

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УДК 004.925.3

На правах рукописи

МИХНЮК
Никита Иванович

**МЕТОДОЛОГИЯ ВЫСОКПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
И МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТРЕХМЕРНЫХ ДАННЫХ
В *AUTODESK MAYA***

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени
магистра техники и технологий

по специальности 1-39 81 01 – Компьютерные технологии
проектирования электронных систем

Минск 2019

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **ЕФИМЕНКО Сергей Афанасьевич**,
кандидат технических наук, доцент,
главный конструктор ОАО «Интеграл»

Рецензент: **ЛЕБЕДЬ Светлана Федоровна**,
кандидат физико-математических наук,
доцент, декан факультета электронно-
информационных систем БрГТУ

Защита диссертации состоится «26» июня 2019 г. года в 14¹⁰ часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. П. Бровки, 6, копр. 1, ауд. 408, тел. 293-20-80, e-mail: kafpiks@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

Рендеринг, или же визуализация – это термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения по модели или сцене с помощью компьютерной программы. В качестве такой программы обычно выступает пакет трехмерного моделирования и анимации или же отдельное приложение. В компьютерной графике, как художественной, так и технической, в большинстве случаев под рендерингом понимают создание плоского изображения.

Текущий рынок систем визуализации богат различными предложениями как для промышленного, так и для домашнего использования, но наибольшее распространение визуализация получила в промышленности и индустрии развлечений. Применяя визуализацию, производители реализуют свои идеи и представляют их всему миру. Визуализация используется для представления проектов зданий, представления продуктов производства, в кинематографе, в производстве компьютерных игр, рекламы, она применяется в медицине и многих других областях.

Современные системы визуализации являются сложными программными продуктами, способными воспроизводить различные эффекты из реального мира, например, сложное взаимодействие света с человеческой кожей или сложные оптические эффекты, такие как каустика. Подобные возможности визуализаторов значительно усиливают фотореалистичность, позволяя создавать неотличимые от реального изображения, чем активно пользуется индустрия кино, например.

Однако, широкий набор возможностей не только расширяет сферу применения визуализатора, но и значительно увеличивают время, требуемое для получения конечного изображения (на одной и той же машине). Таким образом, даже самый современный метод визуализации трассировкой лучей по методу Монте-Карло является также самым ресурсоемким. В условиях производства трехмерной графики для индустрии, например, кино, производительность играет большую роль, т.к. влечет за собой материальные и временные траты. В этой связи правильная и рациональная настройка системы визуализации позволит обеспечить максимально фотореалистичное изображение за приемлемое время.

Магистерская диссертация выполнена самостоятельно и проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности составляет 90,54%. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке Библиографических источников». Скриншот приведен в приложении И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Высокопроизводительная визуализация является на сегодняшний день одним из самых обсуждаемых и важных направлений в компьютерной графике. Многие компании и студии тратят огромное количество сил, времени и средств на визуализацию качественного контента в кратчайшие сроки, что ставит перед ними задачу найти наиболее эффективное решение для сокращения временных и финансовых затрат при сохранении качества. В этой связи разработка методологии высокопроизводительной визуализации позволит структурировать знания и понимание принципов визуализации различных материалов, а следовательно, получить прирост производительности современных визуализаторов при сохранении качества изображения.

Степень разработанности проблемы

В процессе работы над магистерской диссертацией были рассмотрены основные вопросы, касающиеся развития, устройства и параметров современных систем визуализации. Рассмотрены основные пакеты трехмерного моделирования на рынке и возможности их совмещения с современными системами визуализации. Изучены основные аспекты визуализации на примере металлов.

При рассмотрении работ таких зарубежных авторов, как *Christopher Kulla*, *Marcos Fajardo*, *Iliyan Georgiev*, *Thiago Ize*, *Shinji Ogaki* и др. были выявлены некоторые недостатки. В частности, обычно рассматриваются узконаправленные вопросы, связанные с визуализацией конкретного объекта (дыма, кожи, частиц и т.д.), либо источника освещения.

