

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №7 г. Туймазы  
муниципального района Туймазинский район  
Республики Башкортостан

исследовательская работа

**«ТРЕХМЕРНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ»**

Выполнила учитель информатики  
Шумихина И.Х.

Туймазы, 2016

## Содержание

|                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Введение.....</b>                                                                                    | <b>3-4</b> |
| <b>Глава 1. Исследовательская часть «Трехмерное изображение в природе»</b>                              |            |
| 1.1 История развития трехмерного измерения.....                                                         | 5          |
| 1.2 История 3D очков.....                                                                               | 6-12       |
| 1.3 Трехмерное изображение.....                                                                         | 13         |
| 1.4 Рендеринг.....                                                                                      | 14-25      |
| <b>Глава 2. Практическая часть</b>                                                                      |            |
| 2.1. Исследование 1. Создание из простого компьютерного изображения 3D<br>изображение.....              | 27         |
| 2.2. Исследование 2. Работа по просмотру 3D изображений и проверке<br>нанесения вреда от просмотра..... | 28         |
| <b>Заключение.....</b>                                                                                  | <b>29</b>  |
| <b>Список литературы.....</b>                                                                           | <b>30</b>  |
| <b>Приложения</b>                                                                                       |            |

## Введение

**Тема проекта:** «Трехмерное измерение»

**Цель исследования:** исследовать трехмерное измерение и восприятие его человеком при помощи компьютера, возможности получения трехмерного изображения, выработать рекомендации по просмотру трехмерных изображений.

**Задачи:**

- ✓ обосновать актуальность данного вопроса для современного человека;
- ✓ показать работу по созданию трехмерного изображения;
- ✓ показать безопасность и опасность использования трехмерного изображения

**Гипотеза:** глубокое изучение трехмерного измерения позволит эффективно использовать на практике трехмерное изображение на компьютере без вреда для здоровья человека.

**Актуальность темы:** не прекращаемый рост информационно - технического прогресса, влияющий на здоровье человека.

**Методы исследования:**

1. Сравнительно-исторический анализ
2. Метод моделирования
3. Метод причинно - следственного анализа
4. Метод анализа документов

**Новизна исследования:** на данный момент в науке явления трехмерного измерения и влияния его на организм человека недостаточно изучены

**Практическая направленность**

Материалы данного исследования могут быть использованы:

- на уроках информатики и других предметов;
- на классных часах и других мероприятиях;
- для проведения бесед и лекций по влиянию трехмерного изображения на здоровье человека

**Актуальность темы** обусловлена тем, что жизнь человека непрерывно связана с ростом технического прогресса - с появлением 3D-технологий.

Люди воспринимают глубину картинки из-за пространственного несовпадения изображений, проецирующихся на сетчатку глаза. Дело в том, что у человека каждый глаз видит предмет под своим углом, и эти углы слегка отличаются. Поэтому для создания трехмерности необходимо показывать разные картинки для правого и левого глаза.

Для просмотра трехмерного изображения предусмотрены специальные очки (для разделения изображений). Они состоят из пластиковых линз разного цвета — красного и синего.

Исследовано что из 100 человек только 20 % могут нормально смотреть в 3D-очках. Остальные 80 % испытывают после просмотра недомогания, более того, было замечено, что 3D-очки снижают зрение. Это происходит из-за того, что все 3D-эффекты оказывают давление на глаза, отчего возникает напряжение и глазного нерва, и глазных мышц.

Восприятие трехмерного изображения становится проблематичным для лиц, страдающих косоглазием и одной из форм слепоты — амблиопатией. Также отмечено, что не каждый человек при своеобразном виртуальном перемещении чувствует себя комфортно.

## Глава 1.

### Исследовательская часть «Трехмерное измерение»

#### 1.1 История развития трехмерного измерения

История развития 3D началась в 1877 году, когда Эмиль Рейно запатентовал праксиноскоп – аппарат, оснащенный лентой с картинками, которые, быстро вращаясь, создавали иллюзию движения рисунка. Через сто лет после появления деятельности по оживлению нарисованного изображения, началась новая эпоха – эпоха создания 3D-анимации. В истории анимации за 100 лет накопилось множество значимых страниц, на которых остались имена Уолта Диснея, Юрия Норштейна и прочих великих аниматоров, однако 3D-анимация стала совершенно особой линией развития этого искусства, о которой следует говорить отдельно.

История создания 3D-анимации неразрывно связана с созданием компьютера. Известно, что первые 3D-мультфильмы создавались еще в те времена, когда компьютер занимал целую комнату. Практика создания 3D-анимации, возможно, первоначально появилась в СССР. Это трудно проверить, но известно, что московский математик Константинов в 1968 году создал на советской ЭВМ анимационную картину «Кошечка», не протяжении 40 секунд которой, зрители могли наблюдать прогулку кошки по комнате.

3D-анимация, составляющая сейчас значительную часть киноиндустрии, за 30 лет развития обросла такими именами, как Pixar, DreamWorks, Disney и многими другими.

Создание 3D-анимации в настоящее время стало важнейшей частью пакетов услуг. Возможности 3D-анимации позволяют представить, практически, любой предмет в наглядной и презентабельной форме, что облегчает восприятие.

## 1.2 История очков 3D

Предшественниками очков 3D являются стерео – очки. Когда-то в демонстрационных залах можно было увидеть стерео - изображение. Перед началом фильма всем зрителям выдавали стерео - очки. Можно было посмотреть любой фильм, ранее показанный на экранах в обычном режиме, только теперь в стерео - изображении. Предположим, шел показ документального фильма. Показывали деревья персиков или груш. Без очков изображение раздваивалось. Было нечетким и некачественным. И все резко менялось, как только надевали очки. Тут же увиденное на экране принимало совсем другие очертания. И даже персики на экране становились реальными. Казалось, что ветка персика проплывает по залу.

Это было то, что сейчас принято называть виртуальной реальностью. Уже многие знакомы с таким понятием, как "трехмерное пространство". Картинки, игры с применением этого нового открытия, интересны всем. А вместе с их возникновением мы узнали об очках виртуальной реальности. Основным их отличающим свойством является то, что разработаны они на более высокой технологии. Даже оптика в таких очках применяется специальная. Эта оптика и органические светодиоды, применяемые в очках, позволяют преобразовать пространство в трехмерное.

