

ОТ ТЕОРИИ ФРАКТАЛОВ ДО ФРАКТАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ

И.П. Николаев (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1994 г. окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «физика». После окончания университета работает в МГУ им. М.В. Ломоносова на физическом факультете, доцент.

Термин «фрактал» (от латинского «fractus», что означает «разбитый, поделенный на части») был предложен в 1975 г. американским математиком Бенуа Мандельбротом, работавшим в то время аналитиком в фирме IBM. Ведь сколько фрактал не увеличивай, из любой его части на вас будет смотреть его маленькая копия. В XIX веке в математике эти необычные объекты встречались неоднократно. Но именно Мандельброту удалось собрать разрозненные сведения, увидеть общее в многообразии и указать на важность этого открытия. Не случайно, в январе 2003 г. основатель теории фракталов Бенуа Мандельброт, ныне представляющий Йеллский университет, и основоположник теории хаоса Джеймс Йорк из университета Мэриленда стали лауреатами ежегодной Японской премии (Japan Prize), присуждаемой комитетом ведущих ученых Японии «за выдающиеся научные достижения, расширяющие границы человеческого знания и способствующие процветанию человечества». Эту награду Мандельброт и Йорк получили в категории «Наука и технология сложного».

По способу построения фракталы можно разделить на геометрические, алгебраические и стохастические (случайные).

Примером геометрического фрактала может служить «салфетка Серпинского». Для ее построения необходимо взять

равносторонний треугольник и в его середине вырезать отверстие в виде такого же треугольника, только перевернутого и уменьшенного по площади в четыре раза. Теперь в каждом из углов появилось по маленькому треугольнику. Повторяем с ними то же самое: в середине каждого треугольника вырезаем маленький треугольник. И так далее, пока уменьшающиеся треугольники невозможно будет отличить от точки.

Для построения алгебраических фракталов необходимо выбрать одно из обладающих «правильными» свойствами математических отображений (т. е. рекуррентных формул типа $x_{i+1} = f(x_i)$, где f — некоторая функциональная зависимость) и, подставив в него численные значения параметров, получить первый результат. Затем сделать вторую итерацию, подставив полученное значение в ту же самую формулу. Повторяя такую процедуру множество раз, можно получить массив чисел, которые являются прообразами точек алгебраического фрактала.

Если численные значения в выбранной математической зависимости в каждой последующей итерации задаются случайным образом, то полученный таким образом набор чисел будет являться стохастическим фракталом.

Обычно результатом вычислений во фрактальных моделях являются двумерные массивы чисел, которые графически

можно представить различными способами. Например, если считать, что каждое из этих чисел $z[x, y]$ соответствует высоте точки над уровнем моря с координатами $\{x, y\}$, можно получить «фрактальный ландшафт» с горами, долинами и руслами воображаемых рек.

Другой способ графического представления фракталов заключается в присвоении каждому из массива чисел определенного цвета из RGB-палитры, традиционно используемой в компьютерной графике. Причем алгоритм такого «оцветивания» может быть разным. Наиболее широкое распространение получили два из них. Первый предполагает, что точки, образующие фрактальную границу, представляются в виде электрических зарядов, и цвет каждого из пикселей фрактала зависит от потенциала электростатического поля, которое создала бы

