

ISSN: 1991-3400

World of Technique of Cinema (WTC)

# Мир Кино

## ТЕХНИКИ

АПРЕЛЬ-ИЮНЬ | 2(36)-2015 |

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ | ФРИЛАНС | СПОНСОР | «НИКФИ» АО «ТПО «КиноСтудия им. М. Горького» | ООО «ИПП «КУНА» | Подписной индекс: 81923 в каталоге Роспечати | Scientific and Technical Journal | Freelance | Sponsor | «NIKFI» JSC TPO «Gorky Film Studio» | «IPP «CUNA» Ltd. | The subscription index 81923 in the catalog of Rospechat |



**РАЗРАБОТКА  
ТЕХНОЛОГИИ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
РАСТРОВ**

**МЕТОДИКА  
СИНТЕЗА  
ФРАКТАЛЬНЫХ ВИДЕО  
ДЛЯ ВИДЕОАРТА,  
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И ОЧКОВОГО  
СТЕРЕОКИНО**

**ПРИНЯТИЕ РЫНКОМ  
ТЕХНОЛОГИЙ  
СТЕРЕОПОКАЗА  
В КОНТЕКСТЕ АНАЛИЗА  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
КОНЬЮНКТУРЫ ОТРАСЛИ**

**ОСОБЕННОСТИ  
КОМПОЗИЦИОННО-  
МОНТАЖНЫХ ПОСТРОЕНИЙ  
В СТЕРЕОКИНО**

**СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ КИНО**

**ВСЁ ДЛЯ ФРОНТА,  
ВСЁ ДЛЯ ПОБЕДЫ!**

**№ 36 СОДЕРЖАНИЕ**

**Технологии**

В.А. Елхов, Н.В. Кондратьев, Ю.Н. Овечкис, Л.В. Паутова, И.А. Матвеева, В.Т. Шашкова, А.В. Котова, А.О. Станкевич, Н.Л. Зайченко, *ovechkis@yandex.ru*  
**Разработка технологии изготовления модифицированных линзовых растров с использованием отверждаемой иммерсионной композиции** **2**

Н.К. Трубочкина, *ntrubochkina@hse.ru*, А.В. Лиховцева  
**Методика синтеза трёхмерных фрактальных видео для видеарта, телевидения и очкового стереокино** **11**

**Доклады**

О. Березин, *Oleg.Berezin@nevafilm.ru*  
**Принятие рынком технологий стереопоказа в контексте анализа экономической конъюнктуры отрасли кинотеатрального показа** **19**

**Мастер-класс**

А.С. Мелкумов, *info@stereokino*  
**Особенности композиционно-монтажных построений в стереокино (Окончание. Начало в № 35)** **26**

**Страницы истории кино**

Н. Майоров, М. Казючис, *mkazuchitz@gmail.ru*, Ю. Похитонов  
**Всё для фронта, всё для победы** **34**

**№ 36 CONTENT WTC**

**Technology**

V. Elkhov, N. Kondratiev, Yu. Ovechkis, L. Pautova, I. Matveeva, V. Shashkova, A. Kotova, A. Stankevich, N. Zaichenko, *ovechkis@yandex.ru*  
**The development of the technology of modified lens rasters creation using hardenable immersion composition** **2**

N. Trubochkina, *ntrubochkina@hse.ru*, A. Lihovtseva  
**The technique of synthesis of three-dimensional fractal video for video art, television and spectacted stereoscopic** **11**

**Reports**

O. Berezin, *Oleg.Berezin@nevafilm.ru*  
**Analysis of adopting by the market of technologies of 3D films exhibition in a context of the theory of major cycles of economic conjuncture in theatrical film exhibition** **19**

**Master-class**

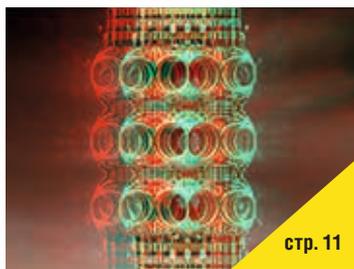
A. Melkumov, *info@stereokino*  
**Features composition-installation constructions in stereo (The end. Beginning at № 35)** **26**

**Movie history**

N. Mayorov, *henrymay@mail.ru*; M. Kazyuchits, *mkazuchitz@gmail.ru*; Yu. Pokhitonov  
**Everything for the front, everything for victory** **34**



стр. 2



стр. 11



стр. 26



стр. 34

**Требования для публикации научных статей в журнале «МИР ТЕХНИКИ КИНО»**

- Статья представляется на электронном носителе, либо по почте *Kevin@paradiz.ru*, объёмом не более 40 000 знаков.
  - название;
  - аннотацию (краткую);
  - ключевые слова.
- Рисунки должны быть отдельно в JPG или TIF с разрешением не менее 300 dpi.
- Статьи должны содержать (на русском и английском языках):
  - С авторами заключается лицензионное соглашение на публикацию.
  - Плата с аспирантов за публикацию не взимается.

Электронная версия [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Подписной индекс Роспечать: № 81923

Научно-технический журнал «Мир Техники Кино»  
 Выходит 4 раза в год  
 Издатель: ООО «ИПП «КУНА»  
 Учредители: Филиал «НИКФИ» АО ТПО «Киностудия им. М. Горького», ООО «ИПП «КУНА»  
 При финансовой поддержке ООО «ИПП «КУНА»  
 Руководитель проекта: Костылев Олег Юрьевич  
 Главный редактор:  
 Индлин Юрий Александрович, к.т.н.  
 Выпускающий редактор:  
 Захарова Тамара Владимировна  
 Арт-директор, оформление обложки:  
 Шишкин Владимир Геннадьевич  
 Верстка и дизайн: Аверина Наталия Владимировна  
 Корректор: Сайкина Наталья Владимировна

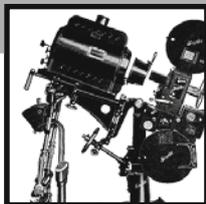
Редакционный совет:  
 Овечкис Ю.Н., д.т.н., ОАО «НИКФИ»  
 Белоусов А.А., проф., д.т.н., СПбГУКИТ  
 Тихомирова Г.В., проф., д.т.н., СПбГУКИТ  
 Сакварелидзе М.А., д.х.н., ВГИК  
 Винокур А.И., д.т.н., МГУП им. И. Фёдорова  
 Перегудов А.Ф., к.т.н., СПбГУКИТ  
 Березин О.С., «Невафильм»  
 Барский И.Д., к.т.н., ВГИК  
 Одинокос С.Б., д.т.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана  
 Раев О.Н., к.т.н., ВГИК  
 Волков А.С., к.т.н., Министерство культуры РФ

Отпечатано в ООО «ИПП «КУНА»  
 Объем 5 п.л. Заказ № 133387.  
 Тираж 1000 экземпляров.