### Виды 3D очков

#### 1) Анаглиф: / Anaglyph (Приложение 1)

В анаглиф очках разделение изображения на цвета получается с помощью цветовой фильтрации. В изображении для красно - сине - зеленого анаглифа, в красном канале, в RGB цветовой системе, помещается только левый ракурс стерео картинки, в синем и зеленом канале - только правый ракурс картинки, в очках находятся соответственно светофильтры таких же цветов, в левом красный, в правом сине-зеленый, каждый глаз видит своё изображение (ракурс).

Существует много вариантов: зелено / красно - синие, красно / синие, красно /

сине - зеленые, красно / зеленые, желто / синие. У нас получили распространение красно / сине - зеленые очки с красным на левый глаз.

Минусы - плохая цветопередача "убивание" цвета, быстрая утомляемость глаз, пропускание светочувствительными элементами своей картинки (двоение), любой видеокодек при сжатии добавляет дублирующиеся контуры, особенно их много в красном ракурсе (в два раза больше чем в сине-зеленом) анаглифные любят сжатия видео (для фотографий не принципиально, сжатие там не такое агрессивное и контуры не "пропечатываются").

Плюсы - простота, дешевизна, не требует дополнительных средств воспроизведения, достаточно только анаглиф очков.

Такие очки легко смастерить и самому. Фотофильтры, пленки для проекторов или для упаковки цветов, распечатать на принтере необходимые цвета на прозрачной пленке и сразу же сложить пленку пополам краской к краске чтоб склеилась и была прозрачной (специальная пленка для принтеров имеет матовую поверхность с одной стороны чтоб краска держалась), ну и разные цветные стеклышки, пленки, пластмассы.

## 2) Затворные ЖК очки (Приложение 2)

Деление картинки происходит путём небольших ЖК панелей - затворов в очках (закрываются попеременно синхронно с чередованием кадров на мониторе).

Плюсы - Возможно качественное, полноцветное отображение с небольшим гхостингом (двоением) который зависит от качества очков, чем больше контрастность ЖК матриц и её отклик, тем меньше пропускание паразитных ракурсов и выше яркость, хорошие дорогие очки дают очень качественное, без двоения изображение. При наклоне головы гхостинг (двоение) не возникает в отличие от поляризационных способов. Не нужно особенного оборудования типа специального металлизированного экрана или двух проекторов.

Минусы - при малой частоте вертикальной развертки (ниже 100Гц) от мерцания на каждый глаз 1/2 частоты развертки (40-50Гц) - устают глаза. Требуется специальная настройка оборудования, стерео плееры, для игр стерео драйверы. Ра-

ботаюТ ТОЛЬКО с ЭЛТ мониторами и DLP совместимыми проекторами. Используются в кинотеатрах и аттракционах виртуальной реальности с беспроводными затворными очками. Так же активно используются геймерами. На сегодняшний день появились беспроводные очки NVIDIA 3D Vision отдельно или в комплекте с ЖК монитором.

### 3) Поляризационный метод (линейная поляризация): (Приложение 3)

Использует пассивную линейную поляризацию (поляризационные фильтры на источнике изображения и в очках), требуется либо стерео монитор (iZ3D, Planar) либо два проектора и металлизированный экран, с одним монитором не работает.

При наклоне головы происходит пропускание фильтров, возникает гхостинг (двоение), поэтому крайне важно горизонтальное расположение очков (зрителя) при просмотре для соблюдения ориентации поляризации двух фильтров в проекторе и в очках.

### 4) Эффект Пульфриха: (Приложение 4)

Хотя эта технология может использоваться для получения неплохих пространственных картин, она, грубо говоря, не является 3D-видением, так как не использует различные картинки для правого и левого глаза. Эффект Пульфриха - это оптическая иллюзия, которая основывается на том факте, что мозг немного дольше распознаёт тёмные оптические раздражители, чем светлые.

Суть состоит в том, что или снимаемый объект (человек, животное, машина и т.д.), или камера непрерывно движутся в определённом направлении. Секрет очков, использующих эффект Пульфриха, заключается в том, что одно стекло темное. Несмотря на то, что оба глаза видят одно и то же изображение, "затемнённый" глаз передаёт картинку в мозг с опозданием. Мозг "придумывает" информацию о глубине, которой на самом деле нет. Однако когда движение прекращается, то видимыми становятся лишь два измерения - даже с 3D-очками!

Что интересно, вы получаете на самом деле пространственное впечатление с

3D-очками - в то время как зритель без очков видит всё в 2D. Такое не всегда возможно с использованием других 3D-технологий.

#### 5) **Стереопары горизонтальные / Side - by - Side** (Приложение 5)

Два изображения расположены рядом по горизонтали, просмотр осуществляется без очков:

##### а) **Перекрестная**

- левый глаз смотрит на правую картинку, правый глаз на левую, совмещаем две картинки в третью центральную (которая и будет объемная) посредством сближения глаз к носу. Применяется в основном в стереофотографии и стерео видео.

##### б) **параллельная** (Приложение 6)

- левый глаз смотрит на левую картинку, правый на правую, то же как в перекрестном но глаза разводим от носа, как бы смотрим вдаль. Применяется в стерео фото а так же для просмотра СТЕРЕОГРАММ, смотрим например мимо монитора в окно на удаленные объекты, фиксируем положение глаз и переносим взгляд на монитор с стереограммой, подстраиваем резкость и положение глаз до появления объемной картинки.

#### 6) **Стереопара вертикальная** (Приложение 7)

(две картинки расположены друг над другом по вертикали) - без очков не помотришь, только через стерео плеер в котором выбираем метод просмотра под любые очки или как горизонтальную стереопару. Применяется в стерео видео.

#### 7) **Interlaced / чересстрочное**

В четные строки развертки записывается изображение одного ракурса (например левого) в не четные другого (например правого). При таком методе пропадает половина вертикального разрешения у каждого ракурса, т.е. разрешение фильма становится 720x240 при полном 720x480 в 2Д версии. Выглядит как цветное изображение с двоением в виде "гребенки", работает при строчном выводе на монитор (строчная развертка), при включенном фильтре "деинтерлейс" (прогрессив) ракурсы смешиваются и в очках нет разделения и 3Д эффекта.