Предложенное исследование предлагает общенаправленную методику повышения производительности визуализации в связи с чем установлена актуальность темы исследований и необходимость разработки такой методики.

Цель и задачи исследования

Целью магистерской диссертации является анализ параметров рендеринга, а также определение наиболее эффективной комбинации параметров с учетом затраченного времени и итогового качества полученного изображения, проведение морфологического анализа, а также последующего определения методологии высокопроизводительной визуализации.

Объектом исследования являются визуализаторы, а предметом исследования – параметры визуализации, определяющие качество и скорость получения финального изображения.

Для достижения поставленной цели были установлены **следующие задачи:**

- анализ современных систем визуализации;
- морфологический анализ параметров, влияющих на скорость и качество получаемого изображения;
- разработка методологии, использующей наиболее важные параметры, а также оптимальные их значения.

Область исследования

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-39 81 01-2012 специальности 1-39 81 01 «Компьютерные технологии проектирования электронных систем».

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации легли работы и статьи зарубежных авторов в области визуализации, эффективности процесса визуализации, а также анализ различной технической документации по рассматриваемой тематике. Также в основу разработки методологии легли работы по морфологическому анализу и теории изобретательства.

Научная новизна

Научная новизна и значимость полученных результатов работы заключается в разработке общенаправленной методологии высокопроизводительной визуализации.

Теоретическая значимость работы заключается в анализе параметров визуализаторов, влияющих как на качество конечного изображения, так и на общую производительность процесса визуализации.

Практическая значимость диссертации состоит в разработанной методике, позволяющей улучшить производительность без ощутимой потери качества.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Обзор параметров системы визуализации, регулирующих производительность.
2. Морфологический анализ параметров визуализации, влияющих как на качество, так и на производительность.

3. Методология высокопроизводительной визуализации, основанная на морфологическом анализе.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на 55-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Беларусь, 2019 г.), а также публиковались в журналах общества науки и творчества «Научное знание современности», «*Science Time*» и «Вестник Науки и Творчества» (г. Казань, Российская Федерация, 2019 г.).

Отдельные положения диссертации могут быть использованы при преподавании дисциплины «Компьютерный дизайн радиоэлектронных средств» на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Публикации

Изложенные в диссертации основные положения опубликованы в нескольких печатных работах. По одной работе представлено в сборнике материалов 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР за 2019 г., а также 13-ой международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ – 2017» за 2017 г. Также произведены три публикации в журналах общества науки и творчества «Научное знание современности», «*Science Time*» и «Вестник науки и творчества» за 2019 г. Еще три работы опубликованы в сборниках материалов двух научных конференций. Копии публикаций приведены в приложении Ж.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, библиографического списка и приложений.

В первой главе приведен обзор современных систем визуализации на рынке. Описаны их отличительные свойства, некоторые принципы работы, произведена общая и сравнительная характеристика каждой из систем. Рассмотрены современные методы визуализации. Приведено обоснование для выбора системы визуализации и прикладного пакета трехмерного моделирования.

Во второй главе представлена подробная характеристика используемой системы визуализации. Описаны основные параметры и их значения для материалов, освещения и самой системы визуализации, которые определяют качество получаемого изображения, а также производительность системы в целом.

В третьей главе представлена реализация морфологического анализа применительно к используемой сцене, предложена методология, основанная на морфологическом анализе, которая обеспечивает повышение производительности с сохранением хорошего качества изображения.

В приложении представлена полученная в ходе морфологического анализа таблица, полученные изображения, результаты оценки изображений по методу *PIQE*, пример некачественного (шумного) изображения для сравнений, а также справка из системы «Антиплагиат», акт внедрения результатов исследований в учебный процесс и графический материал в виде презентации.