Свидетельство о регистрации  
 СМИ-ПИ № ФС77-28384 от 23 мая 2007 года.

Перепечатка материалов осуществляется только с разрешения редакции, ссылка на журнал обязательна. Редакция не несёт ответственности за достоверность сведений о рекламе и объявлениях. Мнение редакции и рецензентов не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.

[www.mtk-magazine.ru](http://www.mtk-magazine.ru), e-mail: [kevin@paradiz.ru](mailto:kevin@paradiz.ru)  
 телефон (факс): +7 (495) 795-02-99, 795-02-97



# МЕТОДИКА СИНТЕЗА Трёхмерных ФРАКТАЛЬНЫХ ВИДЕО

## для видеоарта, телевидения и очкового стереокино



Н.К. Трубочкина, д.т.н., профессор, Департамент компьютерной инженерии, НИУ ВШЭ, руководитель секции «Мультимедиа арт» Творческого Союза Художников России, Москва, РФ, E-mail: [ntrubochkina@hse.ru](mailto:ntrubochkina@hse.ru);

А.В. Лиховцева, искусствовед, член Ассоциации искусствоведов (АИС), главный хранитель художественного фонда Студии художников им. В.В. Верещагина, Москва, РФ, E-mail: [likhovtsev@yandex.ru](mailto:likhovtsev@yandex.ru) |

### Аннотация

В статье описана методика получения трёхмерных фрактальных видео с использованием математики и информационных технологий. Рассмотрены различные технологии 3D визуализации трёхмерных фракталов, как в статической, так и динамической форме. Описаны методы синтеза трёхмерных фрактальных видео, используемых для различных приложений.

Одним из приложений является 3D кино с очками, где в качестве фонового видеоряда используются математические, не рисованные и не полученные стандартными методами киносъёмки различные множества кадров для анимации, видео, кино и телевидения.

Ключевые слова: кино, стерео, 3D, фрактал, математика, информационные технологии, видеоарт, технологии синтеза 3D фрактального видеоарта.

THE TECHNIQUE OF SYNTHESIS OF THREE-DIMENSIONAL FRACTAL VIDEO FOR VIDEO ART, TELEVISION AND GLASSES-BASED STEREOSCOPIC CINEMA

*N.K. Trubochkina, Professor, Department of Computer Engineering, HSE, head of the section «Multimedia Art» Artists Union of Russia, Moscow, Russian Federation E-mail: [ntrubochkina@hse.ru](mailto:ntrubochkina@hse.ru), тел. +7 (903) 738-1352*

*A.V. Lihovtseva, An expert in the art, a member of the Association of Art Critics (AIS), chief curator of the V.V. Vereshchagin Art Foundation Studio Artists. Moscow, Russian Federation, E-mail: [likhovtsev@yandex.ru](mailto:likhovtsev@yandex.ru)*

### Abstract

The article describes a method of producing three-dimensional video using fractal mathematics and information technologies. Various 3D visualization technologies of three-dimensional fractals, both in static and dynamic form are considered. Methods of three-dimensional fractal video synthesis used for various applications are described.

One of the applications is a 3D cinema with glasses, where the background video series uses mathematical, not painted and not obtained by standard methods of filming various plurality of frames for animation, video and television.

Keywords: movies, stereo, 3D, fractal, mathematics, information technology, art video, 3D fractal art video synthesis technologies.

## ■ Введение

Актуальность 3D визуализации во многих сферах нашей жизни очевидна. Это новое качество жизни, новые технологии, связанные с переходом от плоских изображений к реальности, максимально приближенной к трёхмерному миру, который мы постоянно видим, ощущаем и в котором живём.

Мир 3D визуализации огромен: это и 3D дизайн, и 3D цифровой город, и 3D игры и приложения, и 3D научное и ситуационное моделирование, и 3D реклама, кино и телевидение, 3D интернет и пр.

Классическими методами 3D визуализации в области компьютерной графики являются, так называемые, методы *handmade*, это когда трёхмерную модель объекта, хоть и на компьютере, рисует человек.

В данной работе описан новый концептуальный подход и технологии создания динамической 3D визуализации объектов и миров, связанные с фрактальным (математическим, не рисованным) моделированием, с использованием информационных технологий и больших вычислительных мощностей. Здесь человек не рисует в обычном смысле слова, а создаёт с помощью специального программного обеспечения системы уравнений, просчитывая которые компьютер визуализирует графические образы, а математический художник либо отвергает, либо ищет образ дальше, корректируя системы уравнений цвета и света и параметры для последующей 3D визуализации, как статической (графическое математическое искусство), так и динамической (фрактальное видео) [1, 2].

## Области применения 3D визуализации

Областей применения 3D визуализации много, а понятие «визуализация», и особенно «3D визуализация», имеет несколько смыслов.

**«Ручное» моделирование объектов.** В большинстве случаев, это понятие связано с компьютерной графикой, где под 3D визуализацией понимают рендеринг (англ. *rendering* – «визуализация») – процесс формирования изображения 3D объекта по каркасной модели.

**Сканирование ландшафтов.** Экологические законы зависят от использования и применения высококачественных, в том числе, 3D изображений ландшафтов со спутников и беспилотных летательных аппаратов. Мониторинг и политика связаны с этими продуктами, и более высокое разрешение спутниковых снимков будет иметь положительное влияние на многие политические и социальные процессы.

**Игры и реклама.** Наблюдается впечатляющий рост и расширение интереса к технологии Дополненной реальности (AR), и её применение гораздо шире, чем только на игровом рынке и в средствах массовой информационной рекламы.