8) **Пейдж флип / page flip** попеременная стереопара. Сначала выводится полный левый ракурс (в четных и в не четных строках), в следующем кадре полный правый ракурс синхронно с ЖК очками. Затворные ЖК стерео очки работают так же, попеременно открывая / закрывая ЖК панельки. Видео по виду похоже на чересстрочное, но двоение без эффекта "гребенки" и попеременно ракурсы чередуются (как бы изображение дергается, мерцает). Ну объяснил

#### 9) **DOLBY 3D INFITEC** (Приложение 8)

Тот же анаглиф только усовершенствованный, полноцветный и без двоения. Модернизируются залы кинотеатров с цифровыми проекторами дополнительным цветовым колесом в проектор с такими же фильтрами как в очках, колесо синхронизировано с чередованием ракурсов или два проектора с пассивными фильтрами. Светофильтры очков сложные интерференционные трехцветные, каждый из трех основных цветов (RGB) нарезан на две "половинки" (пики спектра) без перекрытия (отсюда каждый глаз видит полноцветную картинку) помещаемые в правый и левый светофильтр. Для домашнего просмотра пока не применяется (технически сложно, нужны фильтры и два проектора).

#### 10) **REAL D (циркулярная поляризация)**. (Приложение 9)

Формат тот же: поляризационный метод, но в отличие от линейной поляризации использует циркулярную поляризацию что положительно сказывается при наклоне головы, гхостинг не возникает (при линейной поляризации при наклоне очки пропускают не свой ракурс). Сейчас появился ТВ ЖК JVC 46" 1920x1080 с чересстрочным (разрешение каждого ракурса уменьшается вдвое) дополнительным циркулярным поляризатором под эти очки, принцип как у Залман.

#### 11) **Авто-стереоскопические дисплеи/открытки (Линзовый растр/Варио/Лентичуляр)**

Просмотр 3Д без дополнительных приспособлений и стерео-очков. На дисплей или фотобумагу наклеивается линзовый растр (полу-цилиндрические линзы из мягкого прозрачного пластика), под каждой линзой набор от 2-х при стерео, до множества при "голографичности" или 2Д анимации, ракурсов в за-

висимости от разрешения и размера линз, каждый невооруженный глаз видит через преломляющую линзу только свой ракурс, при движении зрителя ракурсы сменяются и правильный/неправильный объем тоже чередуется, но всегда два глаза видят стереопару. Пример - все наверно помнят "ребристые"(так и хочется ногтями поскребсти) открытки или календарики с объемными изображениями корабликов животных или анимацией или трансформацией из "Ну погоди!" или других мультиков, вот это и есть линзовый растр и "закодированное" нарезанное на тонкие полоски из ракурсов изображение. Сейчас много 3Д ТВ и мониторов по такому принципу, но популярность и поддержка маленькая.

#### **12) 3D-ready мониторы, ТВ, проекторы (Приложение 10)**

На фото примеры некоторых 3Д мониторов, все они работают по разному принципу.

1) iZ3D - линейная поляризация, в очках пассивная на ЖК дисплее - активная.

2) Zalman - циркулярная поляризация, на ЖК панели чересстрочный поляризатор, один ракурс = половине вертикального разрешения монитора.

3) Planar - линейная поляризация в очках и ЖК матрицах (в любом ЖК мониторе она имеется). Такой монитор не сложно изготовить имея два любых ЖК монитора, полупрозрачное зеркало или стекло и поляризационные очки.

4) Комплект Samsung "SyncMaster 2233RZ 22" + NVIDIA 3D Vision - затворный метод, монитор имеет развертку 120Гц, очки ЖК активные беспроводные, так же работают с ЭЛТ старыми мониторами, совместимыми ЖК/DLP/плазма мониторами, ТВ, проекционными и проекторами.

#### **13) Шлемы виртуальной реальности / видеоочки / стереоскопы**

(Приложение 11)

Не путать видеоочки с стереоочками (затворными), на первых в отличие от вторых формируется изображение, которое может быть только 2Д или 2Д и 3Д. Принцип как у стереоскопа с сменными фотокарточками или слайдами, только вместо них после окуляров (для наведения на резкость близко расположенного изображения) находятся ЖК или другого типа дисплейчики. Способ очень качественный, полное, прямое разделение ракурсов, визуальный экран

может казаться в 60-100". Но есть много минусов из-за которых пока девайс не актуален:

1) Большая цена    2) Разрешение 640x480 даже не вчерашний день, максимум 800x600, что выше - безумно дорого.    3) Видеовход композитный (тюльпан), вот честно не знаю о возможности подключения к компьютеру, больше предназначены для портативного ДВД плеера и игровых приставок, от чего сложность или даже невозможность 3Д.

### 1.3 Трёхмерное изображение

Трёхмерная графика (3D, 3 Dimensions, 3 измерения) — раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объёмных объектов. Больше всего применяется для создания изображений на плоскости экрана или листа печатной продукции в архитектурной, кинематографе, телевидении, компьютерных играх, печатной продукции, а также в науке и промышленности.

Трёхмерное изображение на плоскости отличается от двумерного тем, что включает построение геометрической проекции трёхмерной модели сцены на плоскость (например, экран компьютера) с помощью специализированных программ. При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания, ураган, астероид), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала).

Для получения трёхмерного изображения на плоскости требуются следующие шаги:

- моделирование — создание трёхмерной математической модели сцены и объектов в ней.
- рендеринг (визуализация) — построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью.
- вывод полученного изображения на устройство вывода - дисплей или принтер.

Однако, в связи с попытками создания 3D-дисплеев и 3D-принтеров, трёхмерная графика не обязательно включает в себя проецирование на плоскость.

## 1.4 Рендеринг

На этом этапе математическая (векторная) пространственная модель превращается в плоскую (растровую) картинку. Если требуется создать фильм, то рендерится последовательность таких картинок — кадров. Как структура данных, изображение на экране представлено матрицей точек, где каждая точка определена по крайней мере тремя числами: интенсивностью красного, синего и зелёного цвета. Таким образом, рендеринг преобразует трёхмерную векторную структуру данных в плоскую матрицу пикселей. Этот шаг часто требует очень сложных вычислений, особенно если требуется создать иллюзию реальности. Самый простой вид рендеринга — это построить контуры моделей на экране компьютера с помощью проекции, как показано выше. Обычно этого недостаточно и нужно создать иллюзию материалов, из которых изготовлены объекты, а также рассчитать искажения этих объектов за счёт прозрачных сред (например, жидкости в стакане).

