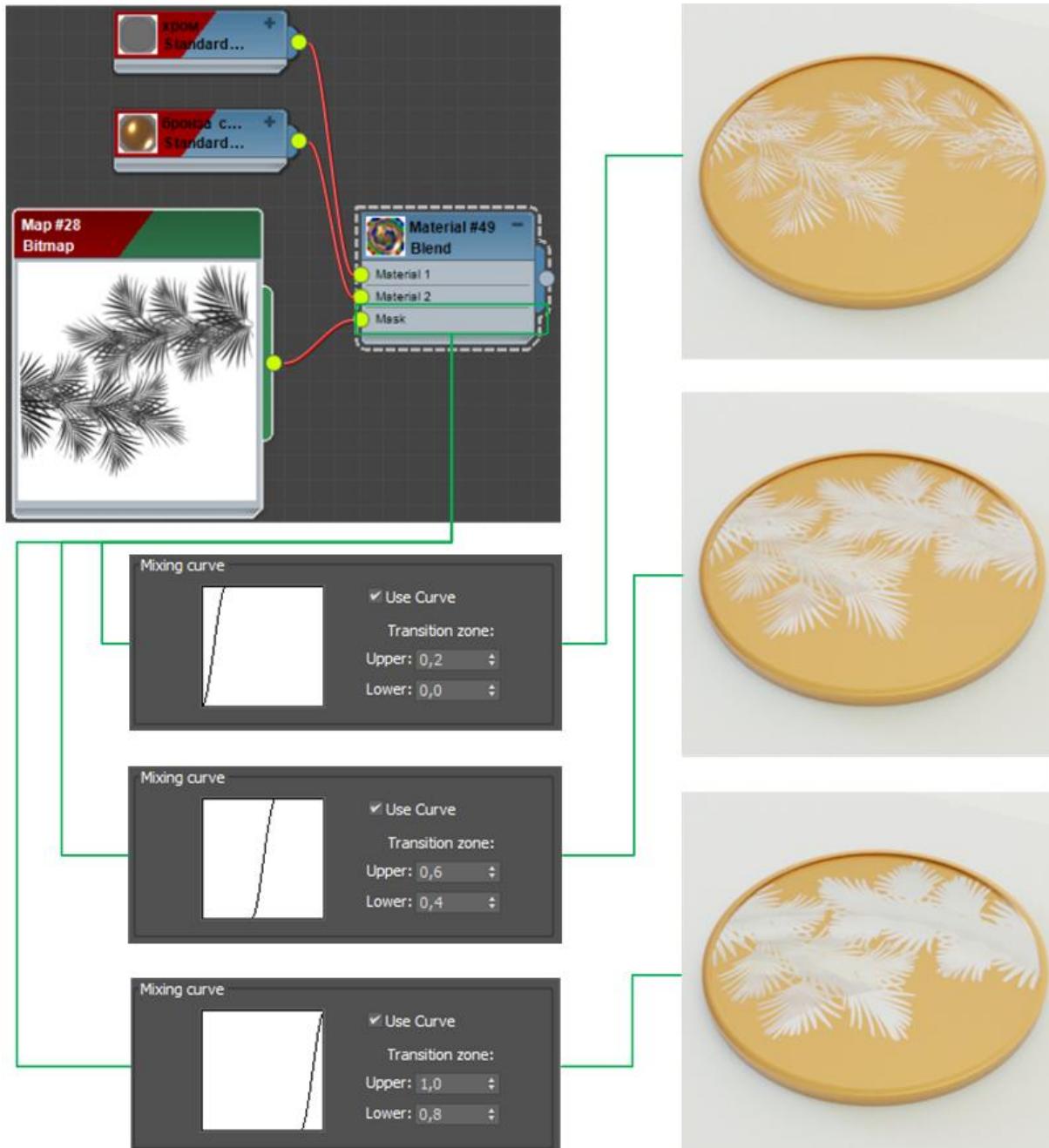


Рисунок 7.2.5 – Использование текстурной карты в качестве маски. На рисунке показано влияние кривой смешивания на результат смешивания материалов хрома и бронзы. При нахождении кривой смешивания в начале диапазона преобладать будет материал2 (бронза), а при нахождение в конце диапазона - материал1 (хром). Для равномерного смешивания кривую необходимо расположить относительно центра

Смешивающий материал (Mix Shader) для визуализатора Арнольд используется для смешивания (blend) или добавления (add) двух материалов. Он использует линейную интерполяцию для Материал 1 (Shader 1) и Материал 2 (Shader 2) в соответствии с атрибутами непрозрачности. Интерфейс приведен на рисунке 7.2.6.

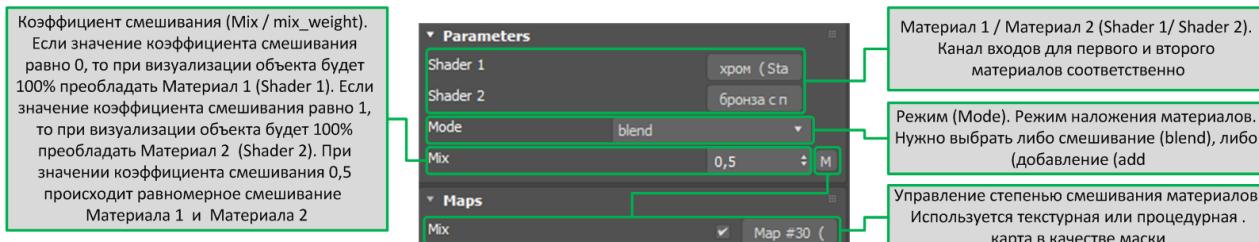


Рисунок 7.2.6 – Интерфейс (Interface) смещающего материала (Mix Shader) для визуализатора Арнольд

Коэффициент смещивания (Mix/ Mix Weight). Если значение коэффициента смещивания равно 0, то при визуализации объекта будет 100% преобладать Материал 1 (Shader 1). Если значение коэффициента смещивания равно 1, то при визуализации объекта будет 100% преобладать Материал 2 (Shader 2). При значении коэффициента смещивания 0,5 происходит равномерное смещивание Материала 1 и Материала 2.

Материал 1 / Материал 2 (Shader 1/ Shader 2) – входы для первого и второго материалов соответственно.

Режим (Mode) – режим наложения материалов. Нужно выбрать либо смещивание (Blend), либо добавление (Add).

Добавление (Add) – режим предназначен для добавления двух материалов объема, или двух материалов, излучающих только свет, в то время как добавление двух материалов поверхности, таких как стандартная поверхность (Standard Surface), физически некорректно.

Смещивание (Blend) управляет степенью смещивания материалов.

В настройках смешанного материала (Mix Shader) нет кривой смещивания, ее можно заменить добавлением процедурной карты перераспределения яркостной информации изображения (Range) при подключении растрового изображения в канал смещивания (Mix).

Многослойный материал (Layer Shader) используется для смещивания до восьми субматериалов в виде слоев. Участие каждого слоя можно активировать или деактивировать. Слои на поверхность наносятся по порядку. Алгоритм смещивания этого материала работает аналогично алгоритму смещающего материала (Mix Shader). Интерфейс приведен на рисунке 7.2.7.

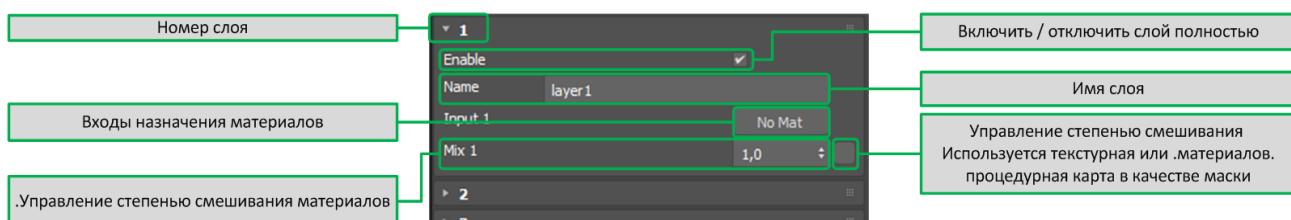


Рисунок 7.2.7 – Интерфейс (Interface) многослойного материала (Layer Shader)

Enable (1-8) – включение / отключение слоя полностью.

Name (1-8) – имя слоя.

Input (1-8) – входы назначения материалов.

Mix (1-8) – управление степенью смешивания материалов. Можно подключить текстуру, чтобы управлять смешиванием.

На рисунке 7.2.8 приведен пример многослойного материала на модели черепахи. Он состоит из трех материалов пластика. Первый материал базовый – глянцевый пластик с оранжевым цветом. Второй материал тоже оранжевого цвета, но с большей шероховатостью. Третий – это глянцевый пластик зелёного цвета.

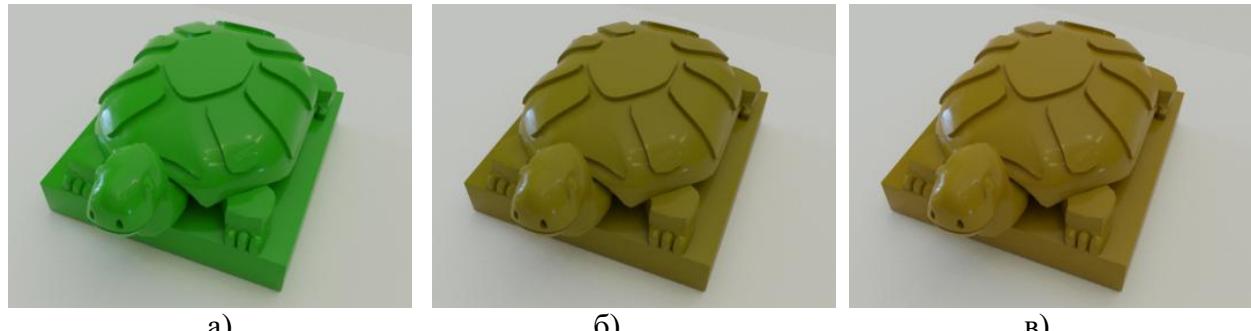


Рисунок 7.2.8 – Влияние коэффициента смешивания слоев для многослойного материала (Layer Shader): а) 1,0 1,0 1,0; б) 0,5 0,5 0,5; в) 1,0 0,5 0,5

Окраска автомобиля (Car Paint) – материал для создания окраски автомобилей. Он поддерживает три слоя: базовый слой (Baselayer), отражающий слой (Specular) и слой прозрачного покрытия (Clear Coat). Эти слои работают аналогично слоям в материале стандартной поверхности (Standard Surface). Однако есть некоторые уникальные атрибуты для особого управления цветовыми рамками, цветом освещения и затуханием, которые уникальны для данного материала. К отражающему слою (Specular) можно добавить металлические чешуйки. На рисунке 7.2.9 показан принцип расчета такого материала.

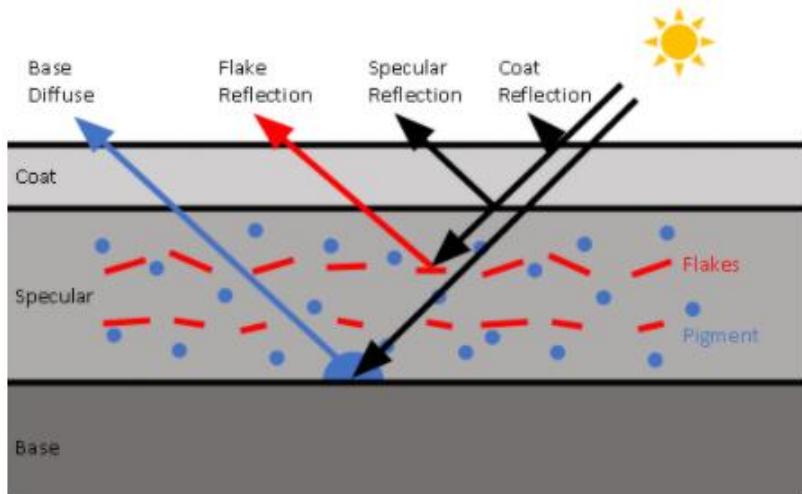


Рисунок 7.2.9 – Принцип расчёта материала окраски автомобиля (Car Paint)

На примерах ниже последовательно рассмотрено влияние различных параметров этого материала на конечный результат визуализации.

Коэффициент веса грунтового слоя (Base Weight) – коэффициент веса диффузной отражательной способности грунтовочного слоя. Визуализация на рисунке 7.2.10.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.10 – Влияние коэффициента веса грунтового слоя (Base Weight): а) 1; б) 0,7; в) 0,3

Цвет грунтовочного слоя (Base Color) – это базовый цвет для материала. Визуализация на рисунке 7.2.11.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.11 – Выбор цвета грунтового слоя (Base Color): а) красный; б) желтый; в) синий

Шероховатость грунтовочного слоя (Base Roughness). Грунтовочный слой отражения с шероховатостью поверхности рассчитывается по модели Орен-Наяра. Значение 0,0 сравнимо с отражением Ламберта. Визуализация на рисунке 7.2.12.



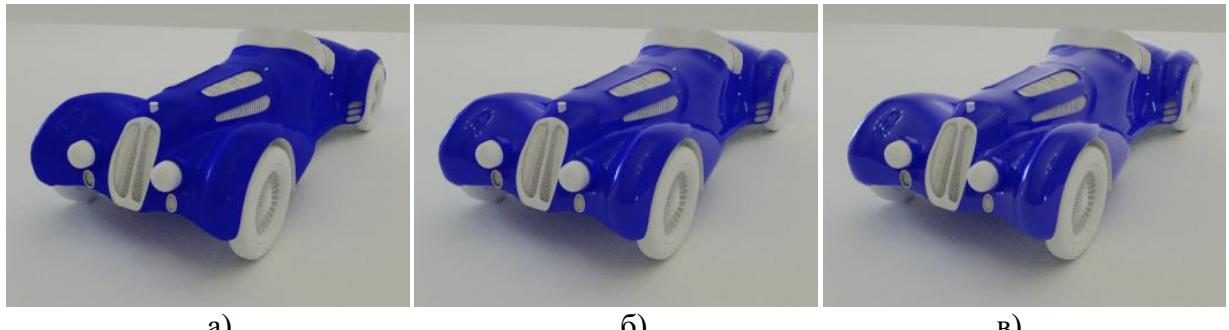
а)

б)

в)

Рисунок 7.2.12 – Влияние шероховатости грунтового слоя (Base Roughness): а) 0,0; б) 0,5; в) 0,9

Коэффициент отражения основного покрытия (Specular Weight) позволяет получить блики, схожие с бликами на поверхности краски. Визуализация на рисунке 7.2.13.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.13 – Влияние коэффициента отражения основного покрытия (Specular Weight): а) 0,1; б) 0,5; в) 1,0

Цвет отражения основного покрытия (Specular Color) – это цвет, который будет образовывать зеркальное отражение. Можно использовать этот цвет, чтобы «подкрасить» блики от базового слоя. Визуализация на рисунке 7.2.14.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.14 – Влияние цвета отражения основного покрытия (Specular Color): а) белый; б) желтый; в) зеленый

Шероховатость зеркальных отражений от базового слоя (Specular Roughness) управляет глянцевитостью зеркальных отражений от базового слоя покрытия. Чем ниже значение, тем резче отражение. Значение 0 даст идеально резкое зеркальное отражение, а 1,0 создаст отражения, близкие к диффузному. Визуализация на рисунке 7.2.15.