**Инженерное моделирование.** Инженерия и наука готова взять роль лидера, так как рынки продолжают улучшаться, и пользователи стали более осведомлены и способны использовать новые 3D технологии.

**Цифровые города.** 3D Цифровой город – это о переосмыслении городов и городских мест за счёт использования и применения 3D технологий. Мы называем их цифровыми или умными городами, потому что 3D цифровые технологии поддерживают их качественное функционирование: планирование, анализ, моделирование и графическое представление.

**Научная 3D визуализация.** Визуализация в Научных Информационных Системах (НИС) – процесс проектирования и генерации изображений на устройствах отображения, преобразование цифровых данных в изображение на основе определённых правил и алгоритмов.

Визуализация в НИС (3D виртуальная реальность, 3D центры) очень важна, очень часто она предвосхищает изобретения и открытия.

**Ситуационное 3D моделирование.** Понимание промышленных процессов и рабочих процессов обещает более высокую производительность, улучшенное управление затратами и большим количеством развёртываемых ресурсов. Многие попытки понять промышленные процессы сегодня направлены на узкие целевые показатели, например, повышение безопасности и качества выходных параметров. К сожалению, общий или более комплексный подход для понимания производственных процессов, в частности, с помощью инструментов визуализации пока не полностью доступен.

**Альтернативная 3D визуализация (в мозгу человека).** Существует ещё одно понимание слова «визуализация» Оно связано с созданием образов в мозгу человека. В этом значении слово «визуализация» употребляется:

- в психотерапии (методики визуализации – психотерапевтические приёмы, направленные на воссоздание и управление зрительными образами во внутреннем пространстве человека, механизмы визуализации рассматриваются в контексте теоретических моделей гипноза, трансперсональной психологии и др.);
- в эзотерических практиках, при «медитации» («человек создаёт умственный образ аспекта со всеми его атрибутами, даже если не возникает зрительных картин, человек знает о значении и внешнем виде атрибутов»);
- язык образов (в искусстве, литературе, видеоарте, кино, шоу...).

**3D визуализация в кино.** При создании видеоряда для кино используются различные технологические подходы:

- традиционный подход опирается на получение графического материала, **отснятого с реальных объектов**;
- альтернативный подход связан с использованием компьютерных технологий в кино (рис. 1), особенно западном фэнтези, где широко применяют 3D компьютерную графику (фильмы «Гарри Поттер», «Аватар»...) (рис. 2). Стоит особенно отметить, что хотя в основном 3D графика в кино и является компьютерной, но она, по-прежнему, **рисуеться человеком**.

