

**ИНФОРМАЦИЯ И СТРУКТУРА  
В НАНОМИРЕ: МОДУЛЯРНЫЙ  
ДИЗАЙН ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУР  
В ДВУМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

**Иванов В.В., Демьян В.В.,  
Таланов В.М.**

*Южно-Российский государственный  
технический университет,  
Новочеркасск, Россия*

Представителями фракталов с конечным ветвлением и определенной симметрией являются, в частности, детерминистические фрактальные решетки, построенные из затравки в виде определенного фрагмента двумерной решетки. Конструкция таких фрактальных решеток полностью описывается заданием геометрического генератора и итерационной процедуры. Бесконечное повторение итерации дает полную фрактальную решетку.

Геометрическим генератором фрактальных решеток может быть фрагмент двумерных дважды периодических полигонных  $R_{\{Pg\}im}$ -структур, в частности, тетрагонных  $R_{\{4\}im}$ -структур, соответствующих двумерной сетке 4444 или ее производным. Предполагается, что в вершинах тетрагона могут располагаться атомы, комплексные частицы, или определенные локальные совокупности атомов одного или нескольких сортов – молекулы, кластеры.

Процедура формирования генератора  $G$  из квадратного фрагмента тетрагонной  $R_{\{4\}im}$ -структуры определяется законом  $T_{ik}$ :  $G = L_{N\{4\}, i, k}(N\{4\}_i, T_{ik})$ , а процедура получения самоподобных фрактальных решеточных п-структур – итерационным законом  $T_n$ :

$$F_{N\{4\}ik} = G(T_n) = L_{N\{4\}, i, k}(N\{4\}_i, T_{ik}, T_n),$$

где:  $N$  – количество тетрагонов  $\{4\}$  в квадратном фрагменте со стороной  $b$ ;  $I$  – характеристика «ядра» двумерной тетрагонной структуры, которая определяла способ его ветвления (посредством вершин  $i_v$  или сторон  $i_r$  тетрагона);  $k = b^{-1}$  – коэффициент самоподобия генерируемой фрактальной  $F_{N\{4\}ik}$ -структуры;  $n$  – целочисленный индекс, характеризующий количество применяемых итераций, где  $n = 1$  соответствует генератору.

Фрактальная (хаусдорфова) размерность  $D$  решетки может быть определена из соотношения  $D = \ln N (\ln b)^{-1}$ , где  $N$  - число тетрагонов в генераторе,  $b$  - сторона генератора (в относительных единицах). Тогда, если  $(b^2 - N)$  – число лагун в квадратном генераторе, то  $D = \ln(b^2 - N) (\ln b)^{-1}$  – лагунарная размерность фрактальной решетки, характеризующая возможное дополнение данной фрактальной решетки до двумерной тетрагонной  $R_{\{4\}im}$ -структуры. Это дополнение может образоваться в процессе формирования основной фрактальной  $F_{N\{4\}ik}$ -структуры за счет «захвата» структурных элементов с определенным набором (спектром) размерных характеристик и в этом случае также, по-видимому, будет обладать фрактальными свойствами. В таблице 1 приведены основные характеристики представителей двух групп фрактальных  $F_{N\{4\}, i, k}$ -структур.

Очевидно, в частности, что  $F_{5\{4\}, i, k}$ -структуры основаны на разных фрагментах тетрагонных  $R_{\{4\}im}$ -структур, отличаются информационными кодами генераторов и их симметрией, однако по остальным характеристикам, в том числе и фрактальным размерностям, не идентифицируются. При этом также очевидно, что это существенно разные  $F_{5\{4\}, i, k}$ -структуры. В определенной степени такой же вывод можно сделать и относительно  $F_{20\{4\}, i, k}$ -структур.

Таблица 1

**Характеристики некоторых фрактальных  $F_{N\{4\}, i, k}$ -структур,  
основанных на фрагментах тетрагонных  $R_{\{4\}im}$ -структур**

Характеристики генератора $G = L_{N\{4\}, i, k}$					Размерность фрактальной структуры	
Информационный код	Форма	Симметрия, $G_0^2$	N	$b^2-N$	Локальная, $D_{BL} = D$	Лакунарная, $D_G$
$L_{5\{4\}, 4(r), 1/3}$		4mm	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 3(r), 1/3}$		m	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 2(r), 1/3}$						
$L_{5\{4\}, 4(v), 1/3}$		4mm	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 2(v), 1/3}$		m	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 1(v), 1/3}$						
$L_{20\{4\}, 4(r), 1/6}$		4mm	20	16	1,465	1,262
$L_{20\{4\}, 4(v), 1/6}$						
$L_{20\{4\}, 4(r), 1/6}$		4mm	20	12	1,548	1,431
$L_{20\{4\}, 4(v), 1/6}$				52	1,114	1,770

Различными являются и дополнения этих структур. Это становится очевидным после сравнительного анализа их лакунарных спектров на диаграммах вида  $\lg N_{ln} - \lg d_{ln}^{отн.}$ , где  $N_{ln}$  – число лакун 1-й группы с определенным относительным диаметром  $d_{ln}^{отн.}$  для предфрактала n-го поколения,  $d_{ln}^{отн.} = (S_{ln}^{отн.})^{1/2}$  и в общем случае определяется из относительной площади лакун. Все  $F_{5\{4\}, i, k}$ -структуры отличаются по своим лакунарным спектральным характеристикам, которые в определенном смысле можно считать диагностическими.