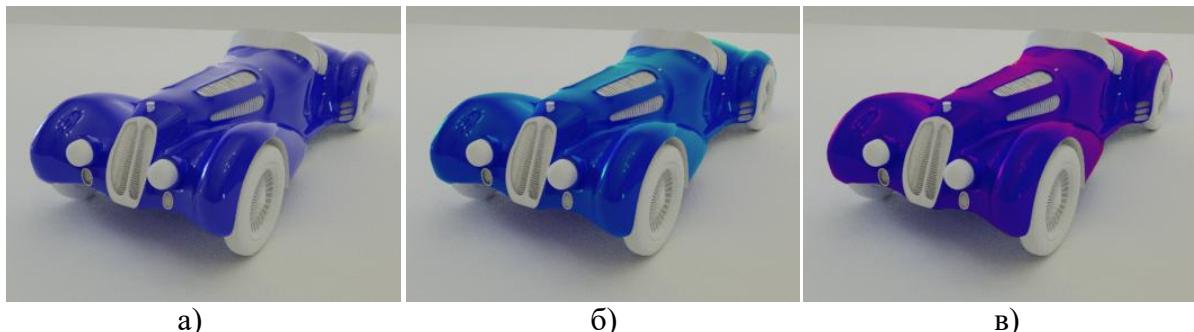
а)

б)

в)

Рисунок 7.2.15 – Влияние шероховатости зеркальных отражений от базового слоя (Specular Roughness): а) 0,05; б) 0,2; в) 0,5

Резкий переход (Specular Flip Flop) можно использовать для имитации перламутрового эффекта. Этот параметр также называют зеркальным отражением от базового слоя в зависимости от угла обзора (Specular Flip Flop). Визуализация на рисунке 7.2.16.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.16 – Использование резкого перехода шероховатости зеркальных отражений от базового слоя (Specular Flip Flop): а) белый ; б) зеленый ; в) красный

Освещенный цвет облицовки (Specular Light Facing Color) – это зеркальный цвет базового покрытия в области, обращенной к источнику света. Перламутровые эффекты автомобильной краски можно создать, комбинируя освещенный цвет облицовки (Specular Light Facing Color) с цветом грунтовочного слоя (Base Color). Визуализация на рисунке 7.2.17.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.17 – Использование освещенного цвета облицовки (Specular Light Facing Color): а) красный (Specular Color: зеленый); б) красный (Specular Color: белый); в) белый (Specular Color: зеленый)

Затухание (Falloff) – это скорость затухания цвета освещенного основного зеркального покрытия. Чем выше значение, тем уже область. Полное название параметра: Затухание цвета освещенного основного зеркального покрытия (Specular Falloff Color). Визуализация на рисунке 7.2.18.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.18 – Разное затухание цвета освещенного основного зеркального покрытия (Specular Falloff Color): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Коэффициент преломления зеркального покрытия (Specular IOR). Визуализация данного параметра представлена на рисунке 7.2.19.

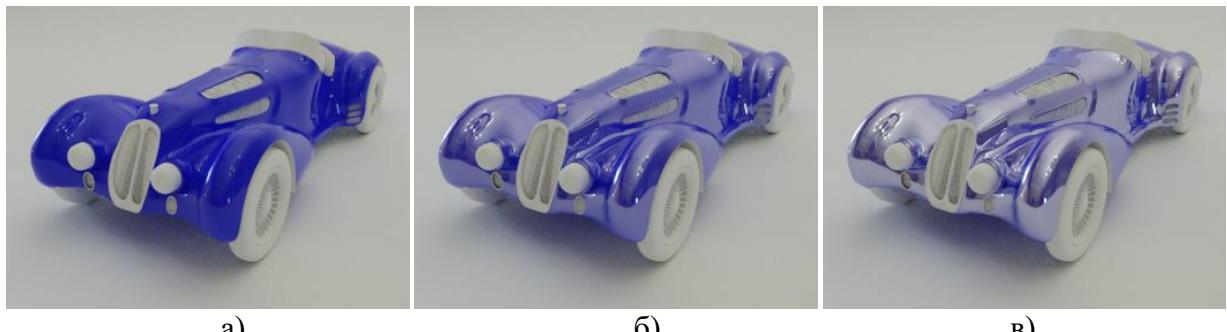


Рисунок 7.2.19 – Разный коэффициент преломления зеркального покрытия (Specular IOR):
а) 1,5; б) 3; в) 6

Рассеянный цвет (Transmission Color) имитирует ослабление света пигментами. Настройка параметра производится в оттенках серого. Чем ниже значение, тем плотнее пигменты. Визуализация влияния данного параметра приведена на рисунке 7.2.20.

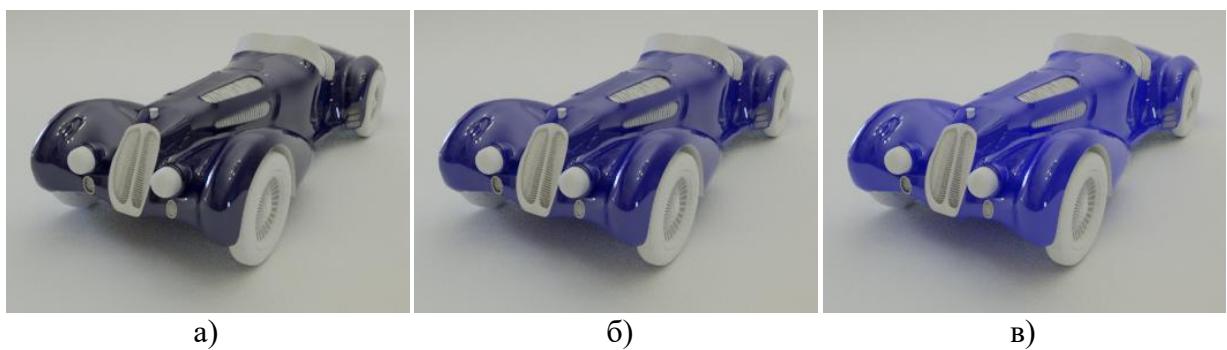


Рисунок 7.2.20 – Влияние разного значения рассеянного цвета (Transmission Color):
а) 0,15; б) 0,5; в) 1,0

Металлические чешуйки (Flakes) – это параметр, который позволяет получить эффект блесток в покраске.

Цвет чешуек (Flake Color) – цвет, которым будет создаваться зеркальное отражение (блики) от металлических чешуек. Полное название параметра: цвет бликов от металлических чешуек (Flake Color). Визуализация на рисунке 7.2.21.

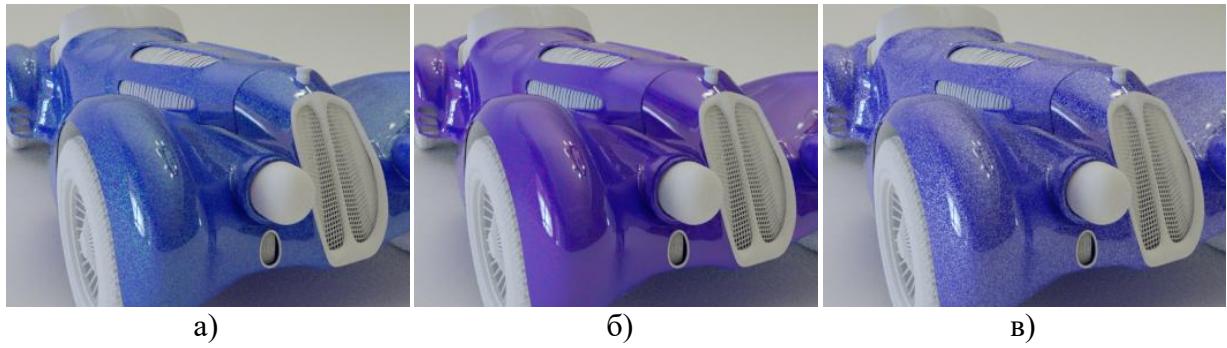
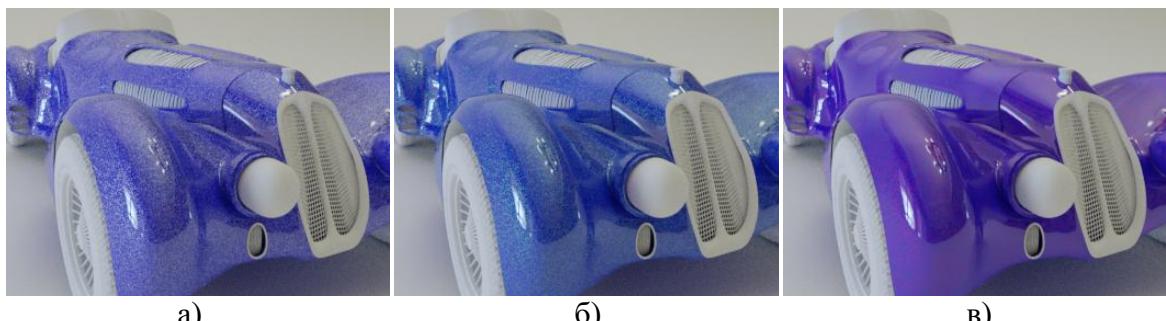


Рисунок 7.2.21 – Различный цвет металлических чешуек (Flake Color): а) зеленый; б) красный; в) белый

Резкий переход (Flip Flop) создает зеркальное отражение от чешуек в зависимости от угла обзора. Полное название параметра: зеркальное отражение от

чешуек в зависимости от угла обзора (Flake Flip Flop). Визуализация на рисунке 7.2.22.



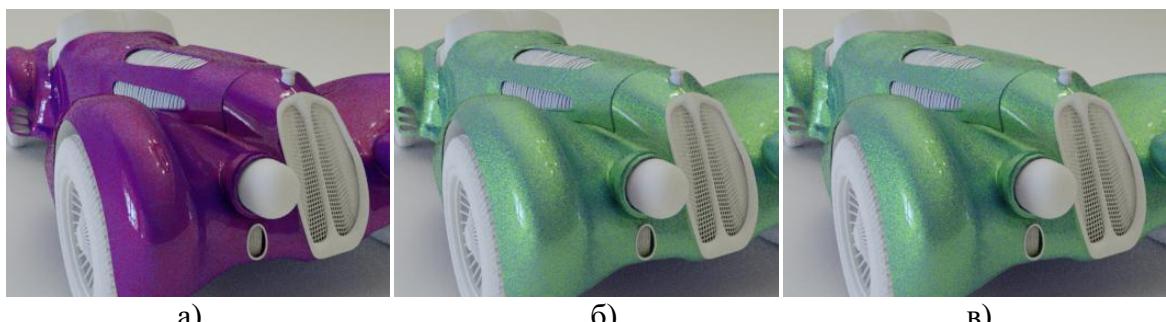
а)

б)

в)

Рисунок 7.2.22 – Резкий переход для металлических чешуек (Flake Flip Flop): а) белый (Specular Color: белый); б) зеленый (Specular Color: белый); в) красный (Specular Color: белый)

Освещенный цвет облицовки (Light Facing Color) создает цвет зеркального отражения от чешуек в области, обращенной к источнику света. Полное название параметра: освещенный зеркальный цвет бликов от металлических чешуек (Flake Light Facing Color). Визуализация на рисунке 7.2.23.



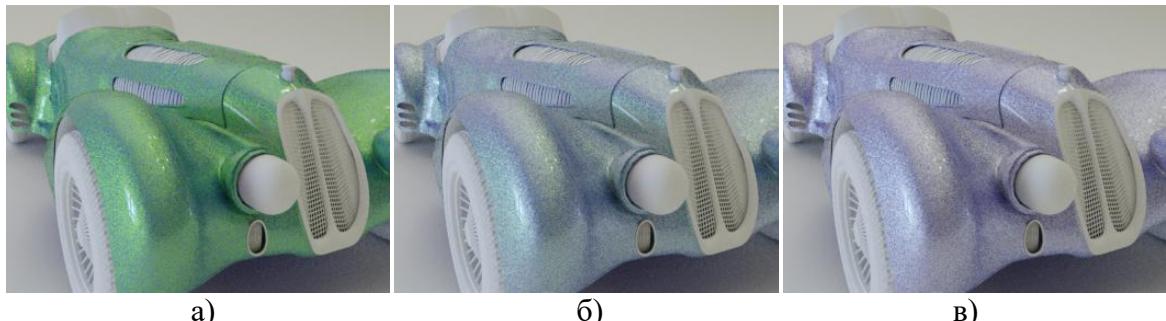
а)

б)

в)

Рисунок 7.2.23 – Влияние освещенного цвета облицовки (Light Facing Color): а) красный (Flake Color: зеленый); б) белый (Flake Color: зеленый); в) желтый (Flake Color: зеленый)

Затухание (Falloff) – это скорость спада светлой окраски чешуек. Чем выше значение, тем уже область. Полное название параметра: затухание цвета бликов освещенного зеркального отражения от чешуек (Flake Falloff Color). Визуализация на рисунке 7.2.24.



а)

б)

в)

Рисунок 7.2.24 – Влияние параметра затухания зеркального отражения от чешуек (Flake Falloff Color): а) красный (Flake Color: зеленый); б) белый (Flake Color: зеленый); в) желтый (Flake Color: зеленый)

Шероховатость (Roughness) управляет глянцевитостью зеркальных отражений от чешуек. Чем ниже значение, тем резче отражение. Полное название

параметра: шероховатость зеркальных отражений от базового слоя (*Flake Roughness*).

Коэффициент преломления для чешуек (Flake IOR) работает подобно коэффициенту преломления для отражений (*Specular IOR*). Визуализация на рисунке 7.2.25.