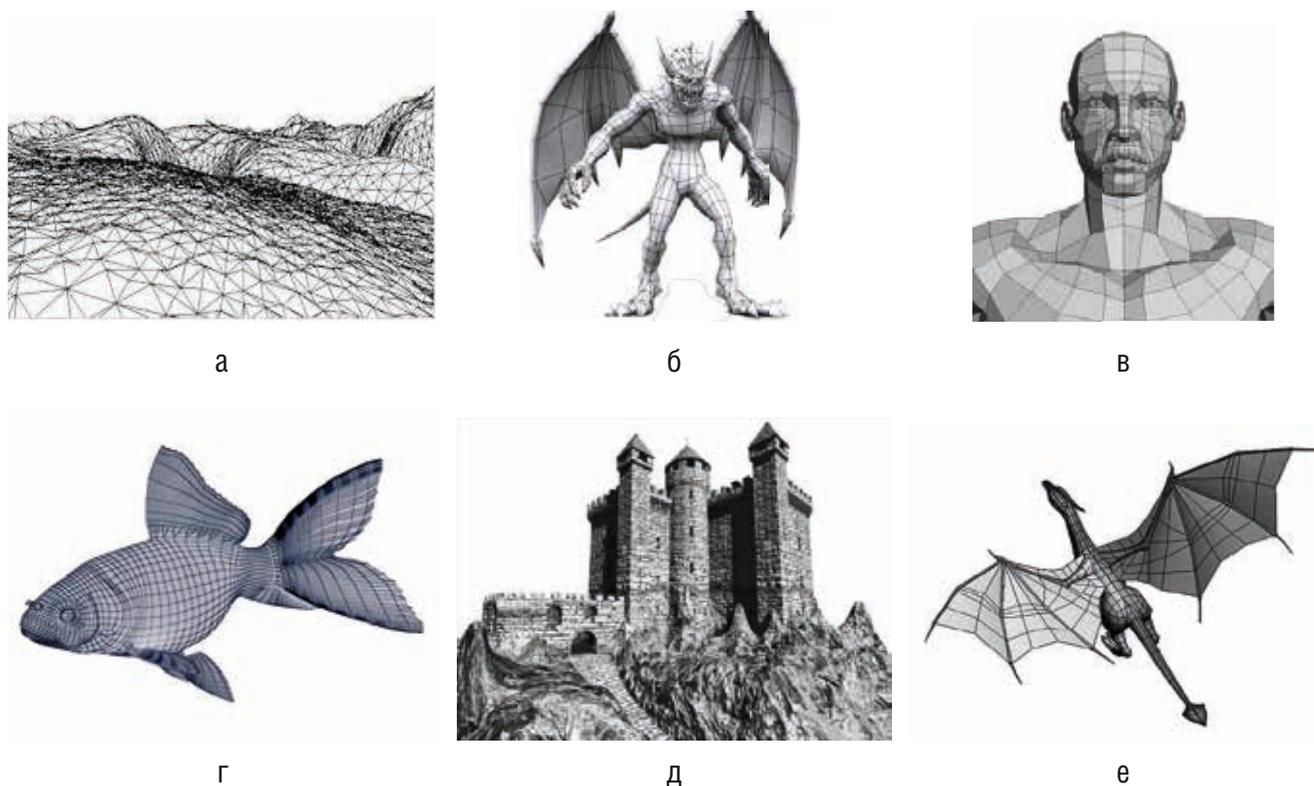


Рис. 1. 3D модели: а, б, в, г, д, е - для кинематографа, театра, телевидения

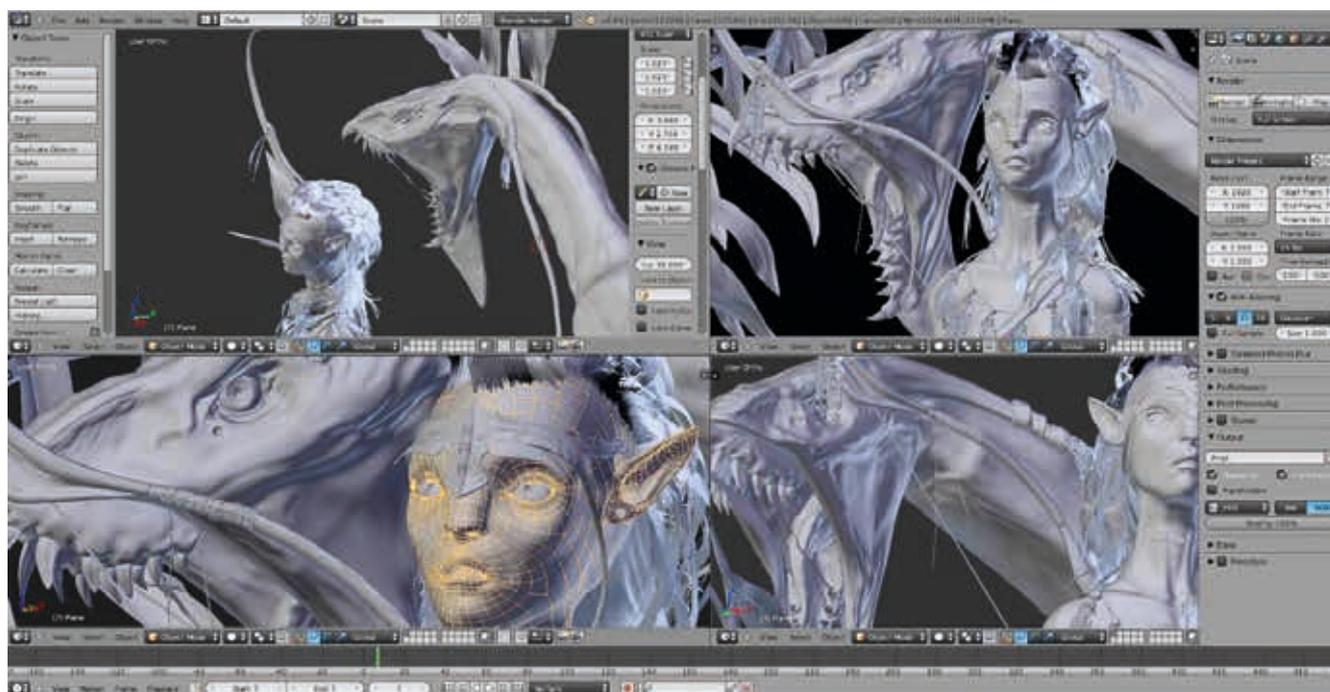
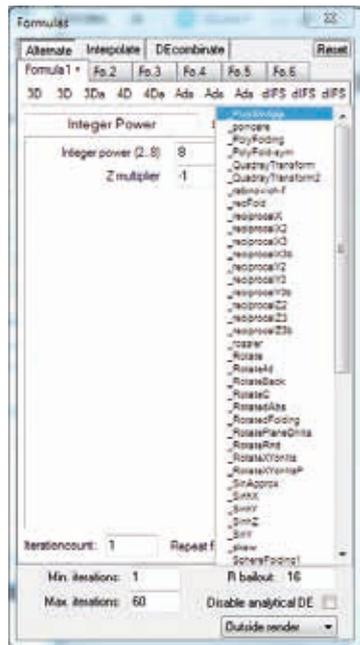


Рис. 2. 3D модели из фильма «Аватар»

### Новая концепция кино – 3D визуализация с помощью математики и информационных технологий

**Математическая основа – оболочка Мандельброта (3D фрактал).** Mandelbulb является трёхмерным аналогом множества Мандельброта, построенным Даниэлем Уайтом и Полом Ниландером с использованием сфериче-

ских координат в 2009 году [3]. Канонического трёхмерного множества Мандельброта не существует, так как нет трёхмерного аналога в двумерном пространстве комплексных чисел. Можно построить наборы Мандельброта в четырёх измерениях с использованием кватернионов. Тем не менее, этот набор не проявляется подробно



а – изображение 3D оболочки Мандельброта, полученного с помощью итерационной трассировки лучей  $z \rightarrow z^n + c$  в программе Mandelbulb 3D

б – окно включения фрактальных функций из наборов Formula1, Fo2, Fo3, Fo4, Fo5, Fo6, в систему проекта в программе Mandelbulb 3D

Рис. 3. Основа трёхмерного фрактального моделирования

на всех уровнях, как это делает набор 2D Мандельброт. Формула (1) для n-ой степени трёхмерного гиперкомплексного числа  $(x, y, z)$ , имеет вид:

$$(x, y, z)^n = r^n (\cos(n\theta) \cos(n\phi), \sin(n\theta) \cos(n\phi), \sin(n\phi)), (1)$$

$$\text{где: } r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}; \theta = \arctan(y/x)$$

$$\phi = \arctan\left(z / \sqrt{x^2 + y^2}\right) = \arcsin(z/r)$$

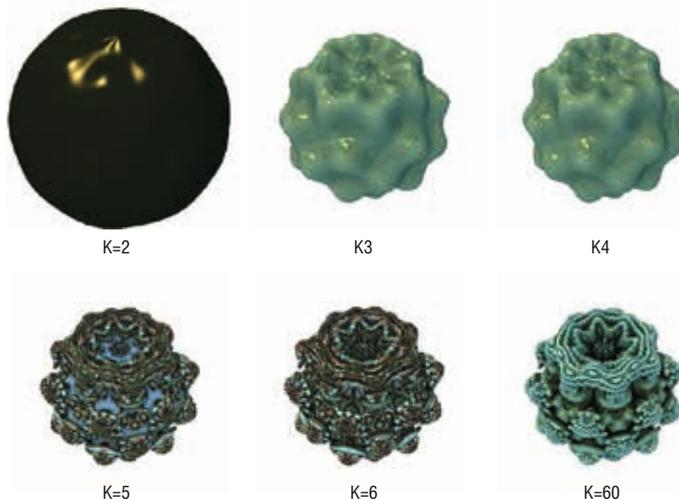


Рис. 4. Влияние количества расчётных итераций на вид фрактала

При использовании итерационных расчётов  $z \rightarrow z^n + c$ , где  $z$  и  $c$  — трёхмерные гиперкомплексные числа, на которых операция возведения в натуральную степень выполняется так, как это указано в [4]. Для  $n > 3$  результатом является трёхмерный фрактал.

