

Политехнический музей

**XII
СИМПОЗИУМ**

**ПЕРЕСТРОЙКА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
В ТРЕТЬЕМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ**

**Проведен 20-22 апреля 2001 г.
в г. Москве**

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

А.Г.Мальгин

**Использование закономерностей ряда Фибоначчи для
построения общей теории филлотаксиса.
сс.83-84**

**МОСКВА
2003 г.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РЯДА ФИБОНАЧЧИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ФИЛЛОТАКСИСА

А.Г.Мальгин

телефон: (095)954-4084, электронная почта: agmalygin@mail.ru

Систему понятий, производных от ограниченного числа основополагающих понятий, принято называть в естествознании парадигмой. Так, в парадигме механики основополагающими понятиями являются три пространственных координаты, масса и время, в парадигме химии – атом и молекула, в парадигме генетики – ген и группа сцепления и т.д. Если в результате изучения явлений удается выработать новую систему основополагающих понятий, то это значит, что начинает формироваться новая парадигма. То есть осуществляется прорыв в науке или даже переворот в естествознании.

Существует ли общий подход к формированию новых парадигм в естествознании? Чтобы ответить на этот вопрос необходимо понять, как формируются основополагающие понятия в естественных науках. Анализ показывает, что это происходит, по крайней мере, двумя способами. Первый – идеализация непосредственно наблюдаемых сторон явления. Примером могут служить понятие абсолютно твердого тела в механике, понятие идеального газа в термодинамике, представление луча света как абсолютно прямой линии в классической оптике и т.п. Этот способ исходит из очевидных сторон явлений и поэтому он практически исчерпан. Второй способ сложнее. Он основан на толковании эмпирически обнаруживаемых в явлениях закономерностей, выражаемых целочисленными отношениями. Так, понятия атома и молекулы утвердились в химии в результате их использования для объяснения закона целочисленных весовых отношений реагирующих веществ, сформулированного Дальтоном и закона целочисленных объемных отношений реагирующих газов, сформулированного Гей-Люссаком. Понятие гена в биологии введено для объяснения открытых Менделем целочисленных статистических законов передачи наследственных признаков. Понятие о квантованных электронных уровнях в атомах возникло в результате анализа числовых закономерностей в положении линий поглощения и излучения света в спектрах химических элементов и др.

Почему при обнаружении целочисленных отношений возникает потребность объяснить их при помощи взаимодействия однородных объектов? Ответ можно искать в происхождении понятия целого числа в нашем сознании. Действительно, целое число в конкретизированном виде это определенная совокупность однородных объектов. Поэтому не удивительно, что, обнаруживая в природе целочисленные отношения, разум ищет им объяснение во взаимодействии воображаемых однородных объектов, наделяя их определенным набором необходимых свойств: атомы - валентностью, гены - способностью связываться в группы сцепления, электроны - находиться на устойчивых орбитах и т. д.

Следовательно, для создания новой парадигмы, необходимо, как минимум, обнаружить в явлении закономерности, выражаемые целочисленными отношениями. В качестве примера рассмотрим возможность использования для формирования основополагающих понятий необычных числовых закономерностей спирального филлотаксиса (листорасположения). Наиболее наглядно эти закономерности проявляются в равенстве чисел спиральных рядов размещения семян в корзинках сложноцветных смежным числам из ряда Фибоначчи: 1; 1; 2; 3; 5; 8; 13 и т.д. В частности, этим закономерностям подчиняется размещение семечек в корзинке подсолнуха или чешуй в еловой шишке (рис. 1а). Подчинение спирального листорасположения на стебле тем же закономерностям становится явным, если мысленно сжать стебель вдоль оси до состояния, когда размещение листьев приобретает ту же степень компактности, что и размещение чешуй у еловой шишки.

Из развертки цилиндрической поверхности стержня еловой шишки на рис. 1б, в видно, что число спиралей на ней соответствует числу наклонных линий, которые можно провести через контактирующие следы чешуй. При этом числа линий с одинаковым наклоном определяются количеством следов чешуй, расположенных на сторонах так называемых характеристических треугольников, и также соответствуют числам Фибоначчи: 3, 5, 8. Каждое последующее число в ряду Фибоначчи образуется в результате суммирования двух предыдущих по формуле: $a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$. Поэтому создать теорию филлотаксиса означает смоделировать процесс образования спиралей так, чтобы их число определялось приведенной формулой.