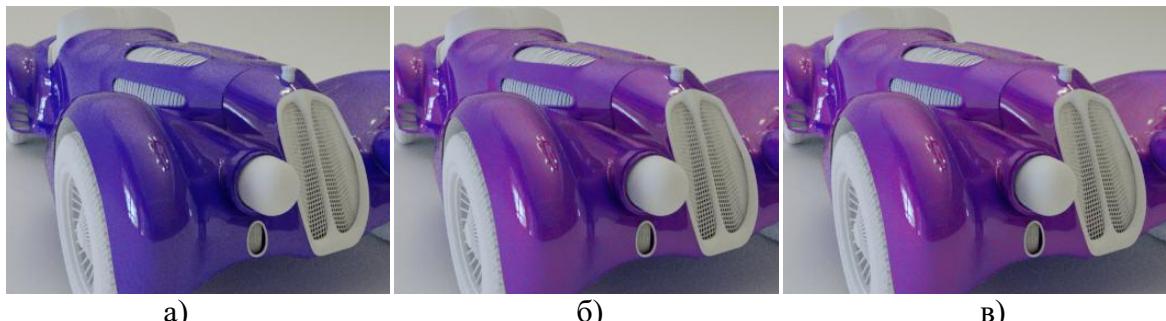


Рисунок 7.2.25 – Влияние коэффициента преломления для чешуек (Flake IOR): а) 8; б) 20; в) 100

Масштаб (Flake Scale) масштабирует чешуйчатую структуру. Меньшие значения уменьшают масштаб карты, давая большее количество чешуек. Визуализация на рисунке 7.2.26.



Рисунок 7.2.26 – Влияние масштаба (Flake Scale) на структуру чешуек: а) 0,002; б) 0,2; в) 2,0

Плотность чешуек (Flake Density) контролирует плотность чешуек. Если значение равно 0, то чешуек не будет. При значении 1 поверхность полностью покрыта чешуйками. Визуализация на рисунке 7.2.27.



Рисунок 7.2.27 – Разные значения плотности чешуек (Flake Density): а) 0,12; б) 0,25; в) 0,5

Слой (Flake Layer) – это количество слоев чешуек. Чешуйки в нижнем слое закрываются верхними. Визуализация на рисунке 7.2.28.



Рисунок 7.2.28 – Влияние количества слоев чешуек (Flake Layer): а) 1; б) 3; в) 7

Ориентация чешуек (Flake Normal Randomize) перемешивает ориентацию чешуек. Визуализация данного параметра на рисунке 7.2.29.



Рисунок 7.2.29 – Использование произвольной ориентации чешуек (Flake Normal Randomize): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Для корректной работы UV-координат текстуры при задании координатного пространства чешуек необходима подходящая развертка.

Координатное пространство (Coord Space) задает пространство, используемое для расчета форм чешуек. Используемые параметры:

Мировое (World): точки относятся к глобальному началу сцены.

Объектное (Object): точки выражаются относительно опорного центра объекта.

Референс (Pref): сокращение от «вершина в исходной позе». Плагин может передавать эти вершины Арнольду (в дополнение к обычным деформированным вершинам), которые, в свою очередь, могут быть запрошены материалом, чтобы текстура «прилипала» к эталонной позе и не плавала при деформации полигональной сетки.

Ссылка на имя референса (Pref Name) – это имя массива пользовательских данных ссылочной позиции.

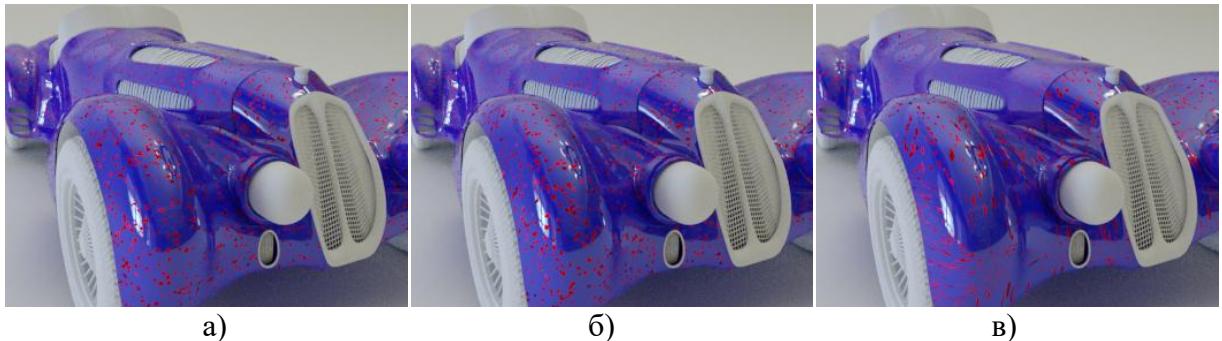


Рисунок 7.2.30 – Использование координатного пространства для чешуек (Coord Space):
а) референс (Pref); б) мировое (World); в) UV

Для корректной работы UV-координат текстуры при задании координатного пространства чешуек необходима подходящая развертка.

Прозрачное дополнительного покрытие (Coat).

Коэффициент отражения дополнительного покрытия (Coat Weight) используется для покрытия материала. Он действует как слой прозрачного покрытия поверх слоя основы и грунтовки. Покрытие всегда является отражающим (с заданной шероховатостью) и считается диэлектрическим. Визуализация на рисунке 7.2.31.



Рисунок 7.2.31 – Использование коэффициента отражения дополнительного покрытия (Coat Weight): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Цвет прозрачности дополнительного слоя покрытия (Coat Color). Визуализация данного параметра на рисунке 7.2.32

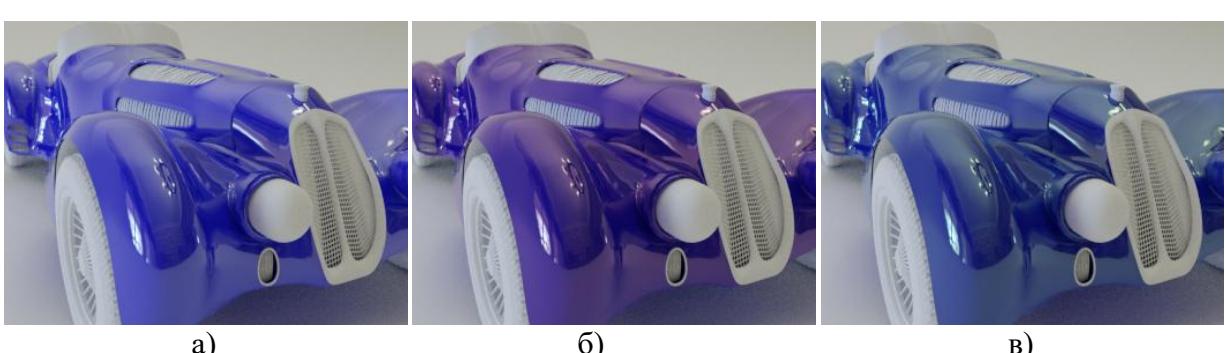


Рисунок 7.2.31 – Использование коэффициента отражения дополнительного покрытия (Coat Weight): а) белый; б) красный; в) зеленый

Шероховатость зеркальных отражений от базового слоя (Coat Roughness) управляет глянцевитостью зеркальных отражений от дополнительного слоя покрытия. Чем ниже значение, тем резче отражение. Значение 0 даст идеально резкое зеркальное отражение, а значение 1,0 создаст отражения, близкие к диффузным. Визуализация на рисунке 7.2.32.

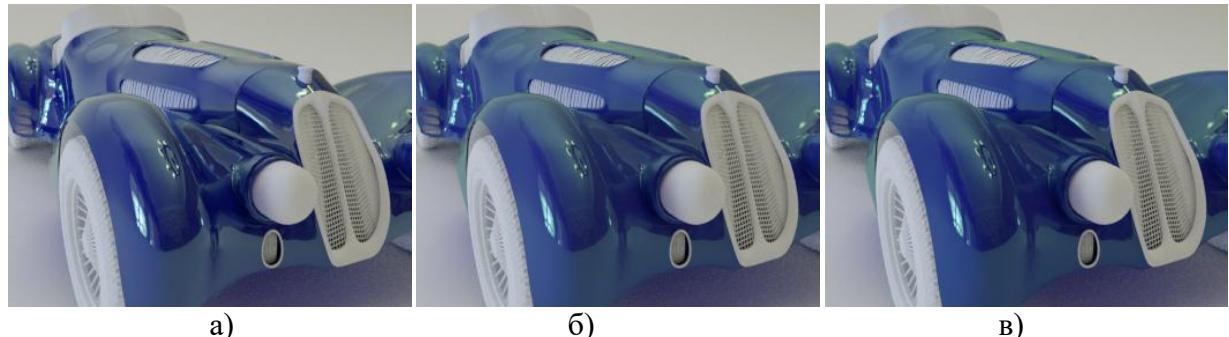


Рисунок 7.2.31 – Использование коэффициента отражения дополнительного покрытия (Coat Weight): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Коэффициент преломления дополнительного слоя покрытия (Coat IOR) работает аналогично коэффициенту преломления для отражений. Визуализация на рисунке 7.2.32

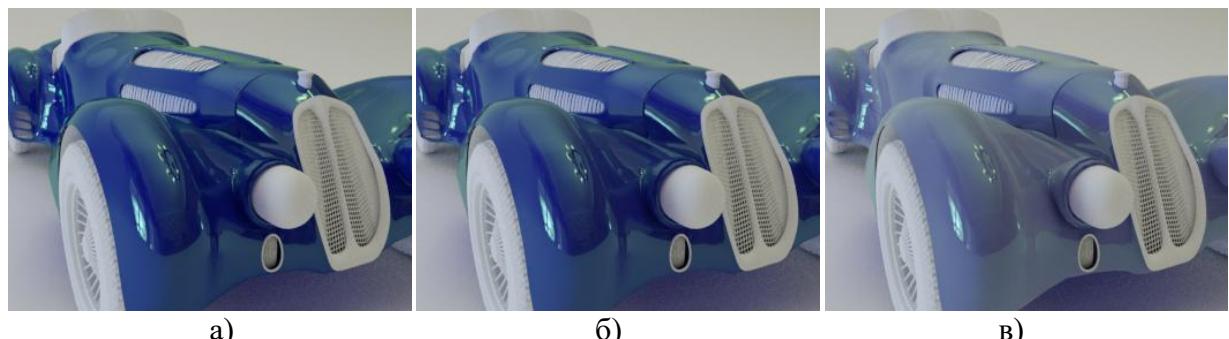


Рисунок 7.2.32 – Использование коэффициента преломления дополнительного слоя покрытия (Coat IOR): а) 1,1; б) 1,5; в) 5

Использование *смещения нормали (Coat Normal)* может представлять собой неровный слой покрытия на более гладкой основе, например эффект дождя.

7.3. Мультишное затенение (Toon Shading)

Для создания реалистичной визуализации используется различные шейдеры, одним из таких является *мультяшное затенение (Toon Shading)*. Тип фильтра (Filter Type) в настройках визуализатора Arnold должен быть контурный (Contour). Без него нельзя увидеть оттенок мультишного (рисованного) ребра (Toon Edge) на изображении. Для устранения мерцаний в анимации необходимо заблокировать образец выборки (Lock Sampling Pattern). Также есть ограничение: материал объема, размытие в движении и глубина резкости в настоящее время не работают с этим шейдером.

Выделение ребра (Edge) использует контурный фильтр. Для настройки цвета линий и изменения вида линии используются параметры цвет линии (Edge Color), регулировка толщины (Edge Width Scale), настройка непрозрачности линии (Edge Opacity).

На рисунке 7.3.1 показана модель с примененным шейдером мультишного затенения (Toon Shading).

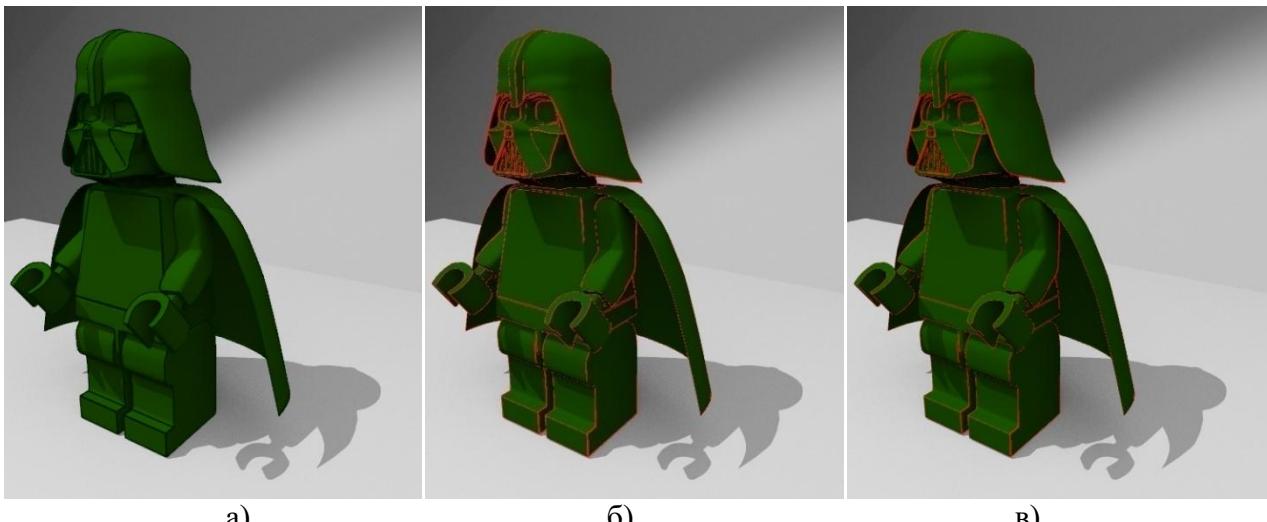


Рисунок 7.3.1 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading): а) регулировка толщины (Edge Width Scale) = 0,9 и цвет линии (Edge Color) зеленый; б) регулировка толщины (Edge Width Scale) = 0,5 и цвет линии (Edge Color) красный; в) регулировка толщины (Edge Width Scale) = 0,5 и цвет линии (Edge Color) красный, непрозрачность линий (Edge Opacity) = 0,5

Детализации линий в местах скопления граней можно добиться используя для шейдера настройки края (*Facing Rratio*). Визуализация на рисунке 7.3.2.