При  $n=3$  формула (1) выглядит следующим образом (2):

$$(x, y, z)^3 = \left( \frac{(3z^2 - x^2 - y^2)x(x^2 - 3y^2)}{x^2 + y^2}, \frac{(3z^2 - x^2 - y^2)y(3x^2 - y^2)}{x^2 + y^2}, z(z^2 - 3x^2 - 3y^2) \right) (2)$$

Чаще всего используется восьмая степень (рис. 3). Максимальное число функций проекта в этой программе равно 6. Фрактальные формулы (функции) в программе Mandelbulb 3D имеют имя. Например, 3D оболочка Мандельброта имеет имя Integer Power (рис. 3б). У каждой функции есть формы с изменяемыми параметрами.

При расчёте на компьютере визуализируется сформированный проект с конкретными данными:

- системой выбранных функций,
- заданными системами параметров для каждой функции проекта,
- параметрами расчёта.

На рис. 4 хорошо видно, как количество итераций (K) при расчёте трёхмерного фрактала влияет на его форму.

Помимо математических формул фрактала существуют информационные параметрические формулы, понятные только конкретной программе, которые по существу являются файлами входных данных. Любая такая формула является уникальной. Эту информационную параметрическую формулу можно считать паспортом фрактала, потому что в ней закодированы не только математические функции, но и их численные параметры, а также параметры расчёта цвета, освещения, отражения и другие параметры, как в случае моделирования 3D статических и динамических фракталов.

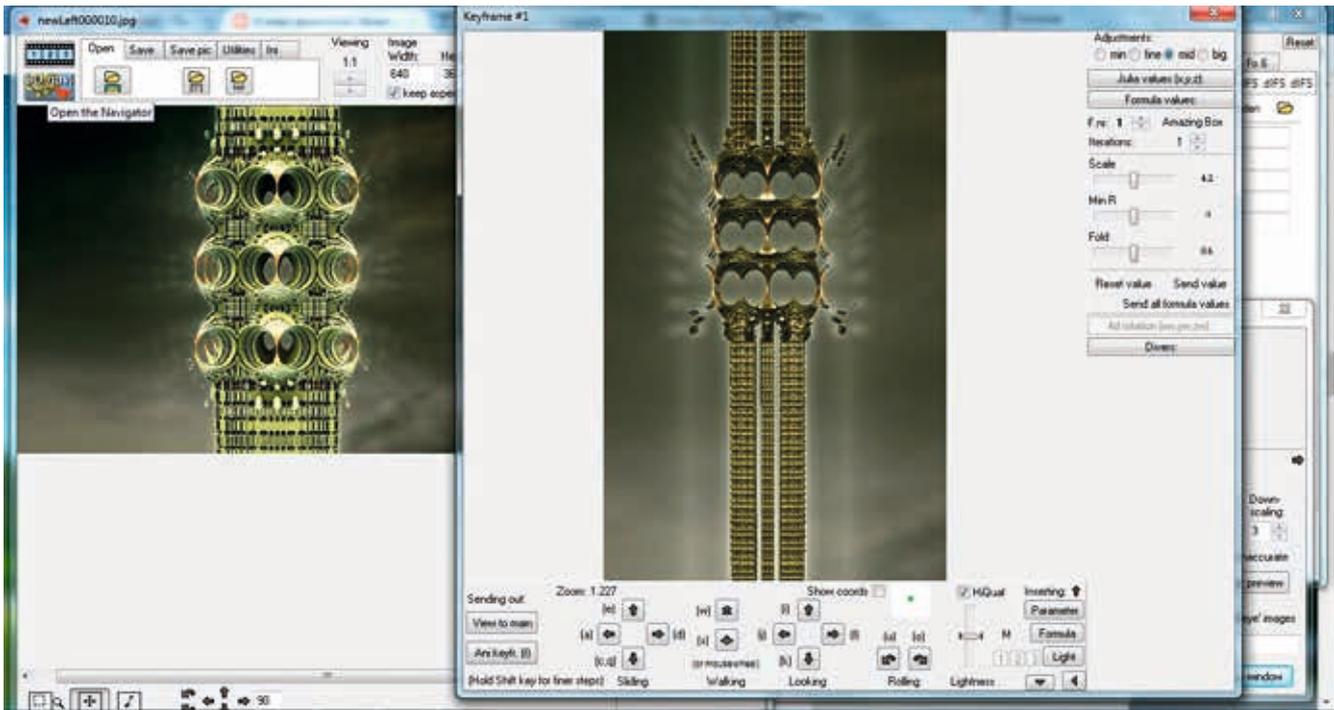


Рис. 5. Демонстрация технологии создания ключевых кадров расчётного фрактального видео