Существует несколько технологий рендеринга, часто комбинируемых вместе:

1. Z-буфер (используется в OpenGL и DirectX 10)

### 1.4.1 Z-буферизация (Приложение 12)

**Z-буферизация** — в компьютерной трёхмерной графике способ учёта удалённости элемента изображения. Представляет собой один из вариантов решения «проблемы видимости». Очень эффективен и практически не имеет недостатков, если реализуется аппаратно. Программно же существуют другие методы, способные конкурировать с ним: Z-сортировка («алгоритм художника») и двоичное разбиение пространства (BSP), но они также имеют свои достоинства и недостатки. Основной недостаток Z-буферизации состоит в потреблении большого объёма памяти: в работе используется так называемый **буфер глубины** или **Z-буфер**.

Z-буфер представляет собой двумерный массив, каждый элемент которого соответствует пикселу на экране. Когда видеокарта рисует пиксел, его удалённость просчитывается и записывается в ячейку Z-буфера. Если пиксели

двух рисуемых объектов перекрываются, то их значения глубины сравниваются, и рисуется тот, который ближе, а его значение удалённости сохраняется в буфер. Получаемое при этом графическое изображение носит название z-depth карта, представляющая собой полутоновое графическое изображение, каждый пиксел которого может принимать до 256 значений серого. По ним определяется удалённость от зрителя того или иного объекта трехмерной сцены. Карта широко применяется в постобработке для придания объёмности и реалистичности и создаёт такие эффекты, как глубина резкости, атмосферная дымка и т.д. Также карта используется в 3д-пакетах для текстурирования, делая поверхность рельефной.

Разрядность буфера глубины оказывает сильное влияние на качество визуализации: использование 16-битного буфера может привести к геометрическим искажениям, например, эффекту «борьбы», если два объекта находятся близко друг к другу. 24, 32-разрядные буферы хорошо справляются со своей задачей. 8-битные почти никогда не используются из-за низкой точности.

Обычно изобретателем z-буфера считают Эдвина Катмулла, хотя эту идею описал ещё Вольфганг Штрассер в своей диссертации (1974).

В Z-буфере в его классическом виде разрядная сетка буфера недостаточно точна на близких расстояниях.

Для решения этой проблемы применяется w-буфер, в котором применяется не удалённость, а обратная ей величина ( $w = 1 / z$ ). Что лучше применять — z-буфер или w-буфер — зависит от программы.

На современных видеоадаптерах работа с z-буфером отнимает немалую часть пропускной способности ОЗУ видеоадаптера. Для борьбы с этим применяют сжатие без потерь: сжатие/восстановление отнимает меньше ресурсов, чем обращение к памяти.

В начале кадра происходит заполнение буфера некоторым числом (например, числом 1,0). Это также отнимает некоторую долю машинного времени, поэтому часто поступают так: первый кадр буферизация настраивается так, чтобы глубина ближних объектов была 0,0, а дальних — 0,5. Второй кадр

— от 1,0 до 0,5. Это снижает точность на 1 бит, но позволяет избавиться от очистки буфера.

#### 1.4.2 Сканлайн (scanline)

**Сканлайн (scanline)** — он же Ray casting («бросание луча», упрощенный алгоритм обратной трассировки лучей) — расчёт цвета каждой точки картинki построением луча из точки зрения наблюдателя через воображаемое отверстие в экране на месте этого пиксела «в сцену» до пересечения с первой поверхностью. Цвет пиксела будет таким же, как цвет этой поверхности (иногда с учётом освещения и т. д.);

Рейкастинг не является синонимом к рейтрейсингу (трассировке лучей), но он может быть представлен как сокращённая и существенно более быстрая версия алгоритма трассировки лучей. Оба алгоритма являются «image order» и используются в компьютерной графике для рендеринга трёхмерных сцен на двухмерный экран с помощью проекционных лучей, которые проектируются от глаз обозревателя к источнику света. Метод бросания лучей не вычисляет новые тангенсы лучей света, которые возникнут после того, когда луч, который проектируется от глаза к источнику света, пересечётся с поверхностью. Эта особенность делает невозможным точный рендеринг отражений, преломлений и естественной проекции теней с помощью рейкастинга. Однако все эти особенности могут быть добавлены с помощью «фальшивых» (обманных, аппроксимационных) методик, например, через использование текстурных карт или другие методы. Высокая скорость вычисления сделала рейкастинг удобным методом рендеринга в ранних компьютерных играх с трёхмерной графикой реального времени.

В реальной природе источник света испускает луч света, который, «путешествуя» по пространству, в конечном счёте «натыкается» на какую-либо преграду, которая прерывает распространение этого светового луча. Луч света можно представить в виде потока фотонов, который движется вдоль вектора луча. В какой-либо точке пути с лучом света может случиться любая комбинация трёх вещей: поглощение, отражение (рефлексия) и преломление (рефракция).

Поверхность может отразить весь световой луч или только его часть в одном или нескольких направлениях. Поверхность может также поглотить часть светового луча, что приводит к потере интенсивности отраженного и/или преломлённого луча. Если поверхность имеет какие-либо свойства прозрачности, то она преломляет часть светового луча внутри себя и изменяет его направление распространения, поглощая некоторый (или весь) спектр луча (и, возможно, изменяя цвет). Суммарная интенсивность светового луча, которая была «потеряна» вследствие поглощения, преломления и отражения, должна быть в точности равной исходящей (начальной) интенсивности этого луча. Поверхность не может, например, отразить 66% входящего светового луча, и преломить 50%, так как сумма этих порций будет равной 116%, что больше 100%. Отсюда истекает, что отраженные и/или преломлённые лучи должны «стыкаться» с другими поверхностями, где их поглощающие, отражающие и преломляющие способности снова вычисляются, основываясь на результатах вычислений входящих лучей. Некоторые из лучей, сгенерированных источником света, распространяются по пространству и, в конечном счете, попадают на область просмотра (глаз человека, объектив фото- или видеокамеры и т.д.). Попытка симулировать физический процесс распространения света путём трассировки световых лучей, используя компьютер, является чрезмерно расточительной, так как только незначительная доля лучей, сгенерированных источником света, попадает на область просмотра.