Общий объем диссертационной работы составляет 109 страницы. Из них 57 страниц основного текста, 33 иллюстрации на 25 страницах, 12 таблиц на 8 страницах, библиографический список из 61 наименования на 5 страницах, список собственных публикаций соискателя из 8 наименований на 1 странице, 8 приложений на 41 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы повышения требований к производительности систем визуализации, а также представлено обоснование актуальности темы диссертации.

В **общей характеристике** работы показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований.

В **первой главе** рассмотрена общая характеристика трех прикладных пакетов трехмерной графики, с которыми используются системы визуализации. Описаны их возможности, как общие, так и касающиеся процесса визуализации. Данная характеристика позволяет оценить прикладной пакет трехмерной графики и определиться с выбором конкретного пакета, подходящего под цели и задачи диссертации.

Рассмотрены методы визуализации, реализованные ранее, а также применяющиеся сегодня:

- Растеризация и построковый вывод (*Scanline*);
- Метод «бросания луча» (*Ray Casting*);
- Метод трассировки луча (*Ray Tracing*).

Метод «бросания лучей» или же рейкастинг – это один из методов (алгоритмов) визуализации, основывающийся на пересечении испускаемого из точки наблюдения луча с визуализируемой поверхностью.

Рейкстинг применяется в компьютерной графике для визуализации трехмерных сцен на двумерный экран с помощью проецирования лучей от точки наблюдения к визуализируемому объекту. Данный метод работает только с первичными лучами, т.е. такими, которые при пересечении визуализируемого объекта, прекращают свое дальнейшее движение. Иными словами, наблюдатель, в нашем случае камера, будет видеть непосредственно находящиеся в поле зрения объекты. Собственно, только эти объекты и будут участвовать в процессе визуализации, а все, на что луч не упадет, соответственно нет.

Метод трассировки лучей (*ray tracing*) является следующим этапом разработки метода рейкастинга. Если при рейкастинге луч после контакта с визуализируемым объектом прекращал свое дальнейшее движение, то при трассировке лучей, они отражаются от поверхности объекта и продолжают свое движение, при этом разделяясь на три луча: отраженный, теневой и преломленный. Данная особенность позволяет визуализировать отражения на поверхностях, объемное затенение и в целом делает получаемое изображение более реалистичным. Однако, дополнительное количество лучей при визуализации значительно увеличивает трудоемкость расчетов, что приводит к резкому падению производительности в сравнении с методом рейкастинга.

Произведен общий обзор и характеристика для трех основных современных систем визуализации: *V-Ray*, *RenderMan* и *Arnold*. Проведен их анализ и сравнение. Результаты сравнения сведены в таблицу, позволяющую наглядно увидеть сходства и различия данных систем и произвести обоснованный выбор одной из них.

Произведен выбор и обоснование как прикладного пакета трехмерного моделирования, так и системы визуализации для работы. Учитывались как объективные, так и субъективные факторы, определяющие технические возможности систем, а также личный опыт и комфорт использования.

Во **второй главе** рассматривается внутреннее устройство и процесс работы в визуализаторе *Arnold* в пакете *Autodesk Maya*. Проведен обзор и подробный анализ всех параметров материала, освещения и визуализатора, регулирующих производительность и качество получаемого изображения.

Параметры системы определяют поведение *Arnold* при финальной визуализации сцены. Они содержат все необходимые параметры для настройки процессов, происходящих во время визуализации. Правильная настройка глобальных параметров позволит получить высококачественный результат за относительно небольшой промежуток времени, что в условиях производства графики является определяющим фактором.

Таким образом, изучив и проанализировав все основополагающие части визуализатора *Arnold*, мы можем с уверенностью использовать данные параметры и опции для поиска лучшего решения в визуализации различных материалов. Если сам материал мало влияет на процесс визуализации, т.к. его конечный вид мы и хотим получить в итоге, то грамотная настройка света и параметров визуализатора позволит нам получить необходимое изображение в отличном качестве и за приемлемое время.

В **третьей главе** производится подготовка тестовой сцены для исследования: производится настройка материала меди, установка и настройка источника освещения. Затем применяется морфологический анализ для систематизации перебора всех вариантов решения задачи диссертации.