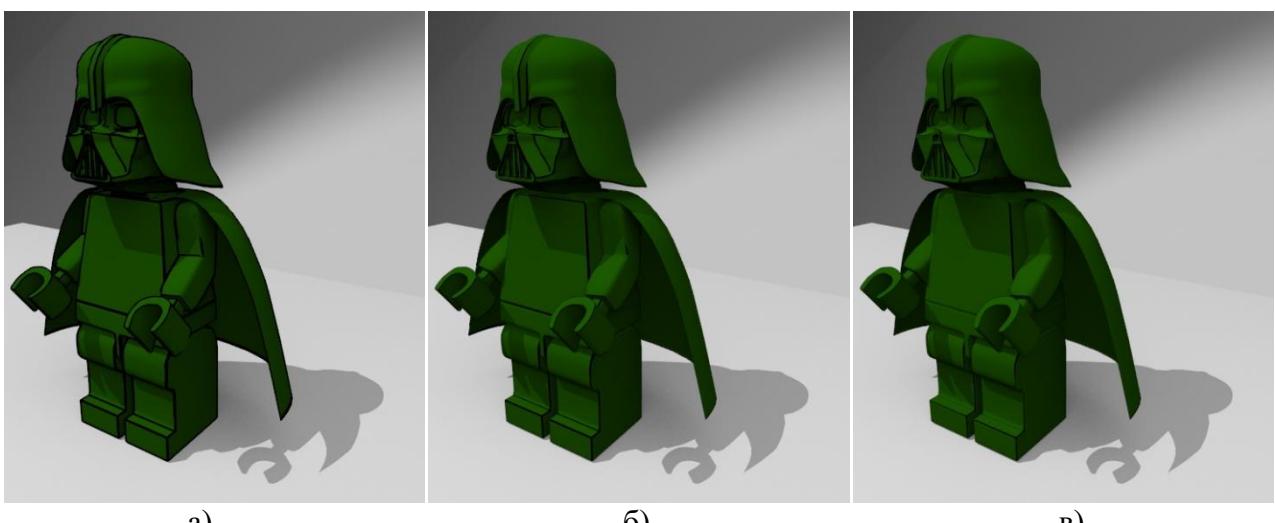


Рисунок 7.3.2 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), регулировкой толщины (Edge Width Scale) = 2 и цветом линии (Edge Color) черный: а) без шейдера настройки края (*Facing Ratio*); б) с шейдером настройки края (*Facing Ratio*) с применением линейной интерполяции; в) с шейдером настройки края (*Facing Ratio*) без применением линейной интерполяции

Обнаружение краев (Edge Detection) – это обнаружение границ, организованное на использовании разницы идентификаторов (ID) и соседних пикселей. Пример приведен на рисунке 7.3.3.



Рисунок 7.3.3 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading) с регулировкой толщины (Edge Width Scale) =2, цвет линии (Edge Color) черный: а) без шейдера настройки края (Facing Ratio) б) с шейдером настройки края (Facing Ratio) с применением линейной интерполяции; в) параметры шейдера настройки края (Facing Ratio)

Цвет маски (Mask Color). Край обнаруживается, когда цвет маски соседних пикселей отличается. Предполагается, что цвет маски (Mask Color) имеет текстуру, связанную для рисования произвольной формы путем обнаружения различий в цвете. С помощью этого параметра линии можно рисовать в любом месте (фильтр рисует линии там, где меняется цвет маски). Визуализация на рисунке 7.3.4.

Визуализация с применением шейдера шума (Noise) на рисунке 7.3.5.

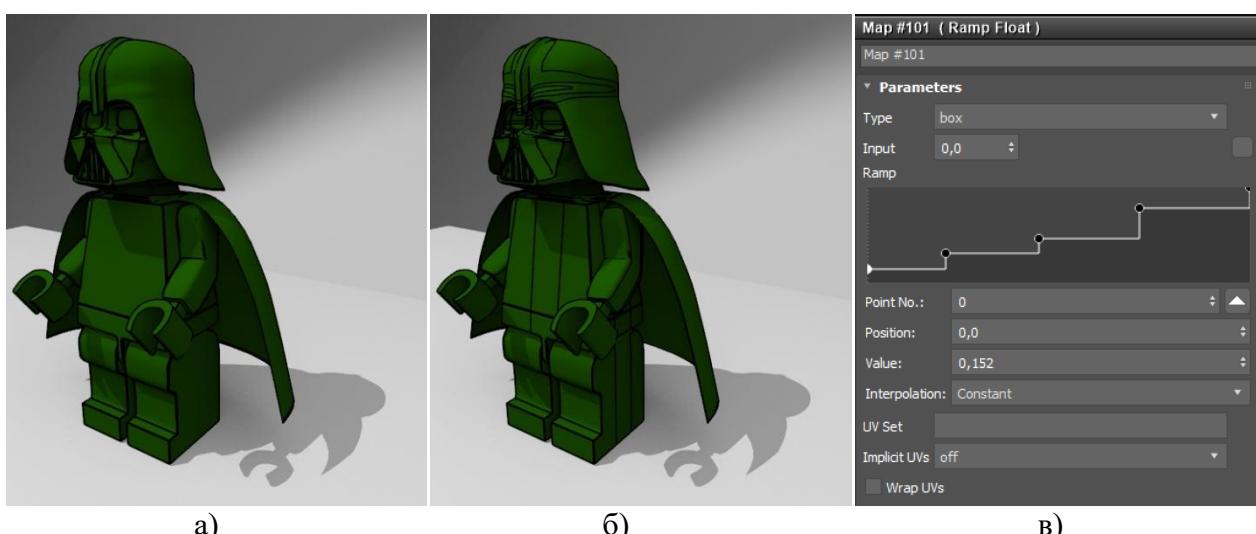


Рисунок 7.3.4 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading) с регулировкой толщины (Edge Width Scale) =2, цвет линии (Edge Color) черный: а) без шейдера управления смещением (Ramp Float); б) с шейдером управления смещением (Ramp Float); в) настройки шейдера управлением смещения (Ramp Float)

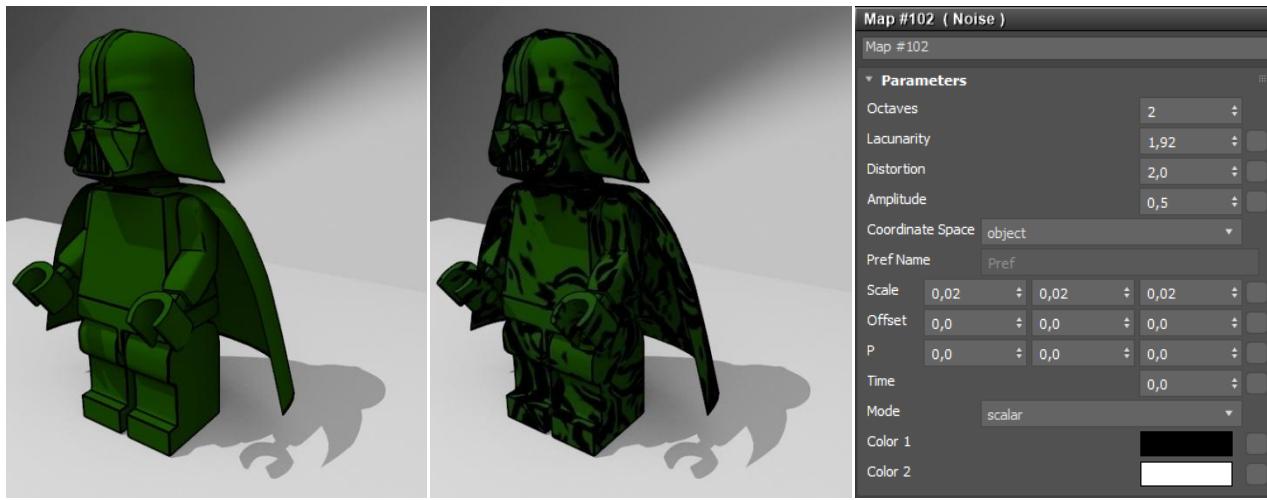


Рисунок 7.3.5 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading) с регулировкой толщины (Edge Width Scale) =2, цвет линии (Edge Color) черный: а) без шейдера шума (Noise); б) с шейдером шума (Noise); в) настройки шейдера шума (Noise)

Порог угла (Angle Threshold) определяет границы для формирования края, используя разницу в углах между соседними пикселями. Визуализация на рисунке 7.3.6.

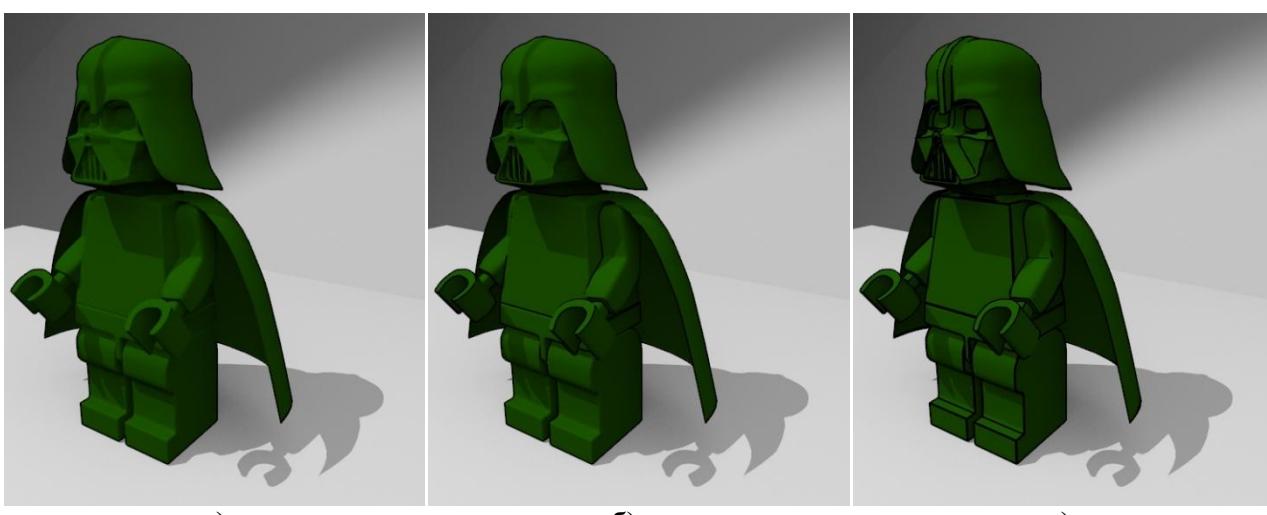


Рисунок 7.3.6 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading) с регулировкой толщины (Edge Width Scale) =2, цвет линии (Edge Color) черный, с разным порогом угла (Angle Threshold): а) 180; б) 60; в) 15

Параметр *обнаружения краев (Edge Detection)* использует разные алгоритмы: по нормалям затенения (Shading Normal), по нормалям сглаживания (Smoothed Normal) и нормали геометрии (Geometric Normal).

Также используются параметры *расширенное управление краем (Advanced Edge Control)* и *приоритет (Priority)* – расстановка приоритетов при выборе ребра.

Игнорирование пропускной способности (Ignore Throughput). На цвет контура влияет пропускная способность луча. Влияние этого параметра показано на рисунке 7.3.7.

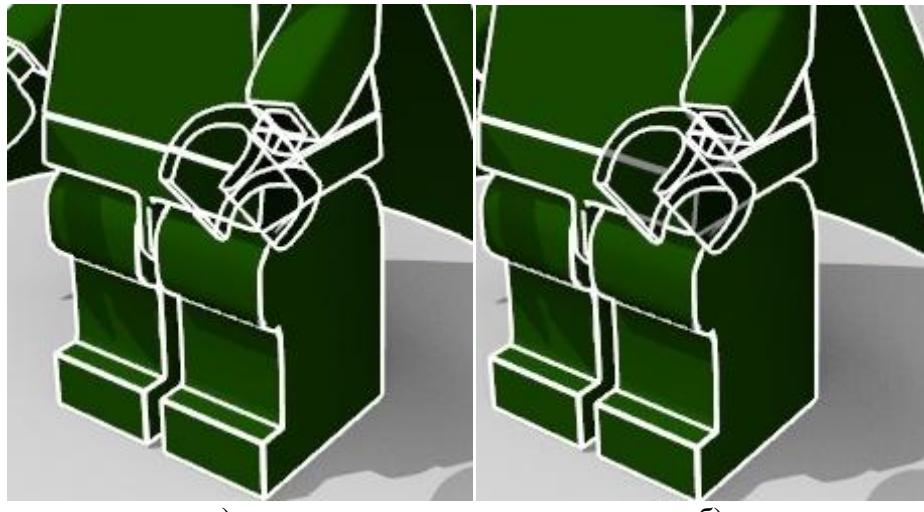


Рисунок 7.3.7 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading) с регулировкой толщины (Edge Width Scale) = 1, цвет линии (Edge Color) белый, игнорирование пропускной способности (Ignore Throughput): а) включено; б) выключено

Базовый цвет для материала мультиплексионного стиля (Base (Toon)).

Параметры *величина значения базы* (*Base Weight*) и *цвет базы* (*Base Color*) позволяют выбрать цвет и установить его интенсивность. Базовый цвет задает яркость поверхности при прямом освещении источником белого света, определяет, какой процент для каждого компонента спектра RGB не поглощается, когда свет рассеивается под поверхностью. Пример визуализации на рисунке 7.3.8.