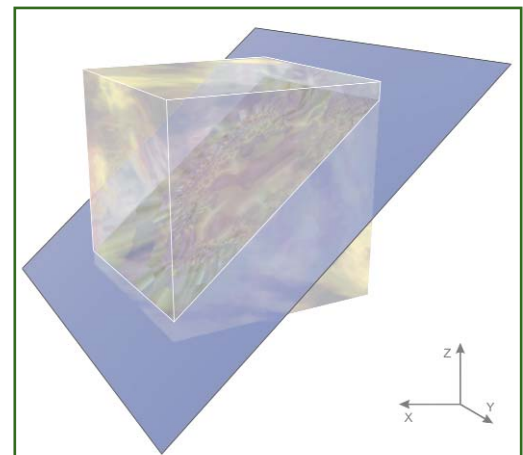


Рис. 1
«Скрытое изображение» во фрактальном пространстве

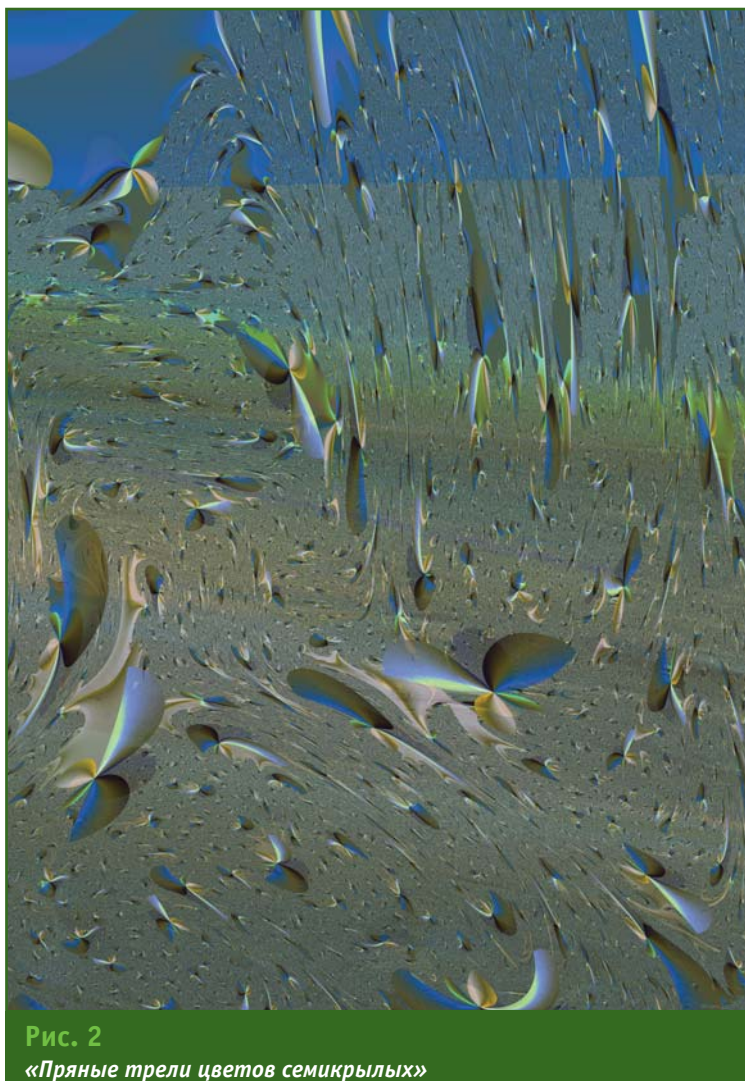


Рис. 2
«Пряные трели цветов семикрылых»

подобная конфигурация зарядов. Во втором алгоритме за цвет пиксела отвечает показатель Ляпунова соответствующей точки отображения, т. е. скорость сходимости или расходимости итеративной последовательности для точки с координатами $\{x, y\}$. Возможны также суперпозиции обоих алгоритмов — собственно, на этом этапе создания «художественного фрактала» и проявляется авторское «ноу-хау».

Так или иначе, в результате подобных процедур получается прямоугольный растр окрашенных точек (пикселов), т. е. нечто иное, как цветная картинка. Ее эстетическая ценность зависит и от выбора генерирующего алгоритма, и от настройки его параметров (их может быть

больше десятка), и, конечно, от способа раскрашивания «скрытого изображения» (рис. 1), т. е. того самого массива $z[x, y]$. Если эта эстетическая ценность отлична от нуля, а еще лучше является положительной, то можно говорить о фрактальной живописи, как о новом виде образительного искусства кибернетической эры. Отметим, что словосочетание «фрактальная живопись» еще не обрело качеств общеизвестного понятия, это скорее предвосхищение тех, кто уверовал в расцвет необычного образительного жанра, в частности — московского ученого, доктора физико-математических наук П.П. Николаева, работами которого иллюстрируется данная статья (рис. 2–5).