На диаграммах вида  $(N/b^2) - D$  значения фрактальных размерностей анализируемых F-структур и известной структуры  $F_{8\{4\}, 3(R), 1/3}$ , представляющей собой классический квадратный ковер Серпинского с  $k = 1/3$ , находятся на одной прямой. Необходимо отметить, что эта

прямая занимает промежуточное положение между двумя другими прямыми, которые аппроксимируют два множества значений для соответствующих n-х членов гомологических рядов ковров Серпинского:  $F_{(6+2n)\{4\}, i, (3(2+n))}^{-1/2}$ -структур и  $F_{(4+4n)\{4\}, i, 1/(2+n)}$ -структур ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ).

Полученные результаты могут быть сведены к следующим.

1. Предложена информационно-итеративная модель формирования детерминистических фрактальных решеток в двумерном пространстве с помощью генераторов  $L_{N\{4\}, i, k}$  в виде симметричного фрагмента тетрагонной  $R_{\{4\}im}$ -структуры. Получены два множества  $F_{N\{4\}, i, k}$ -структур с коэффициентами самоподобия  $k = 1/3$  и  $1/6$ .

2. Показано, что информационный код генератора в виде  $L_{N(4), i, k}$  необходимо дополнить информацией о локальной симметрии ( $G^2_0$ ) генератора и вероятном лакунарном спектре как индивидуальной характеристики фрактальной структуры  $F_{N(4), i, k}$ .

3. Детерминистические фрактальные решетки могут служить матрицами для формирования дискретных фрактальных структур, обладающих свойствами, подобными свойствам канторовых множеств. Показана возможность образования простейших фракталов  $F_{5(4), i, 1/3}$  7-го поколения и  $F_{20(4), i, 1/6}$  3-го поколения.

**ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ  
ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ СЕРДЕЧНИКОВ  
КРЕСТОВИН СТРЕЛОЧНЫХ  
ПЕРЕВОДОВ**

**Кокорева О.Г.**

*Муромский институт (филиал)  
ГОУ ВПО «Владимирский  
государственный университет»  
Муром, Россия*

Сердечники крестовин стрелочных переводов, работают в условиях циклического силового воздействия, для которых характерна большая глубина несущего слоя (6...8 мм).

Предложенная технология с использованием статико-импульсной обработки (СИО), позволяет повысить надежность и долговечность стрелочных переводов, подвергающимся тяжелым динамическим нагрузкам. Использование СИО в технологии не требует больших капитальных затрат на ее внедрение. При упрочнении за счет увеличения прочности поверхности катания достигается повышением долговечности, т.е. работоспособности сердечника по износу и дефектостойкости. Известно, что энергия удара, наиболее полно передается через предварительно поджатый к нагружаемой поверхности с некоторым статическим усилием инструмент. Поэтому, наиболее перспективно упрочнение крупных, нагруженных деталей

машин в условиях комбинированного статического воздействия. Производственные испытания СИО сердечников крестовин проходили в цехе №302 АО «Муромский стрелочный завод», где было установлено оборудование упрочнения сердечников. Упрочнение проводилось с помощью специальной установки запатентованной преподавателями Муромского института ВЛГУ (патент № 2090342 от 20.09.97).

Разработана установка для СИО, в основу которой положен генератор механических импульсов, позволяющий упрочнять детали широкой номенклатуры и размеров в большом диапазоне. В результате заводских испытаний установлены технологические факторы упрочнения СИО, позволяющие повысить твердость поверхности в 2,0...2,3 раза и обеспечить повышенную твердость и напряжения сжатия на глубине до 8 мм. Микроструктурные исследования подтвердили результаты испытаний по износостойкости, микротвердости и механическим характеристикам образцов из ВМС, упрочненных СИО в производственных условиях.

**ОПТИМИЗАЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ДИСТАНЦИОННЫХ ФОРМ  
ОБУЧЕНИЯ**

**Колосов В.И.**

*Тюменский государственный  
нефтегазовый университет  
Тюмень, Россия*

Важнейшим ресурсом в обеспечении процессов модернизации системы образования является инновационная деятельность образовательного учреждения, которая направлена, прежде всего, на достижение нового, современного качества образования, на решение приоритетных задач обновления содержания и технологий обучения и воспитания.