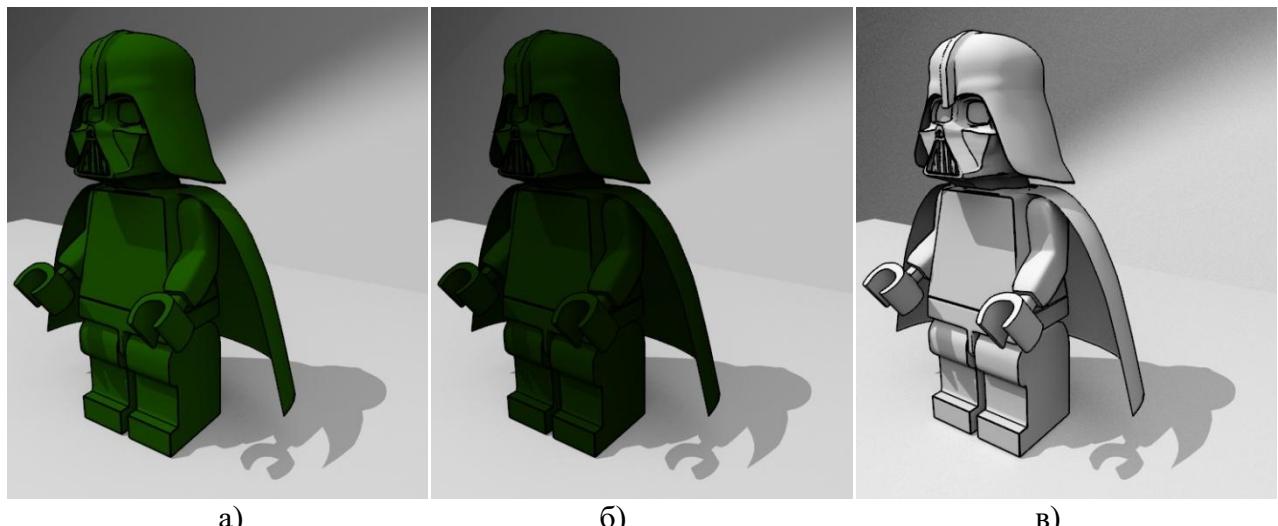


Рисунок 7.3.8 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading): а) величина значения базы (*Base Weight*) = 1, цвет базы (*Base Color*) зеленый; б) величина значения базы (*Base Weight*) = 0,2, цвет базы (*Base Color*) зеленый; в) величина значения базы (*Base Weight*) = 1, цвет базы (*Base Color*) белый

Карта тонов (Tonemap). Используя карты управления смещением (Ramp Float) или для управления смещением по цвету (Ramp RGB) можно создать смену тона. Чем мягче освещение, тем мягче и переходы тона. На рисунке 7.3.9 показано изображение, полученное при освещении сцены одним направленным и двумя рассеянными источниками света.

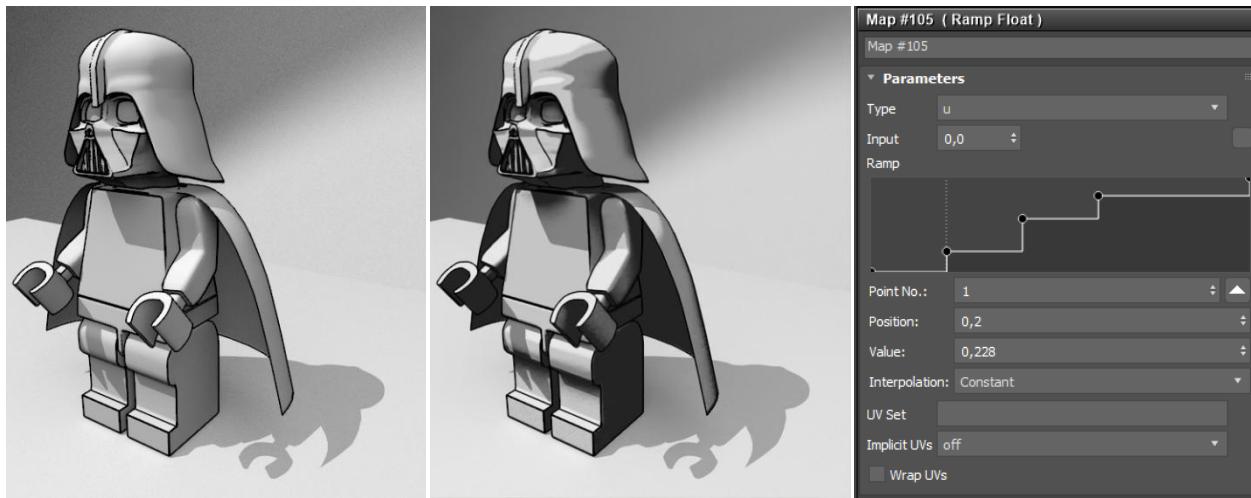


Рисунок 7.3.9 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), величина значения базы (Base Weight) =1, цвет базы (Base Color) белый: а) без карты тонов; б) используется управление смещением (Ramp Float); в) настройки карты

При использовании карты управления смещением по цвету (Ramp RGB) необходимо помнить, что карта тона будет смешиваться с базовым цветом (Base Color) путем сложения цветов.



Рисунок 7.3.10 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), смешивание цвета базы (Base Color) с цветами, полученными картой управления смещением по цвету (Ramp RGB): а) цвета базы (Base Color); б) цвета карты тональности; в) результат смешивания

Для получения различных стилистических эффектов необходимо поработать с различными процедурными картами, что может привести к интересным результатам.

Отражение для материала мультиплексионного стиля (Specular (Toon)).

Зеркальный вес (Specular Weight) влияет на яркость зеркальной подсветки. Мультишный шейдер (Toon) не является шейдером на физической основе и предназначен для экономии энергии.

Цвет отражения (Specular Color) – это цвет, с помощью которого будет создаваться зеркальное отражение. Он используется для добавления цвета в

зеркальную подсветку. Лучше, если использовать цветное зеркальное отражение только для определенных металлов, в то время как неметаллические поверхности обычно имеют монохроматический зеркальный цвет. Неметаллические поверхности обычно не имеют цветного отражения.

Шероховатость зеркальной поверхности (Specular Roughness) контролирует глянцевитость зеркальных отражений. Чем ниже это значение, тем четче отражение. В пределе значение 0 дает идеально четкое зеркальное отражение, в то время как 1.0 создаст отражения, близкие к рассеянному отражению. Для получения различной шероховатости на поверхности в канал можно подключить карту, которая и задаст эту разность. Визуализация на рисунке 7.3.11.

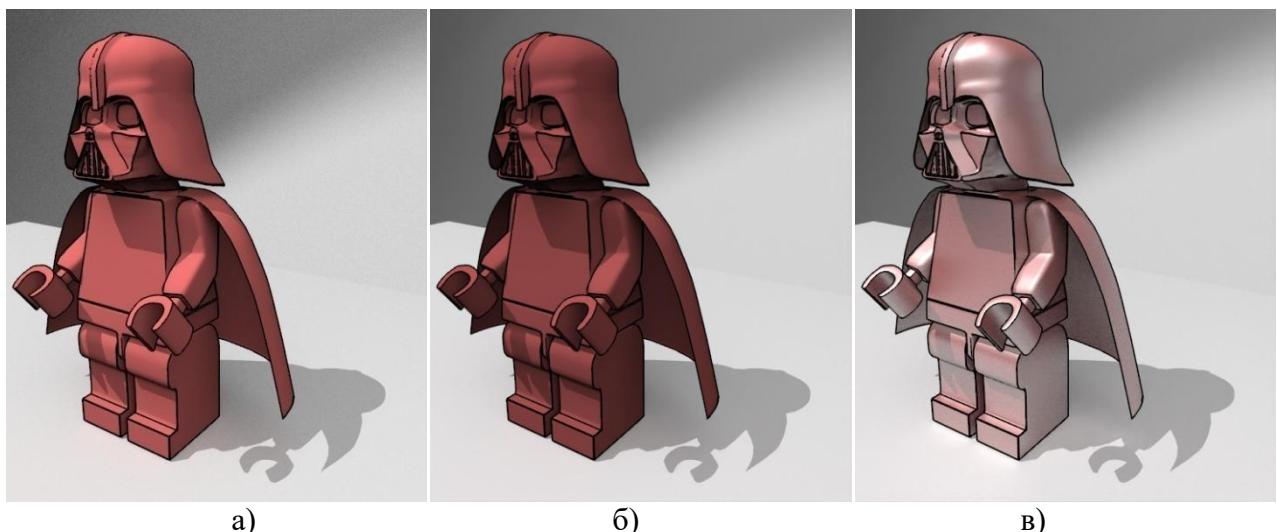


Рисунок 7.3.11 – Настройки отражения (Specular) поверхности для модели с мультишадингом (Toon Shading): а) без отражений; б) Зеркальный вес (Specular Weight) = 0,5, цвет отражения (Specular Color) черный, шероховатость зеркальной поверхности (Specular Roughness) = 0; в) Зеркальный вес (Specular Weight) = 0,5, цвет отражения (Specular Color) белый, шероховатость зеркальной поверхности (Specular Roughness) = 0,5

Анизотропия для отражения (Specular Anisotropy). Анизотропия отражает и пропускает свет с направленным смещением и заставляет материалы казаться более грубыми или блестящими в определенных направлениях. Значение по умолчанию для анизотропии равно 0, что означает изотропный. При перемещении элемента управления в сторону 1,0 поверхность становится более анизотропной по оси U. Визуализация на рисунке 7.3.12.

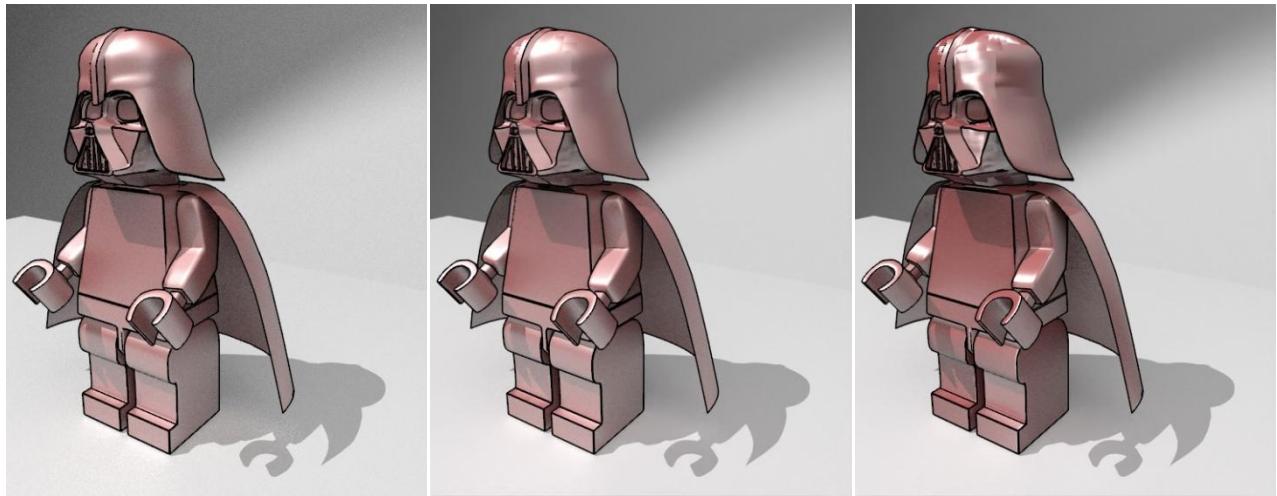


Рисунок 7.3.12 – Настройки анизотропии (Anisotropy) для отражения (Specular) поверхности для объекта с мультишным затенением (Toon Shading): а) без анизотропии; б) анизотропия (Anisotropy) = 0,4; в) Анизотропия (Anisotropy) = 0,9

Поворот для анизотропии отражения (Rotation Specular Anisotropy). Значение поворота изменяет ориентацию анизотропного отражения в UV-пространстве. При 0.0 вращение отсутствует, в то время как при 1.0 эффект поворачивается на 180 градусов. Для поверхности с матовым металлом это определяет угол, под которым материал был почищен абразивом. Для металлических поверхностей анизотропная подсветка должна растягиваться в направлении, перпендикулярном направлению шлифовки.

Карта тональности для отражений (Specular Tonemap). Используя карты управление смещением (Ramp Float) или для управления смещением по цвету (Ramp RGB) можно создать смену тона для отражений аналогично как и для базового цвета. Визуализация на рисунке 7.3.13.

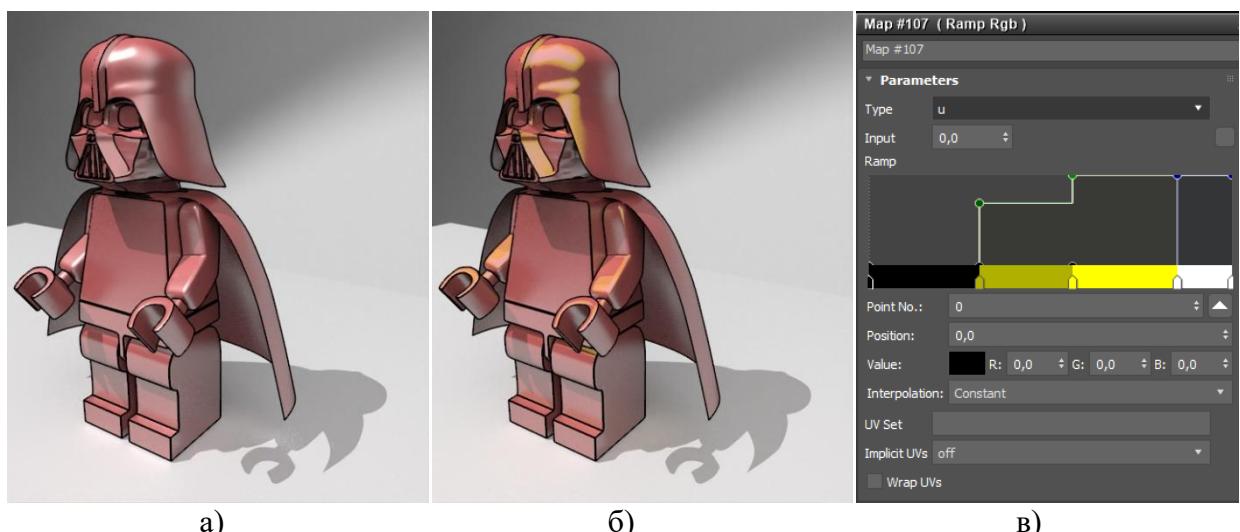


Рисунок 7.3.13 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), зеркальный вес (Specular Weight) = 0,5, цвет отражения (Specular Color) белый: а) без карты тонов; б) используется управления смещением по цвету (Ramp RGB); в) настройки карты

Освещение края (Rim Lighting). Основная настройка – *кромка света (Rim Light)*. Можно внести название источника света, который будет использоваться. На освещение обода влияет тень этого света. Поддерживаемые типы источников света: рассеянный (Distant), точечный (Point), направленный (Spot), и фотометрический (Photometric).

При внесении источника должен использоваться синтаксис «/» при написании его названия, если свет называется «ArnoldLight_spot», то следует использовать «/ArnoldLight_spot». Пример визуализации на рисунке 7.3.14.