Основной идеей морфологического анализа является упорядочение процесса выдвижения и рассмотрения различных вариантов решения задачи. Расчет строится на том, что в поле зрения могут попасть варианты, которые ранее не рассматривались.

Морфологический анализ проводится по следующей последовательности действий:

- точная формулировка проблемы;
- определение важных элементов;
- определение исполнения элементов;
- создание морфологической таблицы;
- оценка морфологической таблицы;
- выбор оптимального варианта.

Данная последовательность действий является основой для разработки методологии высокопроизводительной визуализации. Приняв диапазон значений от нуля до пяти, далее по вышеуказанной последовательности проводится морфологический анализ и строится морфологическая таблица. После построения морфологической таблицы проводится ее оценка.

Далее для оценки морфологической таблицы определялась значимость каждого фактора. Значимость определяется исходя из объективных причин, таких как техническая документация, результаты тестов. На значимость критериев также влияет и субъективный опыт пользователя, предполагающий, что выбранный фактор окажется решающим.

Полученная морфологическая таблица содержала 216 комбинаций параметров. Однако, используя диапазон значений от 0 до 5, мы получили некоторые комбинации, которые являются некорректными. Такими комбинациями являются те, что содержат нулевое значение параметра сэмплирования освещения и отражений. Т.к. значение сэмплирования условно отражает количество лучей,

посланных источником света или отраженных поверхностью, то нулевое значение недопустимо, т.к. приведет к некорректным результатам.

Учитывая вышесказанное, проанализировав морфологическую таблицу, а также на основе личного опыта выберем несколько наиболее перспективных комбинаций параметров сэмплирования, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Перспективные комбинации

Комбинация	Значение параметра		
	<i>Camera (AA)</i>	<i>Specular</i>	<i>Light</i>
А (эталон)	5	5	5
Б	5	1	5
В	5	1	4
Г	4	1	5
Д	4	1	4

Таким образом, проведя морфологический анализ, а также отсеяв некорректные данные, мы определили наиболее перспективные комбинации параметров для визуализации.

При дальнейшей визуализации, данные комбинации проявили хорошие показатели качества и производительности. Для анализа качества полученных изображений был применен прикладной пакет инженерных расчетов *MATLAB*. Используя встроенные функции модуля обработки изображений, мы провели анализ полученных изображений по двум методам: объективный сравнительный (СКО) и субъективный абсолютный (*PIQE*). Время, затраченное на визуализацию комбинаций параметров, а также оценки качества по СКО и *PIQE* приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты визуализации комбинаций

Комбинация	Время визуализации, сек	Оценка по СКО	Оценка по <i>PIQE</i>
А (эталон)	1478	–	28,9372 (Хорошее)
Б	688	4,0788	19,6166 (Отличное)
В	532	4,5684	19,8775 (Отличное)
Г	439	7,7095	23,5722 (Хорошее)
Д	343	8,1662	26,1903 (Хорошее)

Таким образом, мы определили наиболее оптимальную комбинацию параметров – комбинация Б. Она позволила сократить время визуализации в 2,14 раза по сравнению со стандартным подходом без заметной потери в качестве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе магистерской диссертации, целью которой был анализ основных параметров современных систем визуализации, а также определении наиболее эффективного набора этих самых параметров и их значений для достижения наилучшего соотношения время-качество, были решены следующие задачи:

- анализ современных систем визуализации и пакетов 3D-моделирования;
- обзор и анализ параметров систем визуализации;
- разработка методологии высокопроизводительной визуализации с использованием морфологического анализа.

В рамках обзора и анализа параметров систем визуализации были определены все параметры материалов, необходимые для придания объекту реалистичного вида, а также определены основные механики и значения параметров. Также были установлены зависимости между самими параметрами и их значениями, что составило основу для проведения морфологического анализа.