### 3D без очков

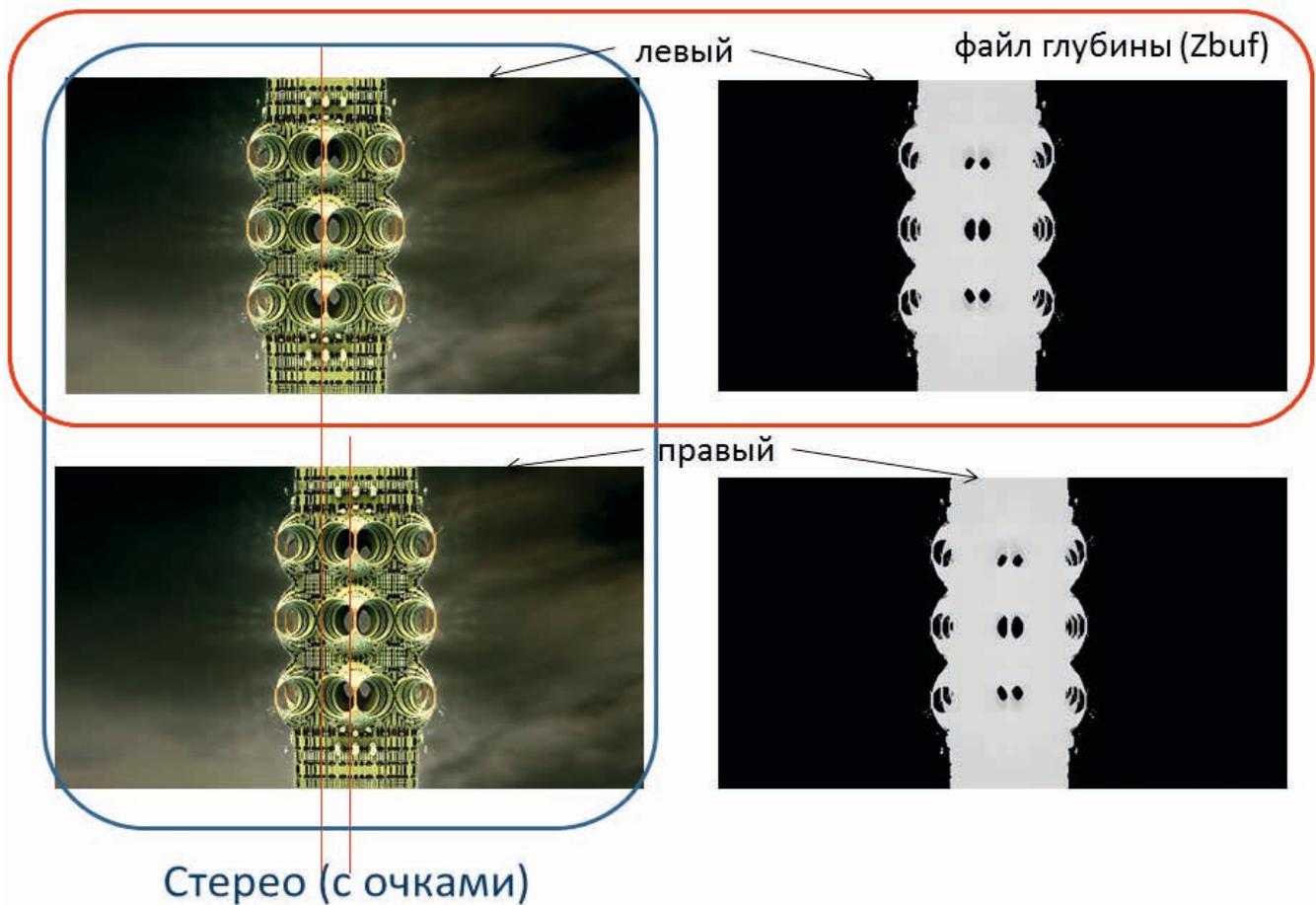


Рис. 6. Алгоритм создания 3D фрактального видео для просмотра с очками и без очков

### Технология фрактальной динамической 3D визуализации (создание 3D фрактального видео или 3D фрактального арт-объекта)

Технология создания 3D фрактального видео состоит из следующих этапов:

1. разработка фрактала, графический образ которого поддерживает сюжетно-эмоциональную линию создаваемого видео или арт-объекта – 1-ый ключевой кадр;
2. в соответствии с сюжетом и музыкальным сопровождением подбираются (рассчитываются) ключевые кадры (рис. 5) и устанавливаются на шкале времени;
3. задаются параметры видео: тип графических файлов, размер кадра, количество рассчитываемых кадров между ключевыми кадрами, параметры стерео и 3D без очков;
4. по заданным параметрам рассчитываются кадры фрактального видео: для 3D показа рассчитываются изображения для левого и правого глаза и файлы глубины (Zbuf) (рис. 6).

#### Создание ключевых кадров расчётного фрактального видео. Работа с навигатором

На рис. 5 показан пример работы с навигатором, в котором, меняя параметры функций и следящей камеры, легко визуализировать изменение фрактала до нужного сюжетно-эмоционального образа.

#### Алгоритм создания 3D фрактального видео для просмотра с очками и без очков

В универсальном расчёте (рендеринге) по заданной системе функций, набору ключевых кадров (фракталов) и системам параметров вместо одного кадра обычного фрактального видео рассчитываются 4 графических файла: изображения для левого и правого глаза и файлы глубины, также для левого и правого глаза (рис. 6).

На файле глубины (Zbuf) цветом отображается расстояние до точки в пространстве. Чем ближе точка, тем она светлее на изображении файла глубины.

Алгоритм создания 3D фрактального видео для просмотра с очками и без очков заключается в следующем:

- для стерео показа (с очками) используется пара изображений для левого и правого глаза;
- для 3D визуализации без очков используется пара: изображение, например, для левого глаза и файл глубины для левого глаза.

#### Параметры расчётов фрактальных видео для 3D кино

На рис. 7 показаны стереопары кадра фрактала для различных параметров 3D показа с очками:

на рис. 7а изображена стереопара для параметров показа:

$$L_{\max}=2 \text{ m}, L_{\min}=1,5 \text{ m}, w=1 \text{ m}.$$

на рис. 7 б – стереопара для параметров показа:

$$L_{\max}=7 \text{ m}, L_{\min}=5 \text{ m}, w=5 \text{ m}.$$

Где:

$w$  – ширина экрана в метрах,

$L_{\max}$  – максимальное расстояние до экрана при просмотре в метрах,

$L_{\min}$  – минимальное расстояние до экрана при просмотре в метрах.

Результаты визуализации показывают, что необходимо учитывать условия 3D показа. Для 3D просмотра на телевизоре и в кинозале результаты рендеринга будут различными, и это нужно предусмотреть в самом начале проекта, при определении его параметров.

В качестве примера 3D визуализации фрактального видео на конкретную тему предложен: ПРОЕКТ «ПАМЯТЬ О ВОЙНЕ» к 70-летию Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. [5].

На рис. 8 представлены ключевые кадры этого фрактального 3D проекта.