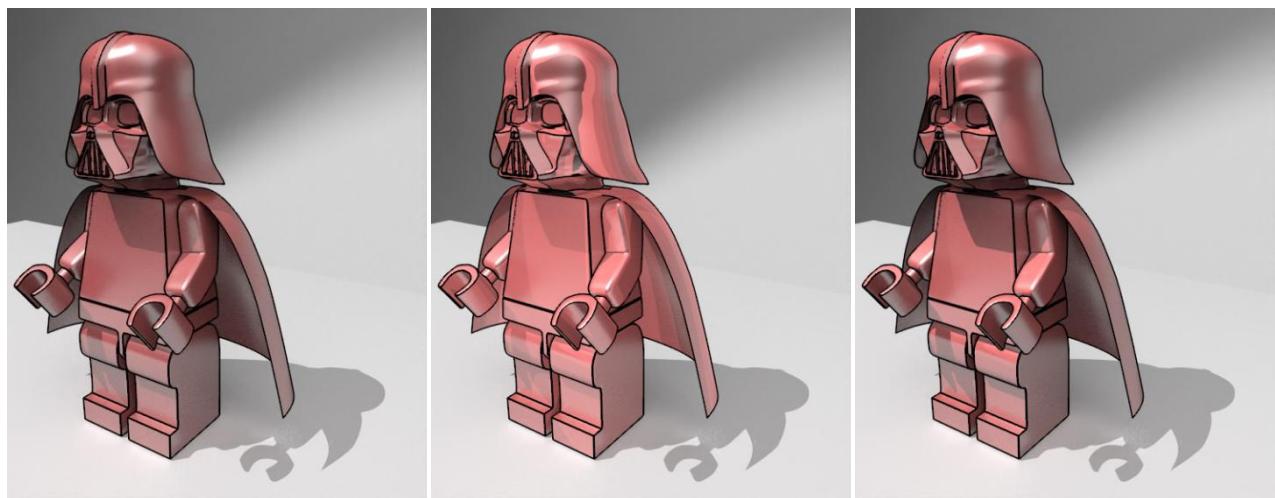


Рисунок 7.3.14 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading) с настройкой освещения края (Rim Lighting): а) без освещение края; б) кромка создается при использовании затенения всех источников; в) кромка создается при использовании затенения только направленного источника

Цвет кромки света (Rim Light Color). Используя карты управления смещением (Ramp Float) или для управления смещением по цвету (Ramp RGB) можно создать смену тона. Визуализация эффекта на рисунке 7.3.15.

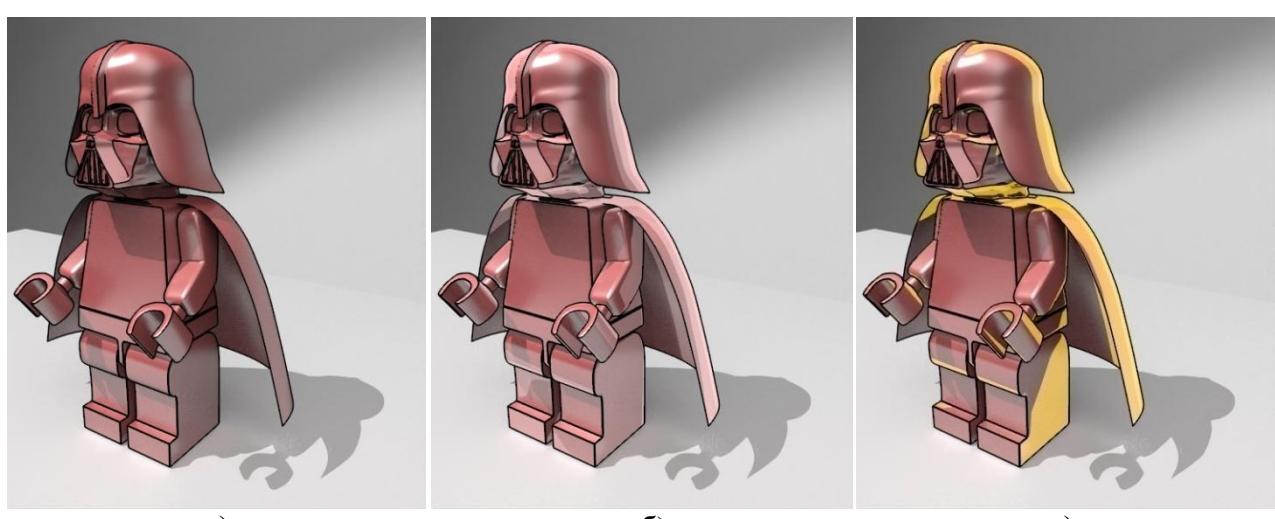


Рисунок 7.3.15 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading) с настройкой цвета кромка света (Rim Light Color): а) черный цвет; б) подключена карта управление смещением (Ramp Float); в) подключена карта управления смещением по цвету (Ramp Float)

Ширина кромки света (Rim Light Width). Эта опция реализована таким образом, чтобы не нужно было подключать карты управления смещением для создания освещения края. Визуализация на рисунке 7.3.16.

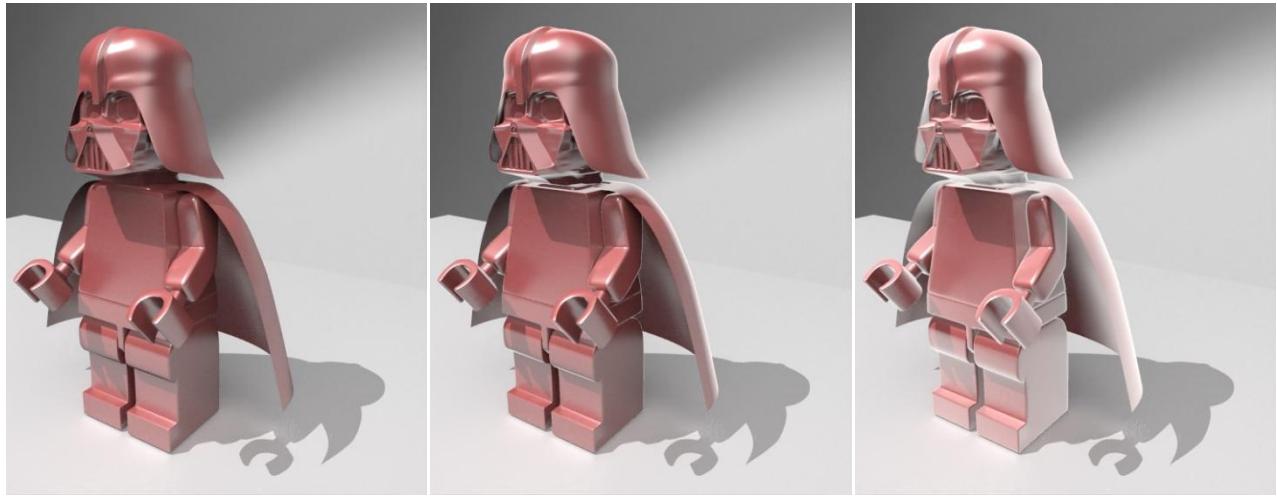


Рисунок 7.3.16 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), цвет кромки света (Rim Light Color) белый, с разной шириной кромки света (Rim Light Width): а) 0; б) 0,25; в) 0,5

Оттенок кромки света (Rim Light Tint) оттеняет цвет света кромки, используя базовый цвет поверхности. Визуализация параметра на рисунке 7.3.17.



Рисунок 7.3.17 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), цвет кромки света (Rim Light Color) зеленый, с настройкой ширины кромки света (Rim Light Width) = 0,5 и оттенком кромки света (Rim Light Tint): а) 0,0; б) 0,5; в) 1,0

Освещение края позволяет создавать множество эффектов похожими на подповерхностное рассеивание света или с добавлением различных цветных краев в зависимости от используемых источников света.

Пропускание для материала мультиликационного стиля (Transmission (Toon)). Пропускание позволяет свету рассеиваться по поверхности для прозрачных и полупрозрачных материалов, таких как стекло или вода. Для корректной работы в настройках визуализатора необходимо выставить достаточ-

ное количество лучей. При недостаточном количестве лучей можно наблюдать черноту в объеме.

Важно учесть, что в данном шейдере пропускание работает совместно с отражениями, величина отражения является множителем для пропускания.

Коэффициент пропускания (Transmission Weight) определяет, какое количество лучей пройдет сквозь материал.

Цвет пропускания (Transmission Color) работает как множитель умножая результат прохождения лучей на цвет. Пример визуализации на рисунке 7.3.18.

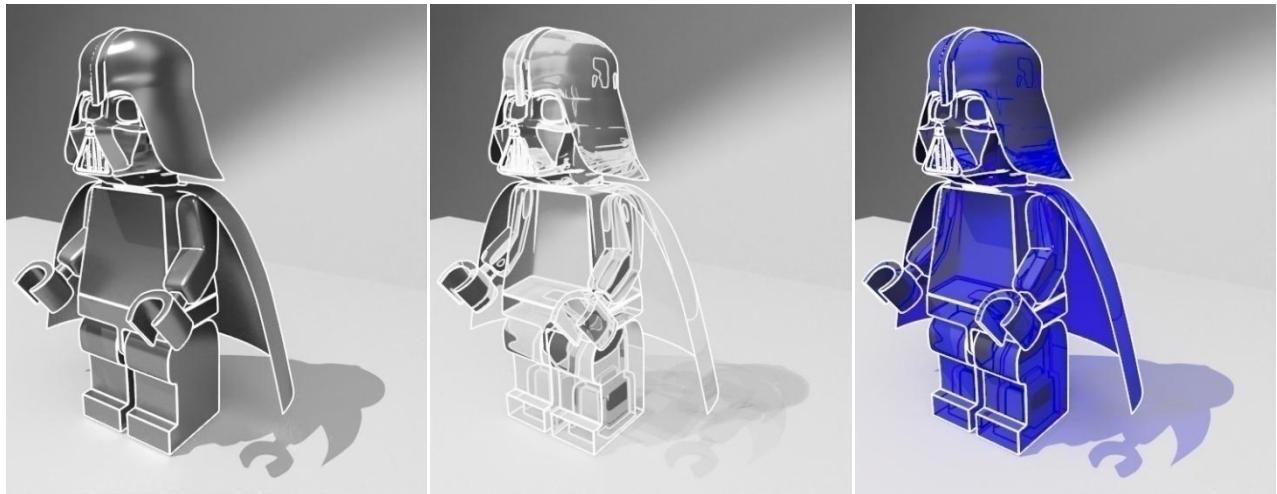


Рисунок 7.3.18 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), с пропусканием света для материала мультипликационного стиля (Transmission (Toon)): а) нет пропускания; б) коэффициент пропускания (Transmission Weight) =2; в) цвет пропускания (Transmission Color) синий

Мутноть (Transmission Roughness). Добавляет некоторую дополнительную размытость преломления.

Анизотропия пропускания (Transmission Anisotropy). Направленное смещение, или анизотропия, рассеяния. Значение по умолчанию, равное нулю, дает изотропное рассеяние, так что свет равномерно рассеивается во всех направлениях. Положительные значения смещают эффект рассеяния вперед, в направлении света, в то время как отрицательные значения смещают рассеяние назад, к свету. Пример визуализации параметра приведен на рисунке 7.3.19.



Рисунок 7.3.19 – Модель с мультишным затенением (Toon Shading), с пропусканием света для материала мультипликационного стиля (Transmission (Toon)): а) коэффициент пропускания (Transmission Weight) =2; б) мутность (Transmission Roughness) =0,25; в) анизотропия пропускания (Transmission Anisotropy)=0,9

Ориентация анизотропии в пропускании (Transmission Rotation). Значение поворота изменяет ориентацию анизотропного отражения в UV-пространстве.

Коэффициент преломления (Transmission IOR). Определяет свойства отражательной способности материала по Френелю, и по умолчанию используется угловая функция. По сути, IOR будет определять баланс между отражениями на поверхностях, обращенных к зрителю, и на краях поверхности. Интенсивность отражения остается прежней, но интенсивность отражения на лицевой стороне сильно меняется. Визуализация на рисунке 7.3.20.

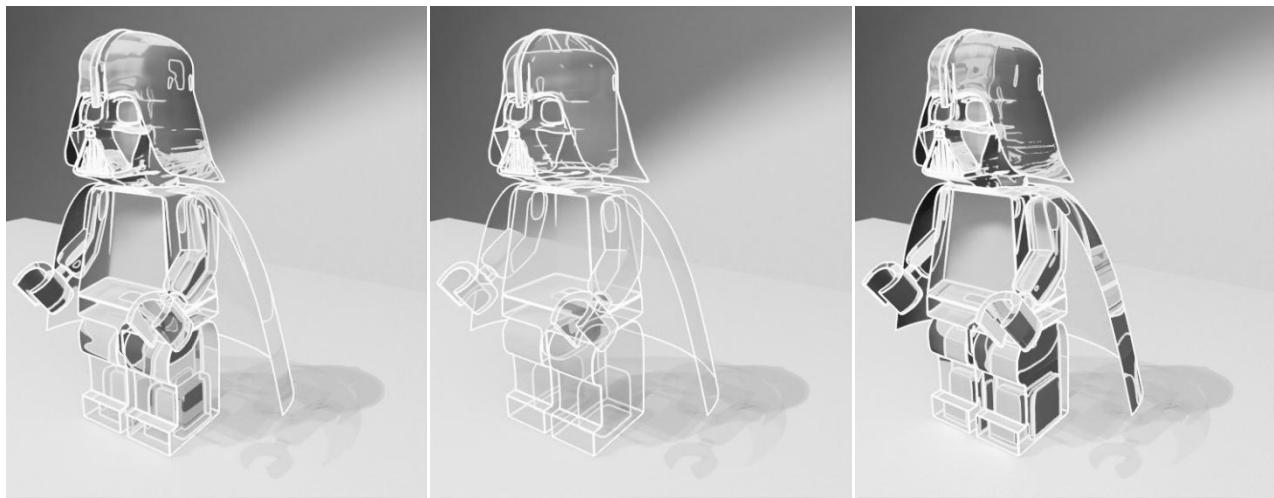


Рисунок 7.3.20 – Влияние коэффициента преломления (Transmission IOR) на свойства материала для мультипликационного стиля с пропусканием света (Transmission (Toon)): а) коэффициент преломления (Transmission IOR) = 1,52; б) коэффициент преломления (Transmission IOR) = 1,01; в) коэффициент преломления (Transmission IOR) =2,5

Из рисунка можно увидеть, что коэффициент преломления (Transmission IOR) также влияет и на формирование граней.