Методология высокопроизводительной визуализации получила свою основу от морфологического анализа. Морфологический анализ позволил структурно и последовательно подойти к решению задачи – высокопроизводительной визуализации материала.

Была разработана и опробована методология высокопроизводительной визуализации, имеющая следующую структуру:

- точная формулировка проблемы. Позволяет определить направление движения и сформулировать задачу, стоящую перед исполнителем;
- определение важных элементов. На данном этапе производится анализ входной задачи, определяются ключевые параметры материала, а также параметры системы визуализации, т.е. производится отсеивание неиспользуемых параметров и функций;
- определение исполнения элементов. На данном этапе производится определение вариантов настройки параметров визуализации, устанавливается степень значимости того или иного параметра для текущей задачи;
- создание морфологической таблицы. Производится построение морфологической таблицы, учитывающей все возможные комбинации исполнения элементов;
- оценка морфологической таблицы. Определяется степень значимости каждого из критериев;
- выбор оптимального варианта.

Данный метод подходит для всех типов материалов, представленных в современных системах визуализации. Однако, в случае с более сложными

материалами его трудоемкость несколько увеличивается ввиду увеличения количества используемых параметров.

На примере визуализации материала меди данный подход продемонстрировал свою состоятельность и позволил ускорить время визуализации с сохранением качества изображения. Методология высокопроизводительной визуализации обеспечила уменьшение количества лучей на пиксель в сцене для низких и высоких настроек в 2,6 и 1,3 раза соответственно. При этом затраченное время также сократилось в 1,12 раза для низких настроек, и в 1,1 раза для высоких. А при использовании наиболее оптимальной комбинации параметров удалось добиться сокращения времени визуализации в 2,14 раза без ощутимой человеком потери качества.

Использование данной методологии позволит сократить временные затраты на визуализацию изображений, что в свою очередь приводит к общему сокращению времени производства 3D-контента, что в условиях современной конкуренции и конвейерного производства кино и игр является важным преимуществом, т.к. непосредственно влияет на финансовую составляющую проектов.

Точно также это применимо и для рядовых пользователей в сфере компьютерной графики. Современные домашние ПК можно охарактеризовать, как имеющими достаточно большую степень фрагментации характеристик. В этой связи для рядовых пользователей очень важным является возможность эффективного использования того оборудования, что у них имеется. Данная методология позволяет это сделать.

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в лекционном курсе «Информационные технологии проектирования электронных устройств».

СПИСОК СОБСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

1. Михнюк, Н.И. Взаимосвязь сэмплинга и длительности рендера в Arnold / Н.И. Михнюк // материалы 55-ой науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, секция «Проектирование информационно-компьютерных систем», Минск, Респ. Беларусь, 22–26 апреля 2019 г. / УО «БГУИР». – Минск, 2019.

2. Михнюк, Н.И. Морфологический анализ как основа методологии высокопроизводительной визуализации в Arnold Renderer / Н.И. Михнюк // «Научное знание современности». – 2019. – №6.

3. Михнюк, Н.И. Обзор параметров Arnold Renderer, регулирующих производительность и качество визуализации / Н.И. Михнюк // «Вестник Науки и Творчества». – 2019. – №6.

4. Михнюк, Н.И. Применение MATLAB для оценки качества изображений / Н.И. Михнюк // «Science Time». – 2019. – №6.

5. Михнюк Н.И., Муха А.В. Основные правила и рекомендации при проведении мобильной фотограмметрии / А.В. Муха, Н.И. Михнюк // «Научные стремления – 2018»: материалы международной научно-практической молодежной конференции, секция «Информационные технологии», Минск, Респ. Беларусь, 4–5 декабря 2018 г. / «Центр молодежных инноваций». – Минск, 2018. – Ч.1. – С. 83.

6. Михнюк Н.И. и др. Применение фотограмметрии для измерения деформаций объектов / Н.И. Михнюк и др. // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ - 2017»: материалы 13-ой международной молодежной научно-технической конференции (Севастополь, 20 – 24 ноября 2017 г.). – Севастополь: СевГУ, 2017. – С. 251.