Первый алгоритм рейкастинга (не рейтрейсинга), используемый для рендеринга, был представлен Артуром Аппелем (англ. Arthur Appel) в 1968 году [5]. В основе рейкастинга стоит идея испускать лучи из «глаз» наблюдателя, один луч на пиксель, и находить самый близкий объект, который блокирует путь распространения этого луча. Используя свойства материала и эффект света в сцене, алгоритм рейкастинга может определить затенение данного объекта. Предположение в упрощении основано на том, что если поверхность размещена перед светом, то свет достигнет поверхности и не будет блокирован или находится в тени. Затенение поверхности вычисляется, используя алгоритмы

затенения традиционной компьютерной трёхмерной графики. Одним из преимуществ рейкастинга является способность легко обрабатывать неплоские поверхности и сплошные тела вроде сферы или конуса. Если математическая поверхность может быть пересечена лучом, то она может быть отрендерена, используя рейкастинг. Сложные объекты могут быть созданы с использованием методов моделирования сплошных тел и легко отрендерены.

Рейкастинг для создания компьютерной графики впервые был применён учеными из Mathematical Applications Group, Inc. (англ.) (MAGI) из Элмсфорда, Нью-Йорк (англ. Elmsford, New York). Эта компания была создана в 1966 году для проведения вычислений по радиологической экологии для Министерства обороны США. Программное обеспечение разработки MAGI не только вычисляло то, как гамма-лучи отбиваются от поверхностей (рейкастинг для радиации был сделан ещё в 1940-х), но и то, как проникают и преломляются внутри материалов. Под руководством доктора Филиппа Миттелмана (англ. Dr. Philip Mittelman) учёные разработали метод генерирования изображений, взяв за основу то же самое программное обеспечение. В 1972 году MAGI стала коммерческой студией по созданию анимации. Она использовала рейкастинг для генерирования трёхмерной компьютерной анимации телевизионных реклам, образовательных фильмов, и, в конечном счете, для художественных кинофильмов. Компания MAGI ответственна за создание большей части анимации в научно-фантастическом фильме «Трон». Для создания анимации использовался исключительно метод рейкастинга. В 1985 году MAGI обанкротилась.

### **Ray casting в компьютерных играх**

#### **Wolfenstein 3D**

Мир у Wolfenstein 3D построен на квадратной сетке из стен однородной высоты и ровных сплошных полов и потолков. Для отрисовки игрового уровня из области наблюдения «выпускается» луч, который проходит через каждый столбец пикселей на экране. Далее алгоритм проверяет, не пересёк ли луч стену, и если пересёк, то в соответствии с этим выбирает и масштабирует текстуру стены согласно тому, где на уровне луч «столкнулся» со стеной и насколько да-

леко он распространился до этого. Далее создается одномерный буфер, в котором располагаются масштабированные спрайты, которые изображают врагов, бонусы и предметы.[6]

Создание уровней, основанных на сетке, преследовало две цели — столкновения луча и стены могут быть найдены более быстро, так как потенциальные столкновения становятся более предсказуемыми и сокращается потребление памяти. Однако обработка открытых пространств становится затруднительной.

**Серия Comanche** Для игр серии «Comanche» компания NovaLogic разработала отдельный движок, называемый «Voxel Space» (русск. воксельное пространство). Этот движок прослеживает луч, исходящий через каждый столбец пикселей экрана и проверяет каждый луч против точек на карте высот. Далее движок трансформирует каждый элемент карты высот в столбец пикселей, определяя, какие из них видимы и отрисовывает их с соответствующим цветом, который берётся из текстурной карты.

### Трассировка лучей

(*рейтрейсинг*, англ. *raytracing*) — то же, что и сканлайн, но цвет пиксела уточняется за счёт построения дополнительных лучей (отражённых, преломлённых и т. д.) от точки пересечения луча взгляда. Несмотря на название, применяется только обратная трассировка лучей (то есть как раз от наблюдателя к источнику света), прямая крайне неэффективна и потребляет слишком много ресурсов для получения качественной картинки;

**Глобальное освещение** (англ. *global illumination, radiosity*) — расчёт взаимодействия поверхностей и сред в видимом спектре излучения с помощью интегральных уравнений.

Грань между алгоритмами трассировки лучей в настоящее время практически стёрлась. Так, в 3D Studio Max стандартный визуализатор называется Default scanline renderer, но он считает не только вклад диффузного, отражённого и собственного (цвета самосвечения) света, но и сглаженные тени. По этой

причине, чаще понятие Raycasting относится к обратной трассировке лучей, а Raytracing — к прямой.

Наиболее популярными системами рендеринга являются:

- PhotoRealistic RenderMan (PRMan)
- Mental ray
- V-Ray
- FinalRender
- Brazil R/S
- BusyRay
- Turtle
- Maxwell Render

Вследствие большого объема однотипных вычислений рендеринг можно разбивать на потоки (распараллеливать). Поэтому для рендеринга весьма актуально использование многопроцессорных систем. В последнее время активно ведётся разработка систем рендеринга использующих GPU вместо CPU, и уже сегодня их эффективность для таких вычислений намного выше. К таким системам относятся:

- Refractive Software Octane Render
- AAA studio FurryBall
- RandomControl ARION (гибридная)

Многие производители систем рендеринга для CPU также планируют ввести поддержку GPU (LuxRender, YafaRay, mental images iray).

### **Связь с физическим представлением трехмерных объектов**

Трёхмерная графика обычно имеет дело с виртуальным, воображаемым трёхмерным пространством, которое отображается на плоской, двухмерной поверхности дисплея или листа бумаги. В настоящее время известно несколько способов отображения трехмерной информации в объемном виде, хотя большинство из них представляет объемные характеристики весьма условно, поскольку работают со стереоизображением. Из этой области можно отметить стерео очки, виртуальные шлемы, 3D-дисплеи, способные демонстрировать

трехмерное изображение. Несколько производителей продемонстрировали готовые к серийному производству трехмерные дисплеи. Но чтобы насладиться объемной картинкой, зрителю необходимо расположиться строго по центру. Шаг вправо, шаг влево, равно как и неосторожный поворот головы, карается превращением трехмерности в несимпатичное зазубренное изображение. Решение этой проблемы уже созрело в научных лабораториях. Германский Институт Фраунгофера демонстрировал 3D-дисплей, при помощи двух камер отслеживающий положение глаз зрителя и соответствующим образом подстраивающий изображение, в этом году пошел еще дальше. Теперь отслеживается положение не только глаз, но и пальца, которым можно «нажимать» трехмерные кнопки. А команда исследователей Токийского Университета создали систему позволяющую почувствовать изображение. Излучатель фокусируется на точке где находится палец человека и в зависимости от его положения меняет силу акустического давления. Таким образом, становится возможным не только видеть объемную картинку, но и взаимодействовать с изображенными на ней предметами. Однако и 3D-дисплеи по-прежнему не позволяют создавать полноценной физической, осязаемой копии математической модели, создаваемой методами трехмерной графики.