7.4. Базовый материал объема (Standard Volume)

Базовый материал объема (Standard Volume) является шейдером физического объема. Он обеспечивает контроль над объемной плотностью (Volume Density), цветом рассеяния (Scatter Color) и цветом прозрачности (Transparent Color).

Каждым компонентом можно управлять с помощью значения канала, поступающего от объекта управления объемом, а другие параметры действуют как множители на канале. На рисунке 7.4.1 выполнена визуализация модели с базовым материалом объема (Standard Volume).

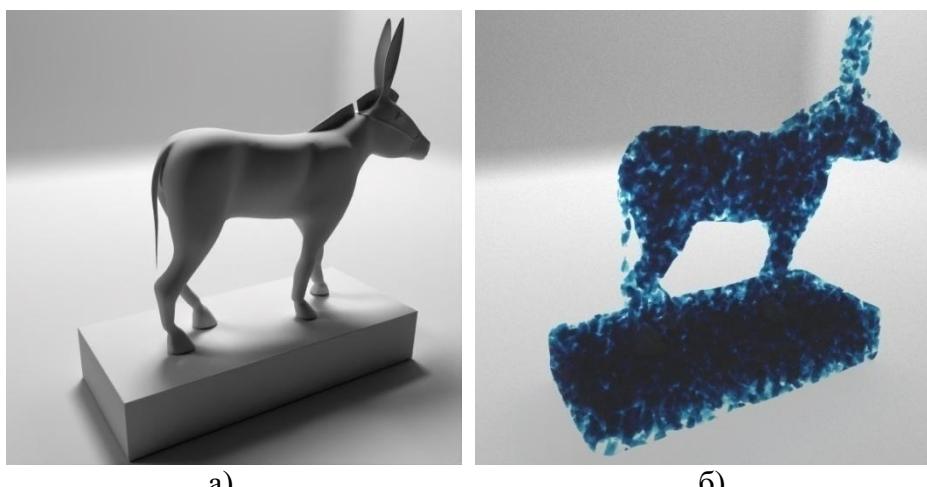


Рисунок 7.4.1 – Визуализация модели с разными типами материалов: а) с базовым материалом поверхности (Standard surface); б) с базовым материалом объема (Standard Volume)

Плотность (*Density*) управляет плотностью объема, чем выше значение плотности, тем меньше света проходит через геометрию.

Значение плотности действует как множитель на канале плотности. Если канал плотности не указан, его можно использовать для подключения шейдера, такого как образец объема или процедурная текстура. Пример влияния этого параметра на рисунке 7.4.2.

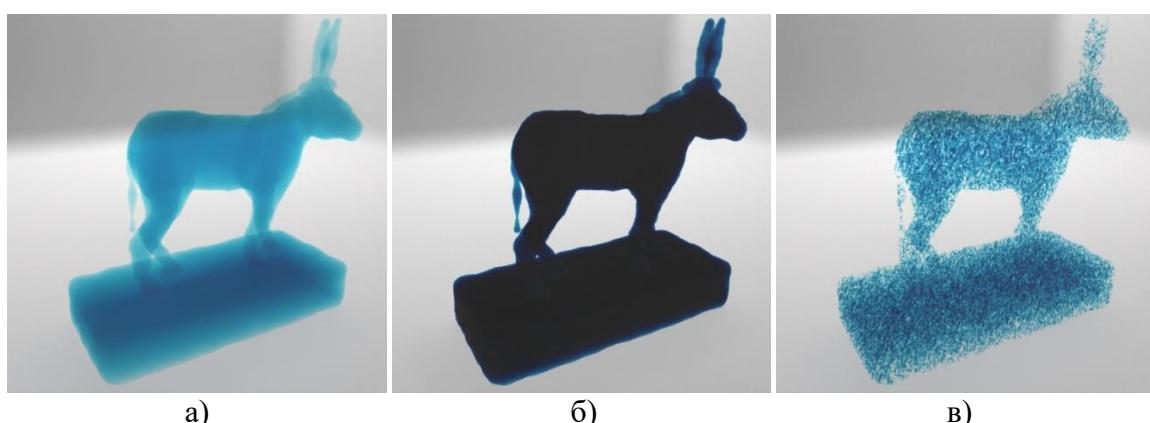


Рисунок 7.4.2 – Визуализация материала объема (Standard Volume) с разной плотностью (*Density*): а) плотность =0,05; б) плотность =0,7; в) плотность задана процедурной картой

Рассеяние (Scattering) – это отношение света, которое рассеивается, а не поглощается. Для корректной работы данного параметра значения должны находиться в диапазоне от 0 до 1. *Цвет рассеяния (Scatter Color)* показывает цвет, образующийся в объеме при рассеянии света (цвет освещаемого объема). Пример визуализации на рисунке 7.4.3.

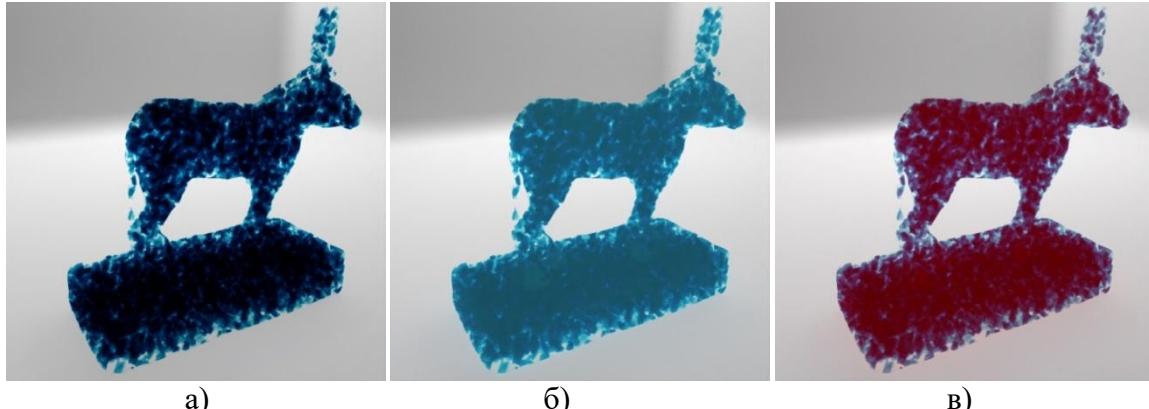


Рисунок 7.4.3 – Визуализация материала объема (Standard Volume) с разным параметром рассеяния света (Scatter) а) параметр рассеяния 0,0; б) параметр рассеяния 0,5; в) параметр рассеяния 0,5 с красным цветом рассеяния

Данный параметр является энергозатратным. Например, затраченное время для расчета изображений на рисунке без рассеяния света составило 1:40 минут, а рассеянием света – 4:27 минут.

Прозрачность (Transparency) – дополнительный контроль над плотностью объема для изменения цвета теней и объектов, видимых сквозь этот объем. Пример визуализации этого параметра на рисунке 7.4.4.

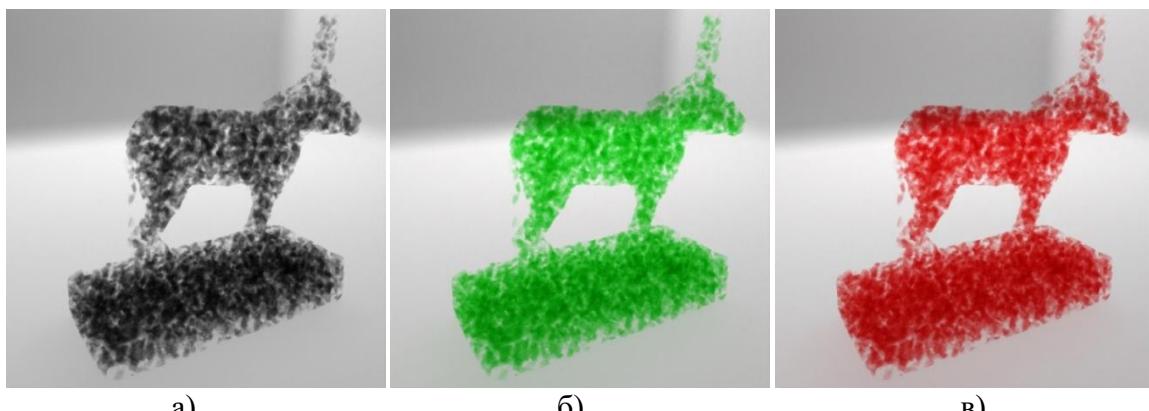


Рисунок 7.4.4 – Визуализация материала объема (Standard Volume) с разным параметром цвета плотности объема: а) цвет плотности объема – серый; б) цвет плотности объема – красный; в) цвет плотности объема – зеленый

Плотности объема (Transparency Depth) – контроль плотности объема, чтобы контролировать глубину объема, при котором реализуется прозрачный цвет. Пример визуализации на рисунке 7.4.5.

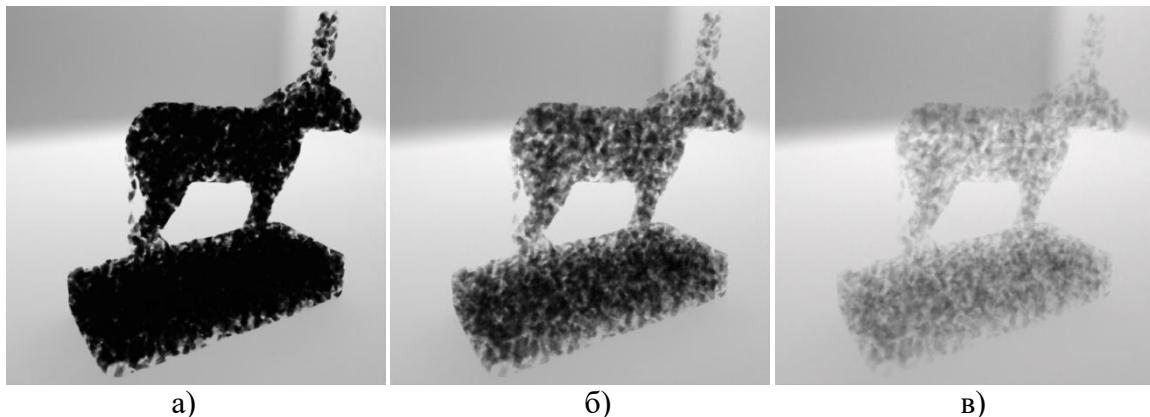


Рисунок 7.4.5 – Материал объема (Standard Volume) с разным параметром плотности объема (Transparency Depth): а) 0,1; б) 0,5; в) 2,0

Свечение (Emission). Интенсивность свечения (Emission) – это скорость, с которой объем излучает свет. Если для излучения используется канал плотности, канал излучения или канал черного тела, это действует как множитель для уменьшения или увеличения излучения. Цвет излучения (Emission Color) – это цвет для тонирования излучения.

Режимы:

- Нет (None) – не излучает свет.
- Канал (Channel) – излучение света с использованием указанного канала излучения или шейдера, связанного со скоростью излучения или параметрами цвета.
- Плотность (Density) – излучение света с использованием канала плотности, модулируемого дополнительным каналом излучения.
- Черное тело (Blackbody) – излучение цвета и интенсивности в зависимости от температуры для визуализации огня и взрывов.

Пример визуализации на рисунке 7.4.6.

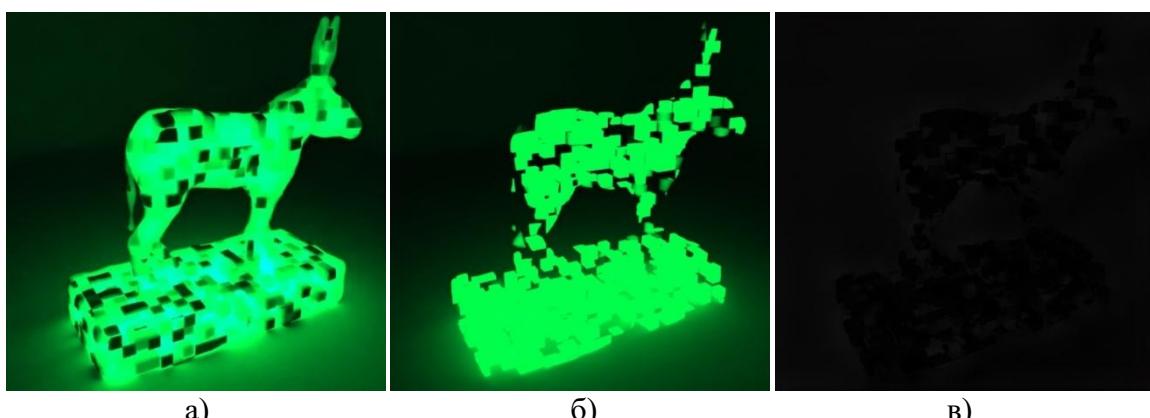


Рисунок 7.4.6 – Материал объема (Standard Volume) с разным параметрами свечения (Emission) при интенсивности свечения 0,7; а) режим: плотность (Density); б) режим: канал (Channel); в) режим: черное тело (Blackbody)

Смещение (Displacement). Данный канал служит для смещения объема, аналогично смещению на поверхностях. Это можно использовать для добавления дополнительных деталей к объему или для его деформации. Подключенная

текстура будет применена как смещение пространства объекта к позиции выборки объема для всех каналов объема. Пример визуализации на рисунке 7.4.7.

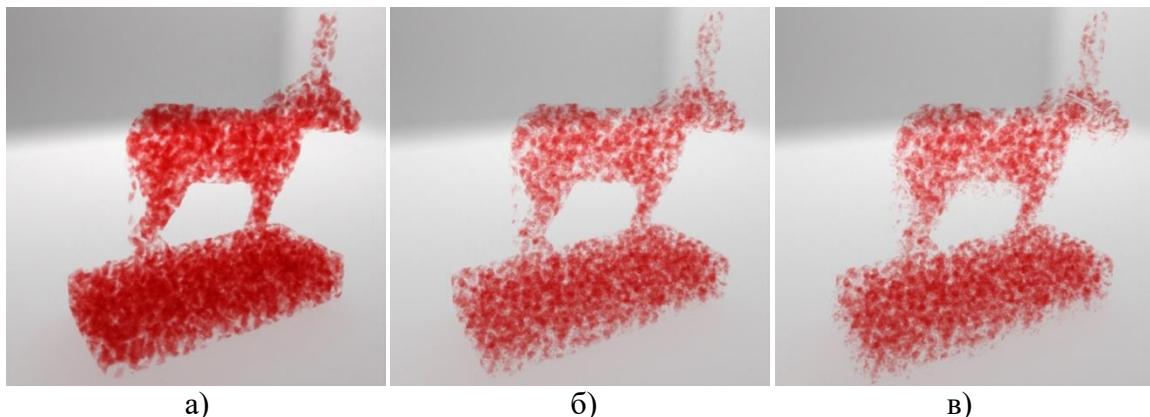


Рисунок 7.4.7 – Материал объема (Standard Volume) с разным параметрами смещения (Displacement): а) без смещения; б) со смещением с помощью процедурной карты шума; в) со смещением с помощью процедурной карты шума и смещение для объема (Volume Padding)

Смещение для объема (Volume Padding) в пространстве можно включить в настройках модификатора свойств материала Арнольд (Arnold Properties).