#### Мнение искусствоведа

Любое произведение искусства – это сложный симбиоз средств и методов воздействия. Искусство богато разными художественными языками, оно отвечает своему времени и вбирает новые технологические возможности своего времени. Восприятие произведения искусства человеком происходит достаточно сложно. Изначально создание произведения искусства ориентировано на пробуждение эмоции у зрителя. Эффект и интенсивность воздействия произведения, в частности видео, зависят и от остроты затронутой темы, и от того, насколько бескомпромиссно и провокационно оно подаётся. Кроме того, немаловажную роль играет художественная составляющая: зритель реагирует на форму, цвет или его отсутствие, остроту ракурсов, размер экрана, скорость смены кадра. Искусство вызывает эмоции и переживания, к которым мы хотим возвращаться снова и снова. Произведение современного искусства всё чаще ориентировано на непосредственное вовлечение зрителя в созданную им среду. Безусловно, в этом случае многое зависит от формы подачи материала. Опыт создания подобных эффектов и методов воздействия на человека известен уже много веков – он широко применён в сакральном искусстве, отвечающем своим философским концепциям. Воздействие на человека осуществляется через все органы чувств: его погружают в специально созданное пространство, ему задаётся определённый алгоритм движения, предусматриваются освещение, запахи, музыкальное сопровождение.

Произведение искусства вне зависимости от жанра должно обладать качеством, неординарностью и виртуозностью подачи материала, его содержание должно быть ориентировано на вызов человеческих чувств и эмоций. Эти качества обеспечивают вневременную значимость и ценность произведения искусства.

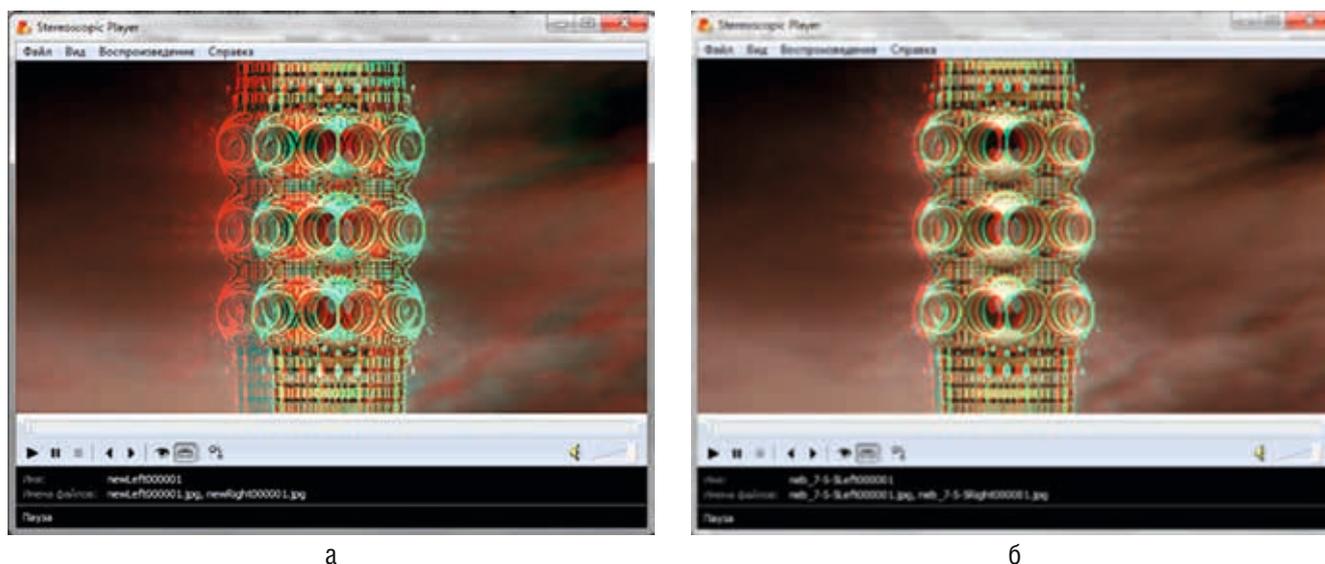


Рис. 7. Визуализация стереопар для различных параметров 3D показа: а -  $L_{\max}=2$  м,  $L_{\min}=1,5$  м,  $w=1$  м; б -  $L_{\max}=7$  м,  $L_{\min}=5$  м,  $w=5$  м

Многие произведения современного искусства теряют ту или иную качественную составляющую. Современные художники, в своём большинстве, то увлекаются содержанием, забывая о качественном воплощении произведения, то погружаются в демонстрацию новых технологических возможностей, забывая о теме. Создание произведения искусства в области видео требует от автора не только специальных знаний в области компьютерных технологий, но и высокого профессионального и виртуозного уровня владения этими навыками, что позволяет воплощать самые неординарные проекты. Произведения в жанре видео ориентированы на демонстрацию в музейных пространствах, галереях, на фестивалях. Видеоарт, признанный на сегодняшний день самостоятельной сферой творческих экспериментов, относится не только к сфере новейших течений в области искусства, но и к сфере новейших технологий искусства. Содержание в произведениях искусства этого жанра чаще всего передаётся зрителю в индизнаковой форме. Как художественная составляющая, для видеоарта далеко не всегда были приоритетными неожиданный видеоряд, экстремальный монтаж и спецэффекты – зачастую, большую роль играла концептуальность и значение метафоры. Со временем, видеоарт стал рассчитывать на мгновенный вызов сильных рефлекторных впечатлений у зрителя и поставил своей задачей вовлечение зрителя в среду и его соучастие. Жанр видеоарта включает очень разные эксперименты, но, так или иначе, все эти эксперименты относятся к области видео. Исследователь видеоарта Д. Десятерик [6] верно отметил, что «Видеоарт должен стать лабораторией, источником самых невероятных визуальных разработок. Перспектива направления – в ужесточении профессиональных требований, осознании некинематографической природы видеоарта, полной экспроприации

интимного пространства зрителя». Фрактальное видео – новый малораспространённый вид искусства ввиду сложности своего технического воплощения, который требует от автора совершенного знания компьютерных технологий, соответствующего программного обеспечения.

