

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Н.Л. Смирнова

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова
snl194@mail.ru

В начале XX века А.А. Богданов (1987) создал науку «Тектология», в которой рассмотрены проблемы всеобщей организации (самоорганизации) систем. Эта наука получила развитие в многочисленных трудах (Bertalanffy, 1968, Винер, 1968, Урманцев, 1974, Пригожин, 1985 и др.). Возникли новые ветви тектологии, а именно науки кибернетика, синергетика, технетика, и т.д., появились новые термины, например, фрактальность. Богданов видел причины процессов в разности (потенциалов, высот, градиентов, областей с разной высокой и низкой концентрацией энергии и т.д.). Он рассматривал волновые процессы (периодические) как универсальные. Вся его книга посвящена исследованию подобия систем. По его мнению «Природа – это архитектор выдержанных стилей, повторяющих малое в большом» (фрактальность). Рассмотрены признаки и механизмы организации, элементы и их кооперативное взаимодействие, процесс как дифференциация – контрдифференциация, отбор с добавлением, вычитанием, упорядочение, разупорядочение, концентрирование, управление и т.д. Количественные отношения Богданов рассматривал на уровне больше, меньше, процессы как линейные, степенные, экспоненциальные.

Нами в 1952 году было предположено, что потенциальная возможность порядка определяется стремлением элементов атома одного сорта окружать себя атомами иного сорта, (Смирнова, 1956), т.е. соседствовать и быть идентичными, среднестатистическими. Например, при локальной координации атома по кубооктаэдру центральный атом имеет координационное число 12, а лиганд - атом вершины лишь 4. Даже если центральный атом и лиганд являются атомами одного химического элемента, они различны. Стремление лиганда быть идентичным центральному атому приводит к процессу окружения лигандов по кубооктаэдру и возникновению второй координационной сферы – зародыша кубической плотнейшей упаковки. Во второй, третьей и далее координационных сферах атомы вершины имеют КЧ 5, ребра 7, грани – 8. Наиболее не насыщены вершины, которые и будут продвигаться с наибольшей скоростью, за ними будут подтягиваться ребра, фиксируя сектора и приводя к самоподобному упорядоченному росту кристалла. Появление поверхностей приводит к различию поверхностного и предыдущего слоя. Процесс становится кооперативным, так как теперь приповерхностный слой как целое отличен от поверхностного, в результате чего последний стремится быть окруженным так же как предшествующий. В действие вступает симметрия – наибольшие общие делители, организующие как матрица предпорядок в надповерхностном слое. Исходя из точки, растет упорядоченный кристалл. Различие между центральным атомом А и лигандами В усиливается, если центральный атом - другой химический элемент и каждый лиганд В стремится иметь в своей координационной сфере идентичное число химических элементов А. Проведенное нами моделирование показало, что это возможно при поделенности вершин (общей валентности или связности) кубооктаэдров равной 4, 3, 2, 1, что возможно лишь при конкретных отношениях А/В равных 1/3, 1/4, 1/6, 1/12.

Нами предположено, что в основе всех систем, даже хаоса лежат изначальные, жесткие универсальные законы, сводящие бесконечное многообразие к небольшому числу исходных, возможных вариантов. Одним из таких законов является образование последовательностей. Понятие последовательность существует во всех системах. Последовательности могут быть упорядоченными, частично упорядоченными или неупорядоченными. Последовательности образованы из элементов и их комбинаций - модулей. Нами последовательности изучались для разных систем (Смирнова, 2005). В результате были получены буквенные последовательности. В прямых скобках представлены буквенные последовательности, в которых нет соседних идентичных букв, а в угловых скобках коэффициенты, означающие число соседних идентичных букв, например, $|ab| < 21 >$ соответствует формуле aab , или a_2b_1 . Приводим список