Из определения фрактала

следует, что его каждая маленькая область, если ее рассмотреть под микроскопом, является кладезем в сто раз меньших фракталов, подобных тому, который виден невооруженным глазом. А если усилить увеличение еще в несколько раз, то выяснится, что и у этих микрофрактальчиков есть своя «тонкая фрактальная структура». И эту процедуру можно повторять с неизменным успехом бесконечное число раз. Но это, конечно, только в теории: ведь любой синтезированный в компьютере фрактал — это картинка, состоящая из конечного числа пикселов. Если мы хотим увидеть фрактал целиком на экране монитора, то количество пикселов должно соответствовать экранному разрешению (например, 1024x768), если собираемся печатать на принтере — будет разумным посчитать «скрытое изображение» с большей детализацией. Но даже если мы печатаем фрактальный рисунок на профессиональном плоттере, например, формата А3, то нет никакого смысла генерировать «скрытое изображение» с разрешением, превышающим 4000x3000 цветных пикселов. Мы все равно не сможем увидеть «тонкую структуру» каждого из этих пикселов, так как возможности печати ограничены. Поэтому, выбор «увеличения», с которым мы рассматриваем фрактал на полученной твердой копии, наиболее интересного с точки зрения детализации и композиции, — это целиком и полностью прерогатива художника, создающего «фрактальное полотно».

Таким образом, роль фрактального художника состоит «всего-навсего» в выборе базового расчетного алгоритма, настройке его семи-восьми параметров, каждый из которых может меняться отнюдь не дискретно, а вполне континуально, выборе ориентации плоскости

«скрытого изображения» в многомерном фрактальном пространстве, выделении на этой плоскости искомого прямоугольника и «раскрашивании» последнего.

Неужели странные манипуляции с какими-то алгоритмами, проекциями и палитрами можно называть ко многому обязывающему словом «искусство»? На этот вполне резонный вопрос можно ответить с двух точек зрения. И, как ни странно, в обоих случаях получить утвердительный ответ.

Если исходить из наиболее лаконичного определения искусства, как способа передачи эмоций посредством неодушевленных предметов, то любая картина, будь то портрет кисти А.М. Шилова или фрактал «клавы» П.П. Николаева, должна быть отнесена к предметам искусства, если она рождает в сознании зрителя цепочки ассоциаций, воздействует на него эмоционально, создает великую иллюзию невербального общения с автором. Именно этим руководствовалась группа энтузиастов фрактальной живописи,

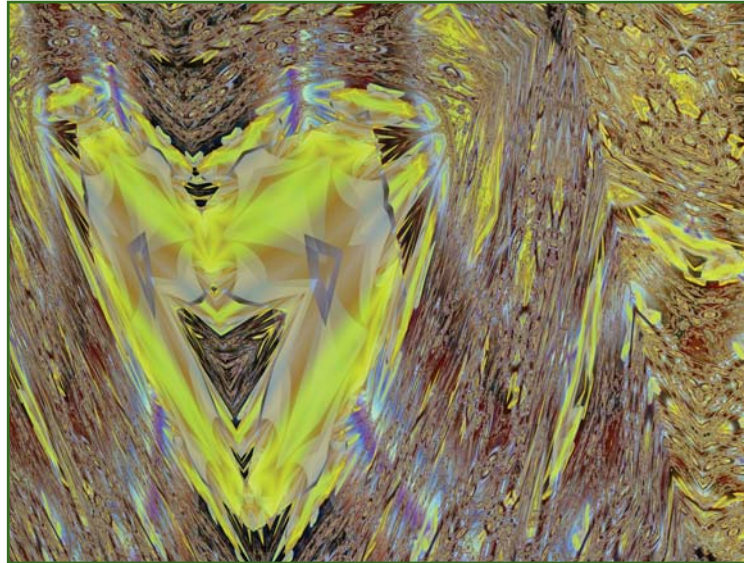


Рис. 3
«У лордов Амбера в рабынях Энтропия»

которую представляет автор данной статьи, создавая виртуальную галерею фрактальных картин П.П. Николаева в Интернет. Да, при выборе картин, мы, безусловно, были субъективны. Но мы искренне убеждены, что каждая из них отвечает приведенному выше критерию. В этой статье приводится лишь малая часть из многочисленных работ П.П. Николаева. Подробно ознакомьтесь с галереей и усло-

виями приобретения выставленных в ней картин можно на www.fractica.ru.