Фантазийный диапазон фрактала практически безграничен. Фрактальное видео создаёт новые прикладные возможности в области кинематографа. Мировой кинематограф уже много лет постоянно развивает направление, использующее эффекты нереальной среды («Парк юрского периода» (1993), «Мумия» (1999), «Мумия возвращается» (2001), «Гарри Поттер» (2001–2011), «Властелин колец» (2001, 2002, 2003), «Царь скорпионов» (2002), «Хроники Нарнии» (2005, 2008, 2010, 2013), «Железный человек» (2008, 2010), «Аватар» (2009), «Снежная королева» (2012) и др.). Фрактальное видео даёт возможность создания на киноэкране новых невероятных миров и оригинальных, инновационных, креативных реальностей, а новейшие кинотехнологии предоставляют зрителю возможность погружения в эти виртуальные реальности.

### Заключение

Предложена новая концепция динамической 3D визуализации – использование фрактальных 3D видео, полученных с помощью математики и информационных технологий, предлагаемых в качестве арт-объектов в мультимедийном искусстве и графического видеоряда в современной киноиндустрии.

Разработана технология фрактальной динамической 3D визуализации (создание 3D фрактального видео или 3D фрактального арт-объекта).

Описан алгоритм создания 3D фрактального видео для просмотра с очками и без очков с учётом параметров 3D просмотра. ■

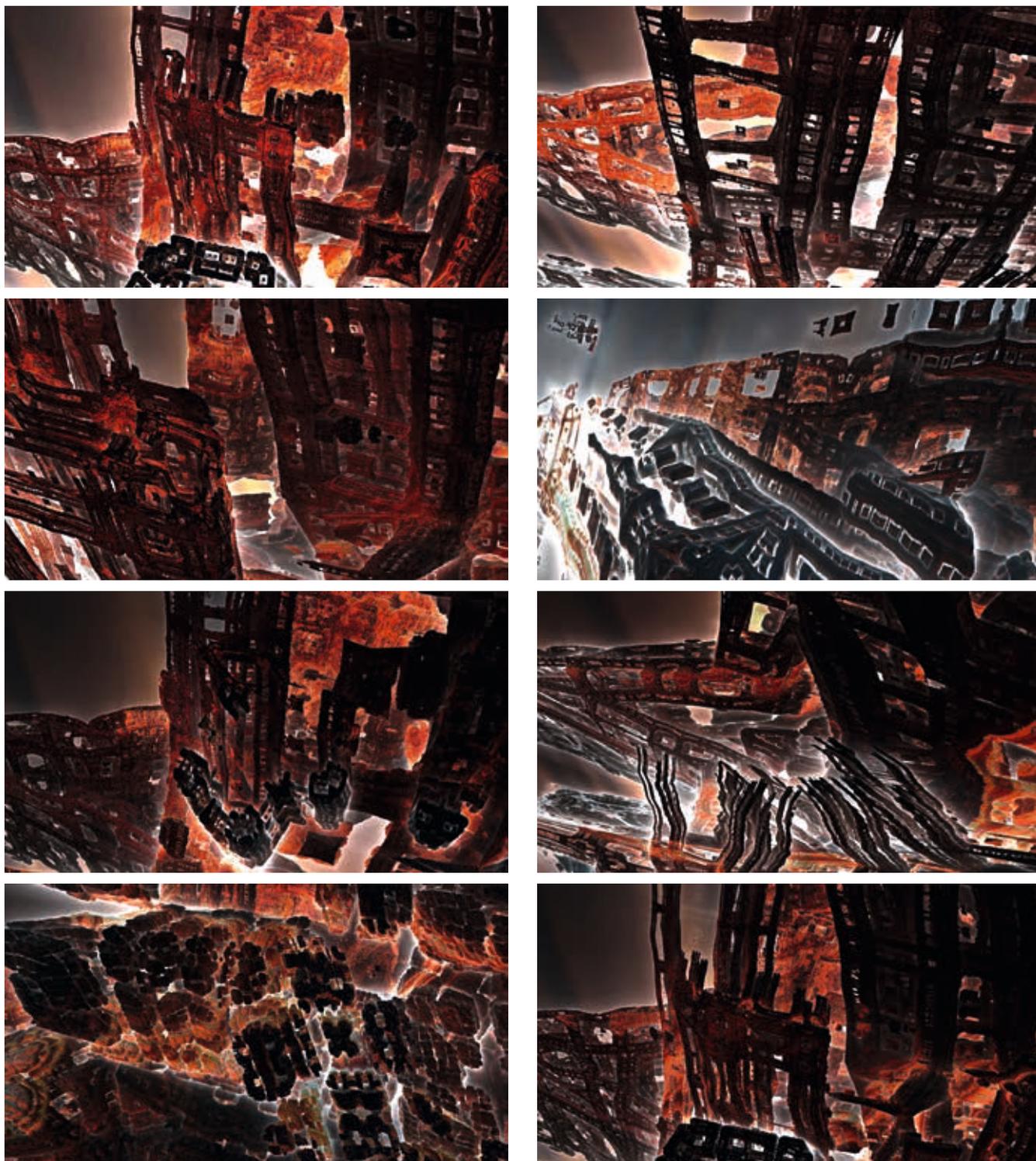


Рис. 8. Ключевые кадры одного из блоков фрактального видеоарта «Память о войне»

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трубочкина Н. К. Прекрасная фрактальная математика и ее приложения // В кн.: XXI Международная студенческая школа-семинар «Новые информационные технологии». М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. С. 58–65.
2. Трубочкина Н. К. Новый промышленный дизайн и технологии, как результат математическо-компьютерных фрактальных исследований // Качество. Инновации. Образование. 2012. Т. 84. № 5. С. 76–82.
3. <http://www.bugman123.com/Hypercomplex/index.html>
4. <http://www.skytopia.com/project/fractal/2mandelbulb.html>
5. Проект «Память о войне» [https://www.youtube.com/watch?v=M9xVe\\_g91Vk](https://www.youtube.com/watch?v=M9xVe_g91Vk)
6. Десятерик Д. Видеоарт // Энциклопедия «Альтернативная культура». Екатеринбург. Ультра. Культура, 2005.