формулы: $|a| < 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, .10, .12 >$, $|ab| < 11, 21, 31, 41, 51, 61, 22, 32, 42, 52, 62, 33, 43, 44, 55 >$, $|abab| < 1111, 2111, 3111, 4111, 2121, 2211, 2222, 3131, 3121, 3332, 4342, 5352, 6362 >$, $|ababab| < 111111 >$, $|abababab| < 11111111 >$, $|abababababababab| < 111111111111 >$, $|abac| < 1111, 2111, 1211, 1311, 1212 >$, $|abacabac| < 11111111 >$, $|ababc| < -1111 >$, $|ababac| < 111111 >$, $|ababacac| < 11111111 >$, $|abacbc| < 111111 >$, $|acababc| < 11111111 >$, $|ababacbc| < 11111111 >$, $|abacdc| < 111111 >$, $|abc| < 111, 211, 311, 221 >$, $|abcabc| < 111111 >$, $|abcd| < 1111, 2111 >$. Приводим список сумм коэффициентов (выделены полужирно), а также формул в виде наборов коэффициентов, в том числе бинарных химических соединений со встречаемостью более или равной 3. Числа в формулах следуют от меньшего к большему числу: **1** - 1, **2** - 2, 11, **3** - 3, 12, 111, **4** - 4, 13, 22, 112, 1111, **5** - 5, 23, 14, 113, 122, 1112, 11111, **6** - 6, 15, 24, 33, 114, 123, 222, 1113, 1122, 111111, **7** - 7, 16, 25, 34, 115, 124, 133, 223, 1123, 1114, 1222, **8** - 8, 17, 26, 35, 44, 116, 125, 134, 224, 233, 1133, 2222, 11222, 1111111, **9** - 9, 18, 27, 36, 45, 117, 126, 135, 144, 225, 234, 333, 11111111, **.10** - .10, 37, 55, 226, 111111111, **.11** - .11, 29, 38, 47, 56, 2333, **.12** - .12, 66, 57, 222222, .11111111111, **13** - 13, 3.10, 49, 58, 67, 2344, **.14** - .14, 59, 446, **.15** - .15, 78, 2355, **.16** - .16, 79, **.17** - .17, 89, 2366, **.19** - .19, 7.12, **.20** - .20, 7.13. Приводим линейную complicationную схему (ЛКС) формул. Полужирно выделены базисные бинарные формулы, а производные кратные и более сложные формулы следуют за базисными. В кавычках указаны не реализованные формулы: **11**, 111, 1111, 11111, 111111, 1111111, 11111111, 111111111, 1111111111, 11111111111, 22, 221, 2211, 2212, 22112, 222, 2222, 222222, 33, 331, 3311, 332, 3323, 333, 44, 441, 4423, 55, 5523, 66, 6623, **89**, **78**, **67**, **56**, **45**, **79**, **34**, 341, 342, **57**, **23**, 231, 2311, 232, 464, **58**, **35**, 351, **7.12**, **47**, **59**, **7.13**, **12**, 121, 1211, 24, 241, 242, 36, **49**, **37**, **25**, 251, 252, **38**, **13**, 131, 1311, 26, 261, 262, **3.10**, **27**, **14**, 141, 1411, **29**, **15**, 151, **16**, 161, **17**, 171, **18**, **1**, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, .10, .11, .12, .13, .14, .15, .16, .17, .19, .20.

Далее нами была изучена система полициклов (Смирнова (1), 2006). Полициклы содержатся в органических молекулах в виде фрагментов. Но существуют и молекулы – полициклы, например нафталин $|a| < 2 >$, антрацен и фенантрен $|a| < 3 >$. Для 157 линейных полициклов из n-гонов с n=3-9 получены формулы последовательностей. Линейные полициклы не замкнуты и поэтому к рассмотренным формулам, имеющим на концах разные буквы, добавляются формулы с идентичными буквами. Установлена 31 буквенная формула с коэффициентами и 9 – без них: $|a| < 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 >$; $|ab| < 11, 12, 13, 22, 23 >$; $|aba| < 111, 121, 112, 131, 113, 141, 151, 116, 122 >$; $|abab| < 1112, 1121 >$; $|ababa| < 11511, 12121 >$; $|abc| < 111, 121, 211 >$; $|abca| < 1111 >$, $|abcd| < 1111 >$; $|ababacdc| < 11111121 >$. Коэффициенты образуют ЛКС: **11**, 111, 1111, 22, 221, 22111, **23**, **12**, 121, 1211, 1211111, **13**, 131, «**14**», 141, «**15**», 151, 15111, «**16**» 161.

Можно показать, что последовательности (например, $|ababa|$) образуют латеральные области (Рис.1). Рисунок опубликован в работе (Савичев, 2006). Вид последовательности демонстрирует еще одно утверждение Богданова о том, что границы – это всегда тела. На рисунке видим последовательность в виде пространства толерантности. Если обозначить области пересечения буквой a, то формула последовательности слева направо будет abacabacab.