Второй аспект проблемы «искусство или нет?» касается способа самовыражения автора. Если он вооружен кистью в руке, то всем понятно, что он волен изображать этой кистью все, что позволяют его талант, глазомер, твердость мышц и упругость сухожилий. Фрактал же создается не последовательными мазками,

Петр Петрович Николаев родился 9 сентября 1943 г. в Москве. В 1960 г. поступил на физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. На III курсе распределился на кафедру биофизики. В 1966 г., окончив университет по специальности «физик», был зачислен в лабораторию органов чувств Института проблем передачи информации (ИППИ) РАН, где стал заниматься вопросами цветовосприятия, разрабатывая трихроматическую модель цветовой константности и методики изучения этого феномена зрительного восприятия. Создал общую теорию цветовой сегментации изображений и предложив алгоритмы для иерархии цветоконстантных моделей, согласующихся с проведенными им же психофизическими опытами, в 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию. Дальнейшая научная деятельность П.П. Николаева была главным образом связана с проблемами численного моделирования различных аспектов константного восприятия (цветового и пространственного) человека и животных. Полученные данные послужили основанием для создания интегративной концепции зрения как гетерохической системы взаимодействующих механизмов в цепи трансформаций сигнала от сенсорного до когнитивного уровня. Эта концепция значимым образом проецировалась как в проблематику нейрофизиологии зрительной константности человека, так и в базис процедур и схем в техническом зрении. Исследованные экспериментальные и теоретические вопросы константной перцепции, а также алгоритмические и структурные предложения для заложенной фактически дисциплины «зрительный интеллект», были им защищены, как докторская диссертация в 1992 г. В настоящее время П.П. Николаев — ведущий научный сотрудник ИППИ РАН, автор более 50 печатных работ, в том числе соавтор многотомного тематического сборника «Интеллектуальные процессы и их моделирование».

П.П. Николаев увлекся фракталами около десяти лет назад, после того, как ему в руки попала книга Пайтгена и Рихтера «Красота фракталов». Он серьезно занялся созданием собственных фракталов, одухотворенный идеей вывести это ремесло на качественно иной уровень эстетической и эмоциональной насыщенности, т. е., в конечном счете, приблизить его к искусству. Фрактальная живопись привлекла его, в первую очередь, возможностью потрясающе гибкой и тонкой работы с цветом. При этом в «оцвечивании» фракталов, как нельзя кстати, пришелся его профессиональный опыт специалиста по человеческому восприятию пространства и цвета.

точками, штрихами, а сразу, как единое целое. При этом активное начало художника проявляется совсем в другом: в настройке параметров расчетного алгоритма, выборе ориентации плоскости «скрытого изображения» и, наконец, «раскрашивании» выхваченного из этой плоскости прямоугольника. При этом мастерство фрактального художника состоит, в первую очередь, в том, чтобы благодаря опыту и интуиции «чувствовать» к чему приведет та или иная подстройка параметров алгоритма. Иначе

придется действовать методом «слепого тыка», что катастрофически снизит вероятность отыскать жемчужину в груде гальки. Конечно, набор изобразительных средств фрактального художника весьма специфичен, хотя и бесконечно разнообразен.

Те, кто хотел бы оценить фрактальную живопись с других позиций, чем обыкновенное человеческое «нравится — не нравится», может обратиться к публикациям П.П. Николаева, посвященным эстетическим и философским аспектам поиска «формулы красоты» [1–4].

Конечно, П.П. Николаев — далеко не единственный в мире, кто пытается вывести «забавы с фракталами» на уровень искусства. В Интернете можно найти огромное число других фрактальных галерей, причем, в основном, зарубежных. В частности, нельзя не отметить виртуальный музей Fractal Art Museum (www.wack.ch/fame/flist1/kodflist.html), на котором с 2001 г. проводятся выставки фрактальных картин, присылаемых на этот сайт из разных уголков планеты, «Сад фрактальных цветов» (<http://www.geocities.com/ffgnl>), галерею фракталов Сильвии Галлет (<http://www.fractalus.com/sylvie>), цифровое искусство Дона Арчера (<http://www.donarcher.com>) и другие.