### **Технология 3D изображения стерео-варио**

Возможно нанесение **стерео-варио** изображений и **3D фотографий** на сувенирную продукцию. Специальное оборудование и программное обеспечение позволяет изготавливать **3D сувениры** и рекламные объекты с трехмерным изображением размеров **от 10х15 см до 30х40 см**. Так же реальна обработка и создание из любой фотографии объемного изображения с целью последующего нанесения на 3D растр и наклеивания заготовки на носитель. Любое фото можно перевести и закодировать в стереофотографию с помощью специальной технологии и обработки в программе для создания 3d изображений. Также возможно изготовление 3D сувениров и рекламной продукции с варио эффектом как в единичном экземпляре, так и мелкооптовыми партиями под заказ.

Существует несколько методов получения 3D фотографий. Наиболее простые – псевдо-стерео и многокурсовое стерео, а также их комбинация для получения оригинальных рекламных визуальных **3D эффектов** (*наложение лого и т.д.*).

(Приложение 13)

1. **Многокурсовое стерео изображение** - используется несколько готовых снимков или создание набора кадров в специальной программе трехмерного моделирования.
2. **Псевдо-стерео изображение** требует подготовки шаблона с несколькими слоями в программе Photoshop и последующего кодирования изображения 3D. Специальное ПО позволяет настраивать глубину слоёв, менять масштаб и позицию. После предварительной обработки необходима кодировка фото или рисунка под 3D растр. Далее стерео изображение распечатывается на принтере и на него наклеивается линзовый растр 3D (лентикулярный листа) требуемого размера.

Таким образом, процесс создания объемного изображения в 3D состоит из нескольких этапов:

- обработка исходного изображения;
- кодирование под 3D;
- печать объекта;
- наклеивание растра на носитель.

Для создания анимированных 3D варио - изображений с элементами динамической мультипликации применяются различные эффекты:

1. **Морфинг** - технология в компьютерной анимации, визуальный эффект, создающий впечатление плавной трансформации одного объекта в другой. Используется в игровом и телевизионном кино, в телевизионной рекламе.

Встречается в трёхмерной и двухмерной (как растровой, так и векторной) графике. Морфинг также часто используется для создания анимации, когда не стоит задача добиться эффекта превращения одного объекта в другой, а требуется

лишь выстроить промежуточные состояния между двумя (и более) ключевыми положениями анимируемого объекта.

Режиссер Джеймс Кэмерон впервые в истории кино использовал компьютерный спецэффект под названием «morphing», который на короткое время появился в его картине «Бездна», но расцвел пышным цветом в фильме «Терминатор-2», где Роберт Патрик многократно плавно трансформируется в терминатора T-1000. Однако, подобный эффект был использован на несколько лет раньше в фильме «Полет навигатора» в сценах трансформации космического корабля.

**2. Группы точек** - данные эффекты используются для придания объектам объемности за счет добавления трехмерных изометрических проекций и имитации изменения освещенности. В результате применения этого эффекта к выделенному объекту добавляются изображения боковых граней, за счет чего он выглядит объемным. Можно изменять проекцию, в которой изображается объект.

Вид деформации, который имеет два подвида:

- *Перемещение отдельной точки рамки.* Речь идет об угловой точке. В результате три точки вернутся на свои исходные позиции, а одна будет перемещаться.
- *Симметричное перемещение.* Здесь все происходит аналогичным образом, только перемещаться будет не одна точка, а две, создавая тем самым симметричную трансформацию.

### **3. Изменение цветовой гаммы**

**4. Другие доступные в современных ПО технологии обработки 3D изображений.**

Существуют также более трудоемкие технологии, требующие кропотливой ручной работы перед наклейкой 3D растра – **работа по карте высот, обработка отдельных фрагментов стерео - изображения.** При изменении угла зрения на 3D фото человеческий глаз видит новый ракурс, закодированный под линзовый 3D растр, поочередно. Оба глаза воспринимают разное изображение, которое видится объемным.

## Действие на человека просмотра 3D изображений

Многие люди при просмотре трехмерных фильмов испытывают чрезмерное напряжение глаз, головокружение, тошноту и позывы к рвоте. Ученые называли это состояние «киберукачиванием» (cybersickness).

Чтобы понять возможную причину такой реакции организма, кратко остановимся на особенностях зрения человека и механизме создания 3D. Изображение предмета улавливается и фокусируется на сетчатке обоих глаз одновременно, полученная информация поступает в зрительный анализатор в коре головного мозга. Мозг сливает в единый образ одинаковые, симметричные, полученные под разным углом зрения картинки. Мы видим одно изображение, а не два. Благодаря тому, что каждый глаз видит под разным углом, мы можем оценивать высоту, ширину и глубину пространства, интерпретировать в 3D-изображение. «Объемные» свойства зрения, способность фокусировки на разно удалённых объектах, дополненные памятью мозга о возможных габаритах предметов, помогает мозгу «додумывать» недостатки в получаемой визуальной информации и исправлять их.

Даже не углубляясь в физиологию зрения, становится понятным, что для «обмана» мозга искусственно созданным стереоэффектом, необходимы два изображения одного предмета, снятых на одном расстоянии, но под разным углом. Если одновременно показать каждому глазу эти разные образы, получим объемный эффект. Этот принцип и положен в современные 3D-проекторы, которые посредством очков формируют мнимую объемную картину. Для того, чтобы картинка получалась слитной и не мигала, увеличивается частота кадров до 400 в секунду. Теперь представьте, какой вред 3D фильмов потому что, большую нагрузку переносит головной мозг, анализируя тысячи объектов, отдельно поступающих от правого и левого глаза, и сменяющихся с такой частотой!

По мнению ученых, причина «киберболезни» еще и в том, что когда объект движется на вас, глазные яблоки меняю угол зрения, а угол зрения линзы в 3D-очках

нет.