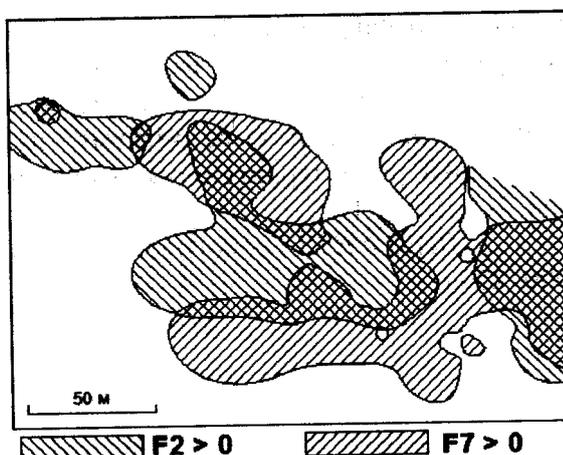


Рис1. Латеральные области, выявленные на основании факторов F2 и F7 (Савичев, 2006).

Нами были изучены также последовательности из граней внешних форм кристаллов. Внешняя форма состоит из ребер и вершин-узлов, образующих граф. Ребра, примыкающие к вершинам-узлам, образуют замкнутую координационную сферу. Число ребер примыкающих к вершине кристалла, т.е. узлу графа называется связностью. Грани, примыкающие к вершинам, образуют координационную сферу вершины. Формула замкнутой последовательности всех граней примыкающих к каждой вершине записываем также как и ранее. Например, формулы всех вершин кубооктаэдра - $|3434|<1111>$, где 3 – это 3-гон, 4 – это 4-гон. Формула 3434 более подробно записывается как $3^1 4^1 3^1 4^1$ или $3_{14} 4_{13} 4_1$ или $3434<1111>$. Число всех граней примыкающих к вершине называется общей валентностью (ОВ). ОВ вершин кубооктаэдра равна $4=1+1+1+1$. Как видно, в полиэдрах связность и ОВ вершин равны. Грани примыкающие к грани по ребрам также образуют координационную сферу в виде замкнутой последовательности и обозначаются такими же формулами. Формула последовательности граней кубооктаэдра для 3-гона - 444, а для грани 4-гона – 3333. Грани тетрагональных кристаллов представляют собой n-гоны со значениями n и следовательно, общей валентностью 3 - .12, .14, .16 (точки поставлены перед двузначными числами). Точно такие же координационные сферы образуют вершины, примыкающие к грани. Они также образуют последовательности, которым соответствует формула. Последовательность граней может быть алгебраической (буквенной). Одинаковым значениям n соответствуют одинаковые буквы, разным – разные буквы. Формула последовательности граней для грани 3 - aaa, грани 4 – aaaa. Эти формулы можно записать a^4 , a^3 , или a_4 , a_3 или $|a|<4>$, $|a|<3>$.

Ранее рассмотрены 38 буквенных формул вершин и граней 193 разных внешних форм тетрагональных кристаллов (Смирнова (2), 2006), рисунки которых приведены в справочнике (Болдырев, Доливо-Добровольский, Шафрановский, 1937) Курсивом добавлены 10 формул из других множеств: (1 буква) [a], (2 разные буквы) [ab], [ab]₂, [ab]₃, [ab]₄, [ab]₆, [ab]a, [ab]2a, (3) [ab]c, [ab]₂c, [ab][ca], [abac], [abac]₂, [abac]₄, /[ab][abac]/, [ab]/[ab][abac]/, /[ab][abac]/₂, [abac]bc, [ab]/[abac][bc]/[bc], /[abac][bc]/[ac]b, [ab][abac][ac], (4) [ab]cd/, [ab]/[ab]cd/, [abac]d, [abac][ac]d, [abac]ad, [abac]bd, /[abac]dc/, /[abac]dc/₂, [ab]/[abac]dc/, /[abac]dadc/, [ab]/[abac]dadc/, (ab)₃/[abac]dadc/, [abac]dbdc, /[abac][ab]/d, |[abac][ab]/ad|, (5) /[ab]cd/e, [ab]cade/, [ab]/[ab]cade/, |[abac][ab]/ad|ed, |[abac][de]/, |[abac]de/c, |[abac]de/dc, [abac][ac]de, [abac]d[ac]e, (6) /[ab]cd/ef, |[abac]de/f, (7) /[ab]cd/efg. Для сопоставления формулы приведены к единообразному виду. Все формулы состоящие из двух букв обозначены буквами a и b, трех – a, b, c, четырех – a, b, c, d, и т.д. Выделены повторяющиеся модули. Список наборов коэффициентов приводим в более компактном виде: 1₃, 1₄, 1₅, 1₆, 1₇, 1₈, 1₁₀, 1₁₂, 1₁₄, 1₁₆, 2₁, 2₁₂, 2₁₃, 2₁₄, 2₁₅, 2₁₆, 2₁₇, 2₁₉, 2₂, 2₂₁, 2₂₁₂, 2₂₁₃, 2₂₁₄, 2₂₁₆, 2₂₁₁₀, 2₃₁, 2₃₁₃, 2₃₁₅, 2₄, 2₄₁₂, 2₄₁₄, 2₈, 3, 3₁, 3₁₂, 3₁₃, 3₁₄, 3₁₆, 3₂, 3₂₁₂, 3₂₁₃, 3₂, 3₂₁₂, 3₂₂₁, 3₂₂₁₃, 3₂₂₂, 3₄, 3₄₁₄, 4, 4₁, 4₁₃, 4₁₅, 4₁₇, 4₂, 4₂₁₂, 4₂₁₄, 4₃, 4₂₁₂, 4₂₂₁, 5, 5₁, 5₁₃, 5₁₅, 5₂₁₂, 6, 6₁, 6₂, 8, 8₂₃, 9, .10, .12.