7.5. Пример поэтапного создания сложного материала

Создание сложного материала будет рассмотрено на примере модели кубика-двадцатигранника. В первую очередь нужно создать геометрию модели, это можно сделать на основе многогранника (Hedra: Family=Dodec/Icos, P=1, Radius=50mm) и доработать модель в полигональном моделировании (Edit Poly) с помощью фасок для рёбер и углов, чтобы добиться нужной сглаженности у рёбер и углов кубика.

На рисунке рисунок 7.5.1(а) показан следующий шаг: создание развёртки с помощью модификатора развёртки (Unwrap UVW), на её основе нужно создать растровое изображение (bitmap) с белыми цифрами на зелёном фоне (рисунок 7.5.2) и сделать копию этого изображения в чёрно-белом формате для карты смещения (Displacement). Эти изображения можно сделать в любом графическом редакторе.

Созданную карту развёртки нужно подключить в канал базового цвета (Base_color), в модификаторе развёртки (Unwrap UVW) будет виден результат, приведенный на рисунке 7.5.1(б).

Материал пластика имеет характерный блик, чтобы его создать, понадобятся настройки отражений (Specular). Для коэффициента степени отражения (Specular Weight) подобрано значение 0,72, а для параметра шероховатости отражающей поверхности (Specular Roughness) – значение 0,31. Настройки подбираются «на глаз», для этого удобно пользоваться буферным окном визуализатора Арнольд (Arnold RenderView), подробнее про него в разделе 5.2.

Поскольку поверхность кубика не идеально гладкая, от использования на ней образуются различные дефекты. Для их добавления нужно воспользоваться каналом нормалей (normal), структура материала на рисунке 7.5.3.

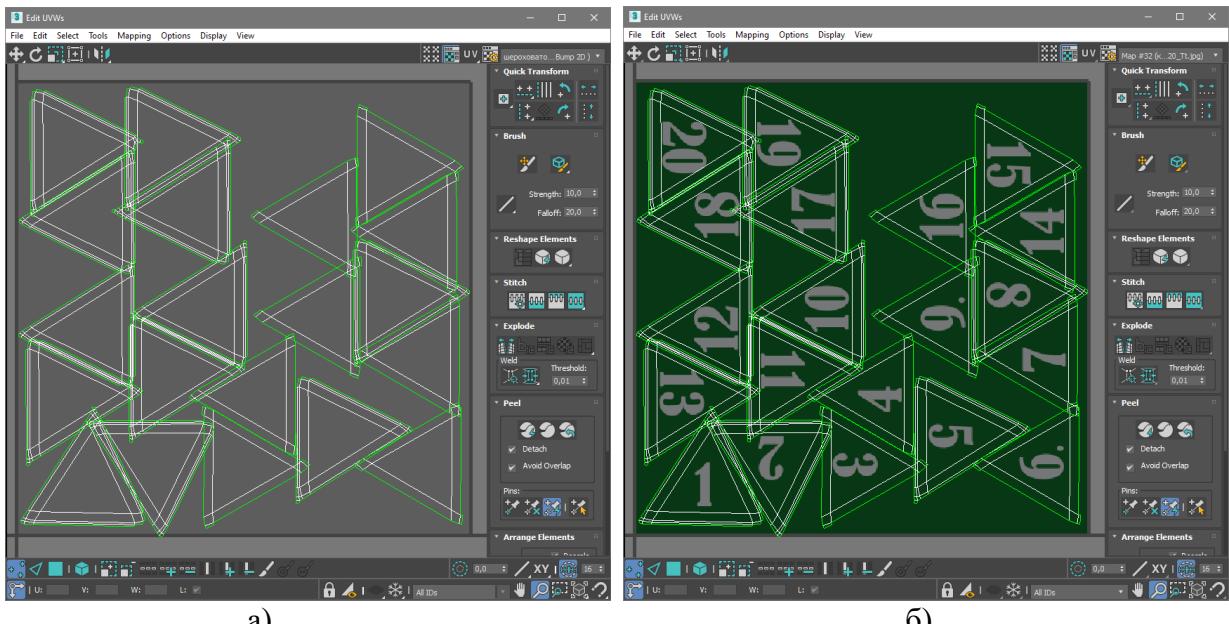


Рисунок 7.5.1 – Развёртка кубика с помощью модификатора развертки (Unwrap UVW): а) создание развёртки; б) развёртка с текстурой для канала базового цвета (base_color)

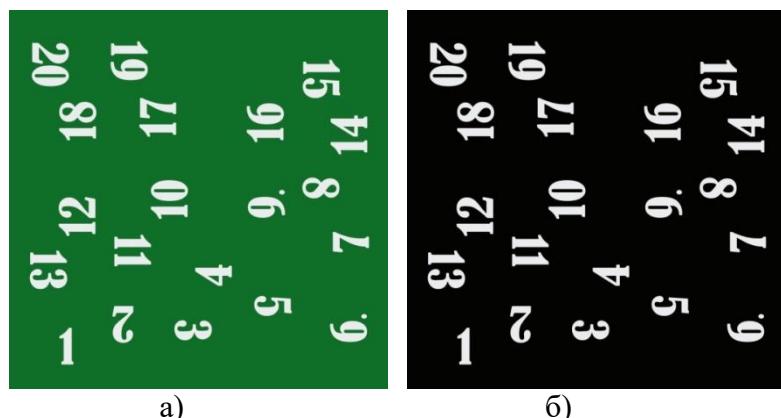


Рисунок 7.5.2 – Текстурные карты, созданные на основе развертки кубика: а) для канала базового цвета (base_color); б) для канала смещения (displacement)

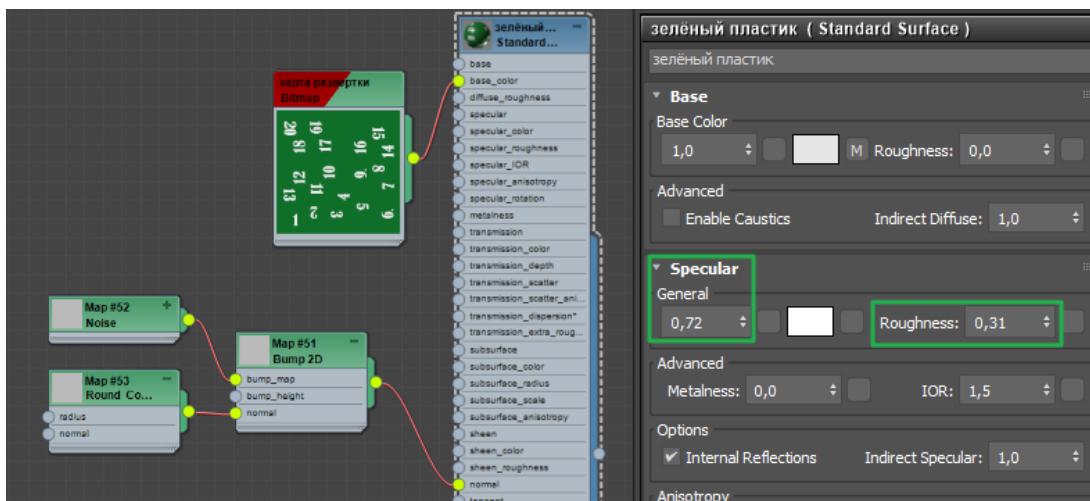


Рисунок 7.5.3 – Настройки материала зелёного пластика с использованием текстурных и процедурных карт

В канал нормали (normal) материала зелёного пластика нужно «положить» созданную процедурную карту шероховатости (Bump 2D). А для этой карты шероховатостей сделаны две дополнительные процедурные карты: карта скруглений (Round Corners) чтобы обеспечить более качественный расчет скруглений на рёбрах кубика, и карта шума (Noise), которая позволит придать поверхности кубика некоторую неоднородность. Настройки карты шума (Noise) и её визуализация показаны на рисунке 7.5.4.

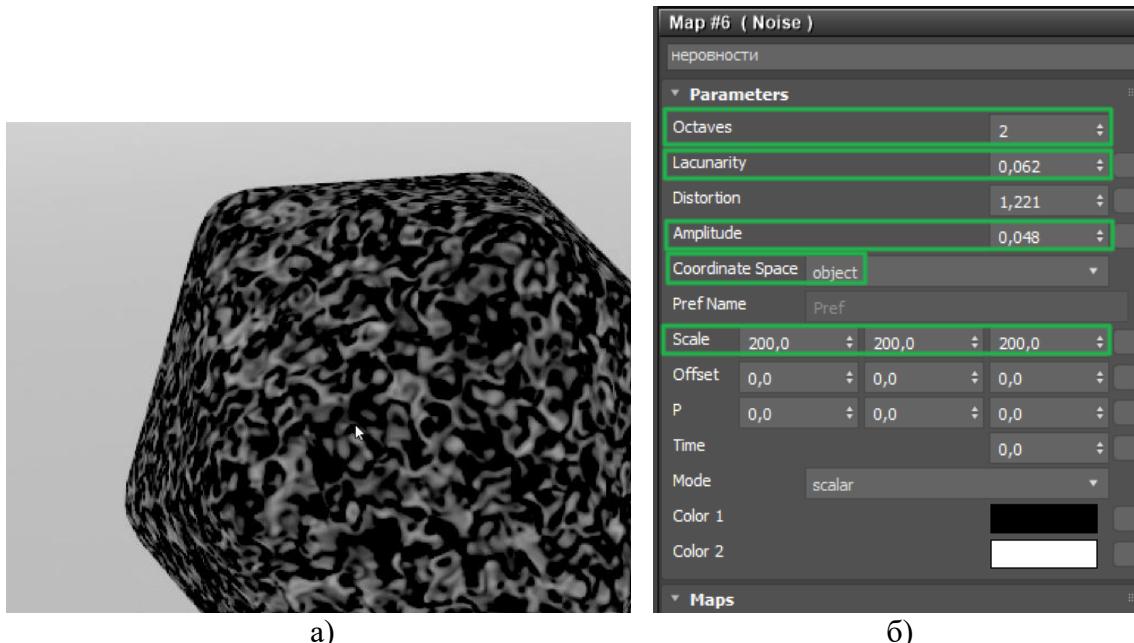


Рисунок 7.5.4 – Процедурная карта шума (Noise): а) визуализация; б) настройки

Настройки карты шума подобраны эмпирическим путем, т.е. оценивая результат визуализации. Подобрано число октав (Octaves), значение лакунарности (Lacunarity) и сильно уменьшена амплитуда (Amplitude). Также важно выбрать координатное пространство (Coordinate Space) и выставить его масштаб (Scale). В данном случае выбран объектный тип (object), также хорошо будет работать вариант на основе референса (Pref).

Результат визуализации настроенного материала показан на рисунке 7.5.5.



Рисунок 7.5.5 – Визуализация (render) кубика с использованием сложного материала

Указанные настройки для такого материала не универсальны, они могут отличаться в зависимости от геометрии объекта, вида материала, вида потёртостей или дефектов.

7.6. Вопросы для самоконтроля

1. Приведите примеры процедурных карт и покажите принцип работы и настройки одной из них.
2. Что такое сложный материал? Что такое маска и как она работает?
3. Приведите пример сложного материала и покажите принцип его работы.
4. Что такое мультипликационный стиль?
5. Какую роль играет тональность в мультипликационном стиле?
6. Как регулируется тональность для разных параметров при настройке мультипликационного стиля?
7. Какие физические свойства можно воссоздать при создании материала для мультипликационного стиля?
8. Что такое объемный материал?
9. Какие особенности можно выделить при работе с объемными материалами?
- 10.Какие физические свойства присущи объемным материалам?
- 11.Перечислите базовые параметры для создания объемного материала?

8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном пособии детально и на примерах рассмотрены все основные этапы, необходимые для создания 3D-визуализации: создание моделей и композиции, настройка визуализатора, расстановка и настройка источников света, настройка материалов (как простых, так и сложных, в т.ч. с использованием текстурных и процедурных карт). Для получения фотoreалистичной визуализации важно не только ориентироваться в довольно большом списке весьма разных и взаимозависимых параметров, но также понимать физические процессы, чтобы быстро ориентироваться в способах решения конкретной задачи.

Поскольку все параметры (и настройки визуализатора, и настройки материалов, и настройки источников света) влияют на конечный результат и работают в связке, большое внимание было уделено именно тому, чтобы на сравнительных примерах показать принцип настройки каждого параметра в отдельности, а затем показать на примере логику поиска решения совместного использования параметров для создания фотoreалистичной визуализации по референсу. Также уделено внимание способам настройки источников света и формированию теней, поскольку это существенная и неотъемлемая часть работы над качественной визуализацией.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт поддержки Autodesk Arnold Renderer [сайт]. [2021]. URL <https://docs.arnoldrenderer.com/display/A5AF3DSUG/Standard+Surface> (дата обращения: 25.11.2021).
2. Анализ методов сглаживания на основе super-sampling [сайт]. [2021]. URL <https://www.ixbt.com/video/fsaa-an-1.html> (дата обращения: 14.10.2021).
3. Understand Tone and Value to Elevate Your Painting [сайт]. [2021]. URL <https://alklineart.wordpress.com/2021/02/05/understand-tone-and-value-to-elevate-your-painting/>

Учебное издание

Хохлов Петр Владимирович
Хохлова Валентина Николаевна

**Технологии трехмерного моделирования
и визуализации изображений в визуализаторе Арнольд
(Arnold, 3ds Max)**

Редактор С.С. Александров
Корректор

Подписано в печать 14.12.2021.
Формат бумаги 62 × 84/16, отпечатано на ризографе, шрифт № 10,
п. л. – 10 заказ № , тираж – 50.

Отдел рекламы и PR СибГУТИ
630102, г. Новосибирск, ул. Кирова, 86, офис 107, тел. (383) 269-83-18