Японская вещательная компания NHK провела исследование, доказывающее, что чем ближе человек находится перед экраном, тем больше вероятность появления тошноты. Все респонденты, смотревшие телевизор на расстоянии 1,2м и меньше жаловались на усталость глаз и общее недомогание. Невзирая на то, что некоторые компании-производители 3D-телевизоров не рекомендуют просмотр лицам в состоянии алкогольного опьянения, беременным, детям и пожилым людям, мало кто знает о возможном вреде трехмерных фильмов. Сложно пока судить о возможных осложнениях 3D-телевидения, однако научный мир не настроен оптимистично в этом вопросе.

## Глава 2. Практическая часть

### Получение и использование 3D изображений (Приложение 14)

При помощи специальной программы **Free 3D Photo Maker** можно создавать свои собственные фотографии 3D. Программа очень проста в использовании. Для создания 3D изображения нужно взять две фотографии одного неподвижного предмета. Фотографии должны быть сняты с небольшим горизонтальным смещением, которое обычно должно составлять 5-7 см для получения нужной картинки.

Нужно открыть оба изображения в программе и 3D изображение появится в выбранной выходной папке. Для просмотра полученного изображения нужны специальные анаглифные (стерео) очки.

Таким образом можно подготовить наглядный материал по любому предмету для более наглядного восприятия.

**Окно программы:** (Приложение 15)

## **2.1 Исследование 1. (Приложение 16)**

Я провела исследования по восприятию 3D изображения человеком.

Для этого было предложено 20 ученикам посмотреть соответствующие картинки.

Анализ показал, что:

Из 20 учащихся сразу увидели 3D эффект 15 человек, 3 увидели спустя 5 минут, 2 увидели спустя 7 минут.

## **2.2. Исследование 2.**

При проведенном исследовании, обнаружилось, что чем ближе человек находится перед экраном, тем больше вероятность появления тошноты. Все учащиеся, смотревшие изображения на расстоянии 1,2м и меньше жаловались на усталость глаз и общее недомогание.

### **Заключение**

Трёхмерная графика (3D, 3 Dimensions, 3 измерения) — раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объёмных объектов. Больше всего применяется для создания изображений на плоскости экрана или листа печатной продукции в архитектурной, кинематографии, телевидении, компьютерных играх, печатной продукции, а также в науке и промышленности.

Многие люди при просмотре трехмерных фильмов испытывают чрезмерное напряжение глаз, головокружение, тошноту и позывы к рвоте.

## Список литературы

1. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2002. — 640 с.
2. Д. Херн, М. П. Бейкер. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2005. — 1168 с.
3. Э. Энджел. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2001. — 592 с.
4. Г. Снук. 3D-ландшафты в реальном времени на C++ и DirectX 9. — 2-е изд. — М.: Кудиц-пресс, 2007. — 368 с. — ISBN 5-9579-0090-7
5. В. П. Иванов, А. С. Батраков. Трёхмерная компьютерная графика / Под ред. Г. М. Полищука. — М.: Радио и связь, 1995. — 224 с. — ISBN 5-256-01204-5