Далее рассмотрим полученные нами формулы связности вершин и граней в структуре затвердевания приведенной в статье (Федоров, Живолуб, Берсудский, 2006). Для вершин n-гонов установлены 10 буквенных формул последовательностей с коэффициентами и 5 без них: $|a|<3, 4>$, $|ab|<21, 31, 22>$, $|abab|<1111>$, $|abac|<1111>$, $|abc|<111, 211>$, $|abcd|<1111>$. Для n-гонов установлены 29 и 9 (с коэффициентами и без) буквенных формул последовательностей лигандов, примыкающих к центральным n-гонам по ребрам: $|a|<5, 6>$, $|ab|<31, 41, 51, 61, 22, 32, 42, 52, 33>$, $|abab|<1111, 2111, 3111, 4111, 2211>$, $|ababab|<111111>$, $|ababc|<11111, 21111, 12111>$, $|abac|<2111, 1211, 3111, 2121, 3112>$, $|abacde|<111121>$, $|abc|<311, 321>$, $|abcd|<1111>$.

Составлены формулы для вершин и n-гонов участка сетки образовавшейся на поверхности отожженного сплава, полученного экспериментально (Чувильдеев, Грязнов, 2006). Локальный порядок n-гонов – это значение n равное 4 (5), 5 (18), 6 (11), 7 (4), 8 (1), 9 (1). В круглых скобках приведена встречаемость 41 n-гона. Локальная связность равна общей валентности 3, 4, 5. Значение связности 4 имеет одна вершина, 5 - также одна вершина. Остальные вершины имеют связность 3. Для вершин установлены 5 буквенных формул с коэффициентами и 5 без них: $|a|<3>$, $|ab|<21>$, $|ababc|<11111>$, $|abac|<1111>$, $|abc|<111>$. Для n-гонов установлены

формулы последовательностей (15 с коэффициентами и 9 без них): $|a| \langle 4 \rangle$, $|ababc| \langle 11111 \rangle$, $|abac| \langle 1111, 2111, 3111 \rangle$, $|abacd| \langle 21111, 11112 \rangle$, $|abacde| \langle 211111 \rangle$, $|ababac| \langle 111111 \rangle$, $|ababacdc| \langle 1211111 \rangle$, $|abc| \langle 311, 221, 321 \rangle$, $|abcd| \langle 1111, 2111 \rangle$.