7. Муха, А. В. GPS-антенны для навигационных мобильных устройств / А. В. Муха, Н. И. Михнюк, В. С. Вёрстов // Компьютерное проектирование и технология производства электронных систем: сборник тезисов 54 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 23–27 апреля 2018 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; отв. ред. Раднёнок А. Л. – Минск, 2018. – С. 84 - 85.

8. Принцип динамического тестирования GPS-модулей / А. В. Муха и др. // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ - 2017»: материалы 13-ой международной молодежной научно-технической конференции (Севастополь, 20 – 24 ноября 2017 г.). – Севастополь: СевГУ, 2017. – С. 186.

РЭЗІЮМЭ

Міхнюк Мікіта Іванавіч

Метадалогія высокапрадукцыйнай візуалізацыі і марфалагічнага аналізу трохмернай інфармацыі у *Autodesk Maya*

Ключавыя словы: візуалізацыя, камп'ютэрная графіка, метадалогія.

Мэта працы: аналіз параметраў візуалізацыі, а таксама пошук найбольш эфектыўнай камбінацыі гэтых параметраў з улікам затрачанага часу і выніковай якасці малюнка. Правядзенне марфалагічнага аналізу, а таксама распрацоўка метадалогіі высокапрадукцыйнай візуалізацыі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: выкананы аналіз сучасных сістэм візуалізацыі, а таксама іх параметраў, якія адказваюць за прадукцыйнасць і якасць малюнка. Выкананы марфалагічны аналіз параметраў візуалізацыі.

Ступень выкарыстання: вынікі ўкаранёны ў навучальны працэс на кафедры праектавання інфармацыйна-камп'ютэрных сістэм ўстанова адукацыі «Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыёэлектронікі» ў навучальны курс «Камп'ютэрны дызайн радыёэлектронных сродкаў».

Вобласць ужывання: візуалізацыя прадуктаў (вырабаў), камп'ютэрная і інжынерная графіка.

РЕЗЮМЕ

Михнюк Никита Иванович

Методология высокопроизводительной визуализации и морфологического анализа трехмерных данных в *Autodesk Maya*

Ключевые слова: визуализация, компьютерная графика, методология.

Цель работы: анализ параметров рендеринга, а также определение наиболее эффективной комбинации параметров с учетом затраченного времени и итогового качества полученного изображения, проведение морфологического анализа, а также последующее определение методологии высокопроизводительной визуализации.

Полученные результаты и их новизна: выполнен анализ современных систем визуализации, а также параметров визуализации, отвечающих за производительность и качество получаемого изображения. Проведен морфологический анализ параметров визуализации.

На основе проведенного морфологического анализа разработана методология высокопроизводительной визуализации, использующая оптимальные параметры и их значения.

Степень использования: полученные результаты внедрены в учебный процесс на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники в лекционном курсе «Компьютерный дизайн радиоэлектронных средств».

Область применения: визуализация изделий, компьютерная и инженерная графика.

SUMMARY

Mikhniuk Mikita Ivanovich

Methodology of the high-performance visualization and morphological analysis of the three-dimensional data using Autodesk Maya

Keywords: visualization, computer graphics, methodology.

The object of the study: analysis of the render parameters, as well as determining the most effective combination of parameters taking into consideration the time spent and the final quality of the resulting image, conducting a morphological analysis, as well as the subsequent determination of the methodology of high-performance visualization.

The results and novelty: the analysis of modern visualization systems, and the visualization parameters, that are responsible for the performance and quality of the resulting image, was performed. A morphological analysis of visualization parameters was also performed.

Based on the performed morphological analysis we have developed the methodology of high-performance visualization, that using the optimal parameters and their values.

Degree of use: the results implemented in the educational process at the department of the information and computer systems design at «Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics» in the training course «Radio electronics computer design».

Область применения: product visualization, computer and engineer graphics.