Приложение 1



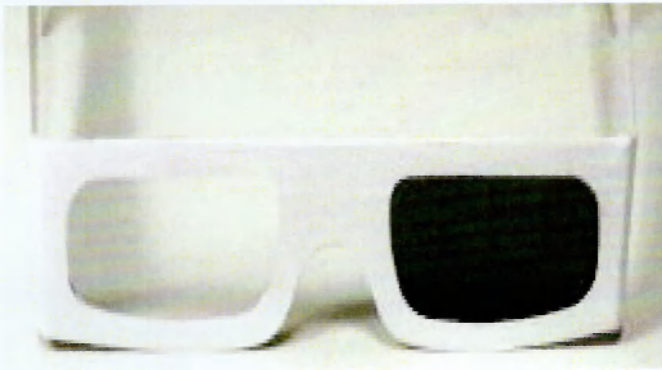
Приложение 2



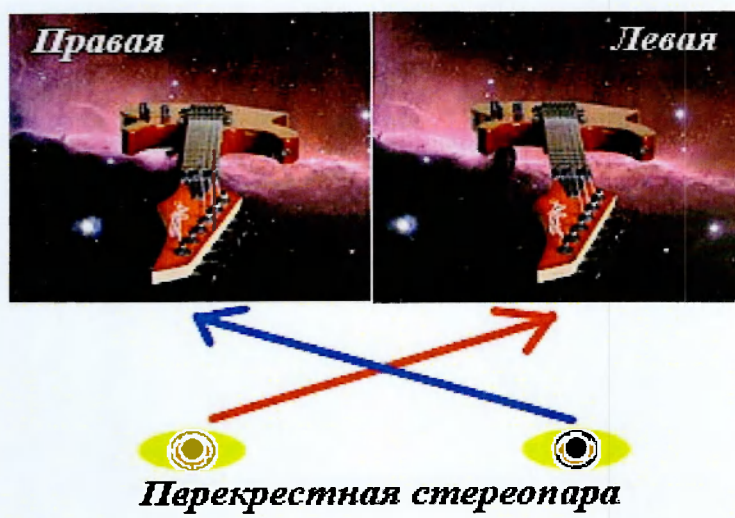
Приложение 3



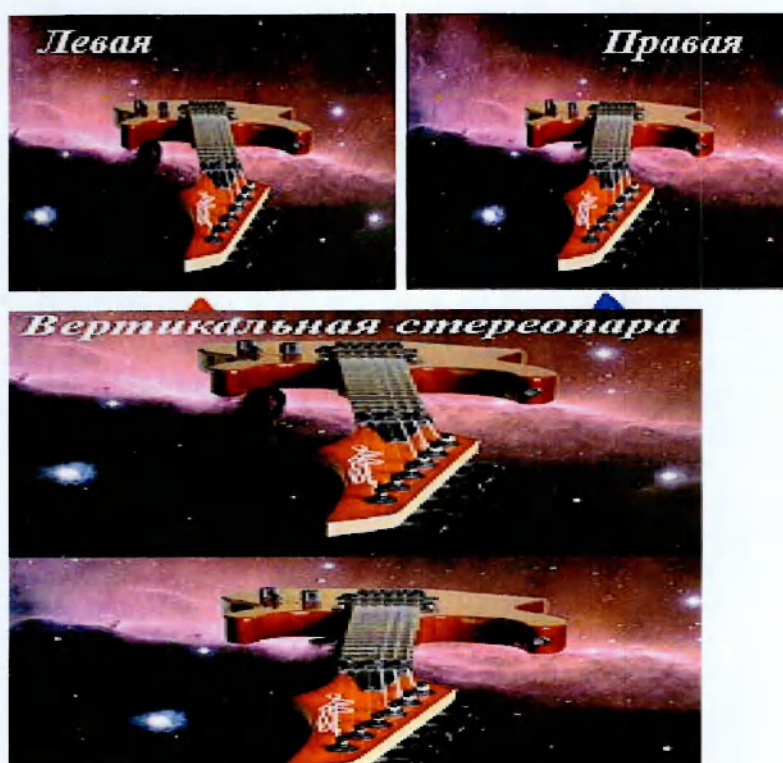
Приложение 4



Приложение 5



Приложение 6



Приложение 7

Приложение 8



Приложение 9



Приложение 10



Приложение 11



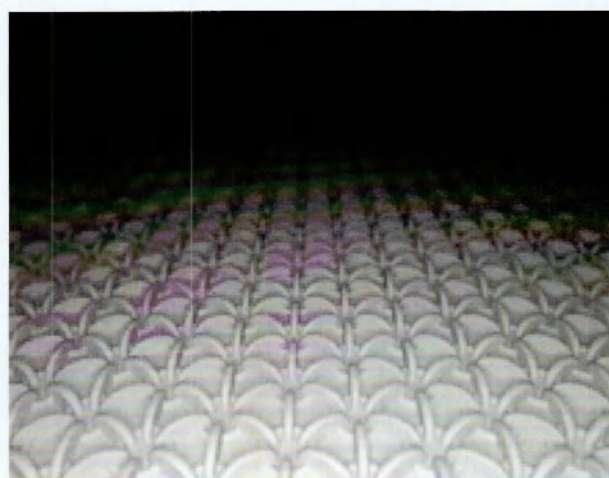
Приложение 12



Простая трёхмерная сцена

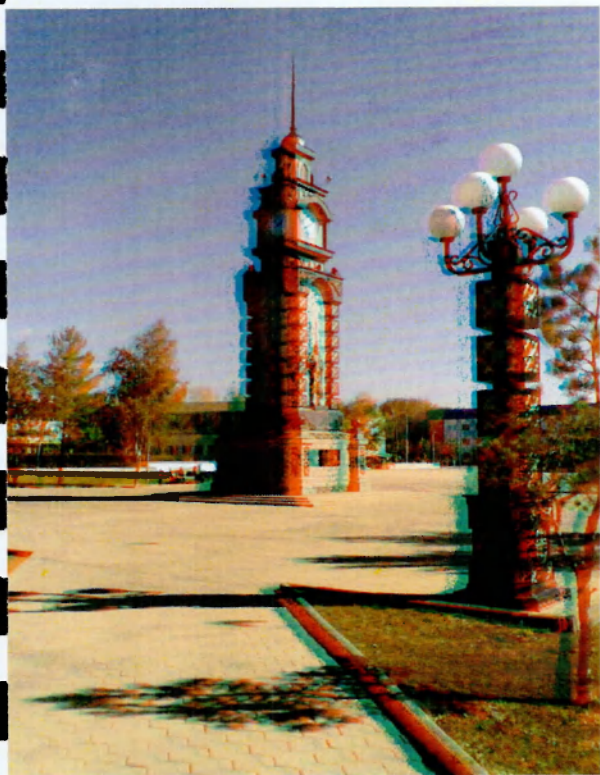


Представление в Z-буфере



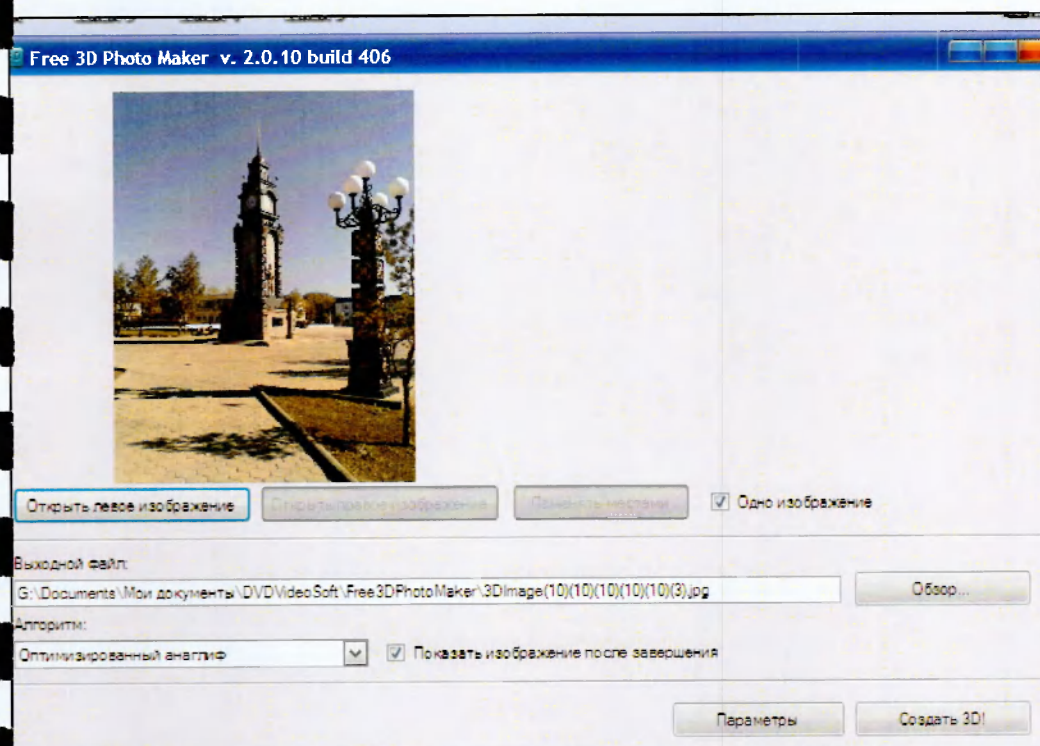


Приложение 13



Приложение 14

## Приложение 15



## Приложение 16