Ранее проведено рассмотрение блочного строения Тургайского прогиба (Смирнова, 2000) с учетом высоты блоков. Для сравнения с блочным строением сплавов здесь рассмотрен прогиб как мозаика из блоков-петель (n -гонов), их узлов (вершин), и ребер. Блоки представляют собой n -гоны с $n=3-10$. Связность узлов равна 3-5. Буквенные формулы последовательностей граней координационных сфер узлов состоят из 1-4 разных букв. Для узлов приводим 9 и 5 формул (с коэффициентами и без) буквенных последовательностей n -гонов: $|a| \langle 3 \rangle$, $|ab| \langle 21, 31 \rangle$, $|abac| \langle 1111 \rangle$, $|abc| \langle 111, 211, 311, 221 \rangle$, $|abcd| \langle 1111 \rangle$. Для n -гонов нами были выявлены 33 формулы буквенных последовательностей n -гонов с коэффициентами и 14 без них. Формулы этих последовательностей более многообразны. $|ab| \langle 21, 31, 32, 33, 42 \rangle$, $|abab| \langle 2111 \rangle$, $|ababc| \langle 11111, 11211 \rangle$, $|abac| \langle 1111, 2111, 1211, 3111, 4111, 2121, 2211 \rangle$, $|abacd| \langle 11111, 12111, 11112 \rangle$, $|abacdc| \langle 211111 \rangle$, $|abacde| \langle 311111 \rangle$, $|abacabd| \langle 1131111 \rangle$, $|abacacd| \langle 1111111, 2111111 \rangle$, $|abacacde| \langle 11121111 \rangle$, $|abacdace| \langle 11111111 \rangle$, $|abc| \langle 111, 211, 311, 222, 321 \rangle$, $|abcd| \langle 1111, 2111 \rangle$, $|abcde| \langle 11111 \rangle$. Буквенные формулы без коэффициентов состоят из 2-5 разных букв. В них сохраняются модули (выделены квадратными скобками) и комбинации модулей. $[ab]$, $[abab]$, $[abab]c$, $[abac]$, $[abac]d$, $[abac]dc$, $[abac]de$, $[abac][ab]d$, $[abac][ac]d$, $[abac][ac]de$, $[abac]d[ac]e$, $[abc]$, $[abc]d$, $[abc]de$.

Итак, в упорядоченных и неупорядоченных мозаиках из n -гонов организация последовательностей подчиняется единым принципам. Во всех рассмотренных случаях наиболее распространенные модули $[ab]$ и $[abac]$. Остальные встречаются несравнимо реже. Среди них 1-арные $[a, b, c, d, e, f, g]$, 2-арные $[ac, bc, ad, ca, bd, cd, dc, de, ef]$, 4-арные $[dadc, dbdc, cade, dedc]$. Модули, объединяясь, образуют более сложные повторяющиеся комбинации. Представленная система последовательностей является прогностической, и новые данные будут в нее вкладываться. По единым принципам строится система коэффициентов.

Список литературы

- Богданов А.А. Тектология. М.: Экономика, 1987. Т.1. 304с., 1989. Т.2. 354с.
- Болдырев А.К., Доливо-Добровольский В.В., Шафрановский И.И., Флинт Е.Е., Преображенский Ю.П., Анцилес В.А., Лямина А.Н. Михеев В.И., Рунке Э.Ф., Доливо-Добровольская Г.М. Определитель кристаллов. ОНТИ-НКТП Л.-М. 1937. Т. 1. ч. 1. с. 438.
- Винер Н. Кибернетика. 2 изд. М. 1968
- Пригожин И. От существующего к возникающему. М.: Наука, 1985
- Савичев А.А. Применение полиэлементного геохимического картирования для выявления латеральной зональности золоторудного месторождения Олимпиада (Енисейский край, Сибирь)// Труды годовичного собрания РМО. СПб. С. 182-186.
- Смирнова Н.Л. О структурных типах с плотнейшей упаковкой атомов. Возможные структурные типы при составах AB_3 // Кристаллография, 1956, Т. 1, № 2, С. 165-170.
- Смирнова Н.Л. Система кодов атомного окружения// Вестн. Моск. Ун-та. Геол., 2000, № 1, С. 39-46.
- Смирнова Н.Л.(1) Упорядоченная комбинаторика в природе. //Теория, история, философия и практика минералогии. Материалы докладов IV ММС. Сыктывкар 2006, С. 309-311.
- Смирнова Н.Л. (2) Короны вершин и граней тетрагональных кристаллов//Труды Годичного собрания РМО, СПб 2006, С. 205-208.
- Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М.: Мысль, 1974, 229 с.
- Федоров О.П., Живолуб Е.Л., Берсудский Е.И., Левтов В.Л., Романов В.В. Прямое наблюдение фронта кристаллизации при направленном затвердевании прозрачных монокристаллов: подготовка космического эксперимента// XII Национальная конференция по росту кристаллов. ИКРАН, 2006 С. 123.
- Чувильдеев В.Н., Грязнов М.Ю., Сысоев А.Н., Копылов В.И.// Структура и свойства твердых тел. Материалы докладов. Нижний Новгород. ННГУ, 2006, С. 96-98
- Bertalanffy L. General system theory. Foundations, development, applications, N. Y., 1968
- Smirnova N.L. Stable sequences in crystallography// Система. Планета Земля. Материалы XIII научного семинара. М., РОО «Гармония в строении Земли и планет, 2005», С. 63-73.