Исключительно важное замечание относительно любого произведения, претендующего на то, чтобы быть отнесенным к фрактальной живописи, состоит в том, что существует принципиальная разница между «чистыми» и обработанными фракталами. Под первыми понимаются двухмерные картины, полученные непосредственно путем «оцветивания» скрытых изображений, рассчитанных на основе того или иного фрактального алгоритма с подобранными определенным образом

параметрами. Тем временем, большинство авторов допускают последующую обработку полученных таким образом картин в графических редакторах, например, Adobe Photoshop, а также использование фракталов в качестве текстур, «натягиваемых» на заранее подготовленные иными средствами трехмерные поверхности. На наш взгляд, такие «обработочные» методики противоречат философии фрактальной живописи, то есть взаимодействию двух начал — надмирного начала математического алгоритма и человеческого начала художника, так как они привлекают приемы и технику совершенно иной природы. Напротив, все работы П.П. Николаева, в соответствии с его принципиальной позицией по данному вопросу, являются «чистыми» фракталами. Возможно, именно этим они и завораживают больше всего...

▼ **Список литературы**

1. Николаев П.П. Формализмы в искусстве модерна. Пути экспликации «гармонии» из «алгебры» // Труды IV Международной конференции «Языки науки — языки искусства» (Суздаль, 7–12 июня 1999 г.). — М.: «Прогресс-Традиция», 2000. — С. 104–111.
2. Николаев П.П. Алгоритмы, фракталы, гармония // PC Week. — 2003. — № 14(380).
3. Николаев П.П. В поисках формулы красоты // Взор. — № 10 (2003). — С. 90–97.
4. Николаев П.П. Парадоксы зрения, или Морис Эшер — предтеча кибер-арта // Взор. — № 12 (2003). — С. 92–100.

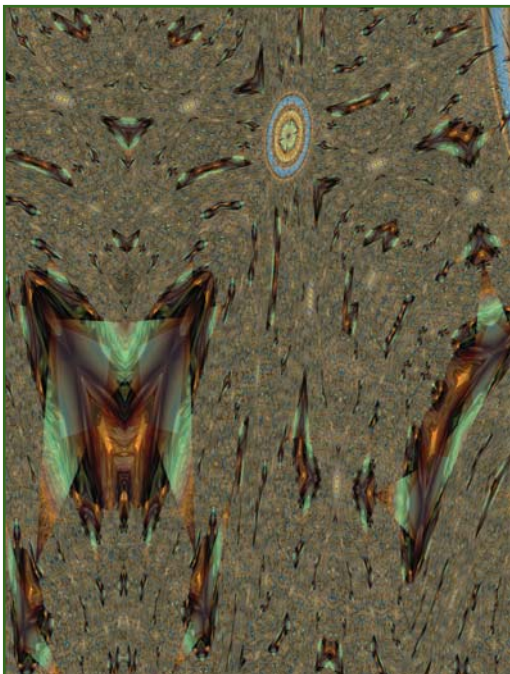


Рис. 4
«Межзвездный дартс, Гран-при Альдебарана»

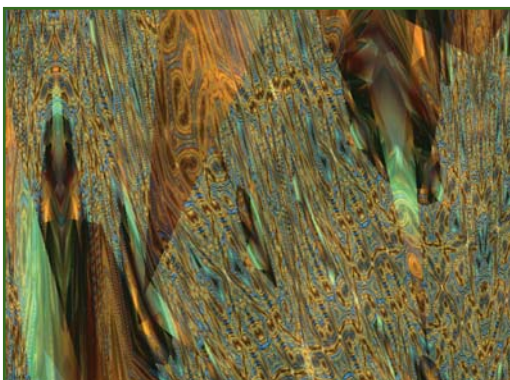


Рис. 5
Фрагмент картины «Межзвездный дартс, Гран-при Альдебарана»

RESUME

The article introduces a new trend in the contemporary computer graphics called the fractal painting. Based on the works by P.P. Nickolaev, the Moscow physicists, the fractal structures' principal features are considered as objects of the fine arts. A role of the fractal painter in his digital painting creation is discussed.