Для создания такой теории были введены понятия зачатка и зародыша, которым приписаны следующие свойства. Зачаток - это шар, способный дробиться с образованием двух зачатков или расти, увеличивая свой объем. Зародыш - это совокупность зачатков, связанных между собой в определенную конфигурацию. При расхождении в результате роста центры зачатков могут смещаться только в горизонтальных плоскостях, оставаясь по вертикали каждый на своем уровне. Как реализуются эти свойства показано на рис. 2. Чтобы сделать более наглядным перемещение зачатков в результате роста, зародыши на рис. 3 представлены как развертки их цилиндрических поверхностей с проекциями зачатков на развертки в виде кружков. Фигуры на рис. 2 по порядку соответствуют четырем начальным разверткам на рис. 3. Нетрудно видеть, что по мере увеличения диаметра кружков их конфигурация на развертках попеременно меняется с тетрагональной на гексагональную и с гексагональной на тетрагональную. В случае тетрагональной конфигурации каждый кружок контактирует с четырьмя соседними кружками, а в случае гексагональной - с шестью. Поэтому при переходе от тетрагональной конфигурации к гексагональной - к двум типам линий, соединяющих контактирующие зачатки, добавляется третий, соответствующий большей боковой стороне нового характеристического треугольника. При этом длина этой стороны вычисляется путем сложения боковых сторон предыдущего характеристического треугольника по вышеприведенной формуле для a_{n+2} - члена ряда Фибоначчи. Переход от гексагональной к тетрагональной конфигурации в результате дальнейшего роста зачатков приводит к разрыву линий, соответствующих меньшей боковой стороне предыдущего характеристического треугольника. В результате остается только один новый характеристический треугольник, стороны которого выражаются большими числами ряда Фибоначчи. Количественно этот процесс описывается формулой:

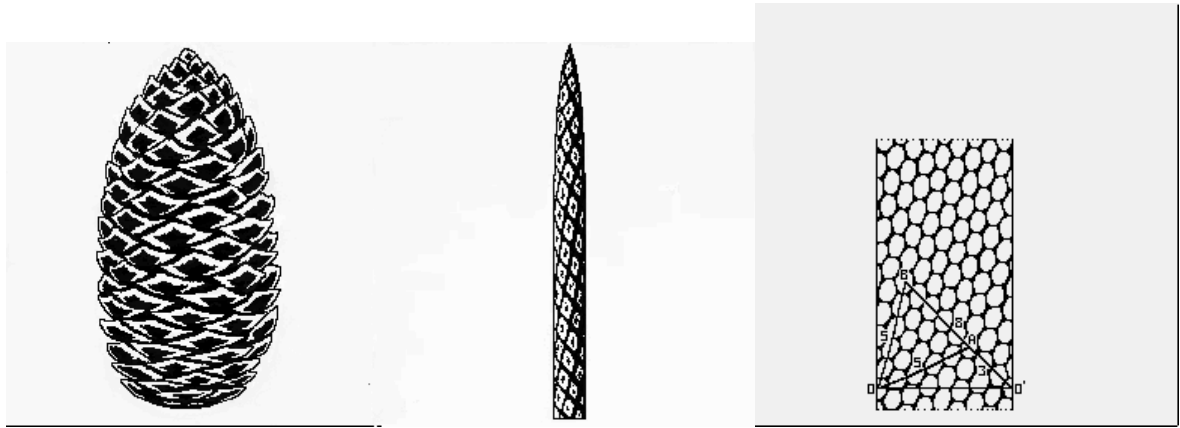
$$C/d = \sqrt{a_n^2 - 2 a_n a_{n+1} \cos \gamma_n + a_{n+1}^2},$$

где C - длина окружности зародыша, d - диаметр зачатка, a_n и a_{n+1} - числа Фибоначчи, соответствующие боковым сторонам характеристического треугольника, γ_n - угол при вершине характеристического треугольника.

Развиваемый подход был применен для объяснения более сложных спиральных и не спиральных форм филлотаксиса. В результате: 1) была построена единая концепция образования известных форм филлотаксиса; 2) смоделированы и подтверждены наблюдениями в природе взаимопереходы разных форм филлотаксиса; 3) теоретически предсказанна и обнаружена в природе новая ранее не известная форма филлотаксиса.

Полученные результаты показывают, что числовые закономерности филлотаксиса могут быть использованы для формирования новой парадигмы ботаники, объясняющей скрытые механизмы морфогенеза растений.

1. Малыгин А.Г. Структурная теория филлотаксиса. I. Механизм образования спиральных структур очередного филлотаксиса. Биофизика. Т.43, №2, сс.335-342, 1998.
2. Малыгин. А.Г. Структурная теория филлотаксиса. II. Взаимоотношение между низшими и высшими формами филлотаксиса. Биофизика. Т. 45, № 6, сс.1112-1118, 2000.



а

б

в

Рис 1.

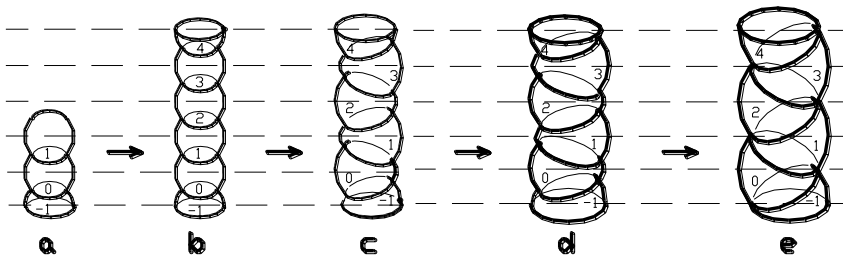


Рис.2

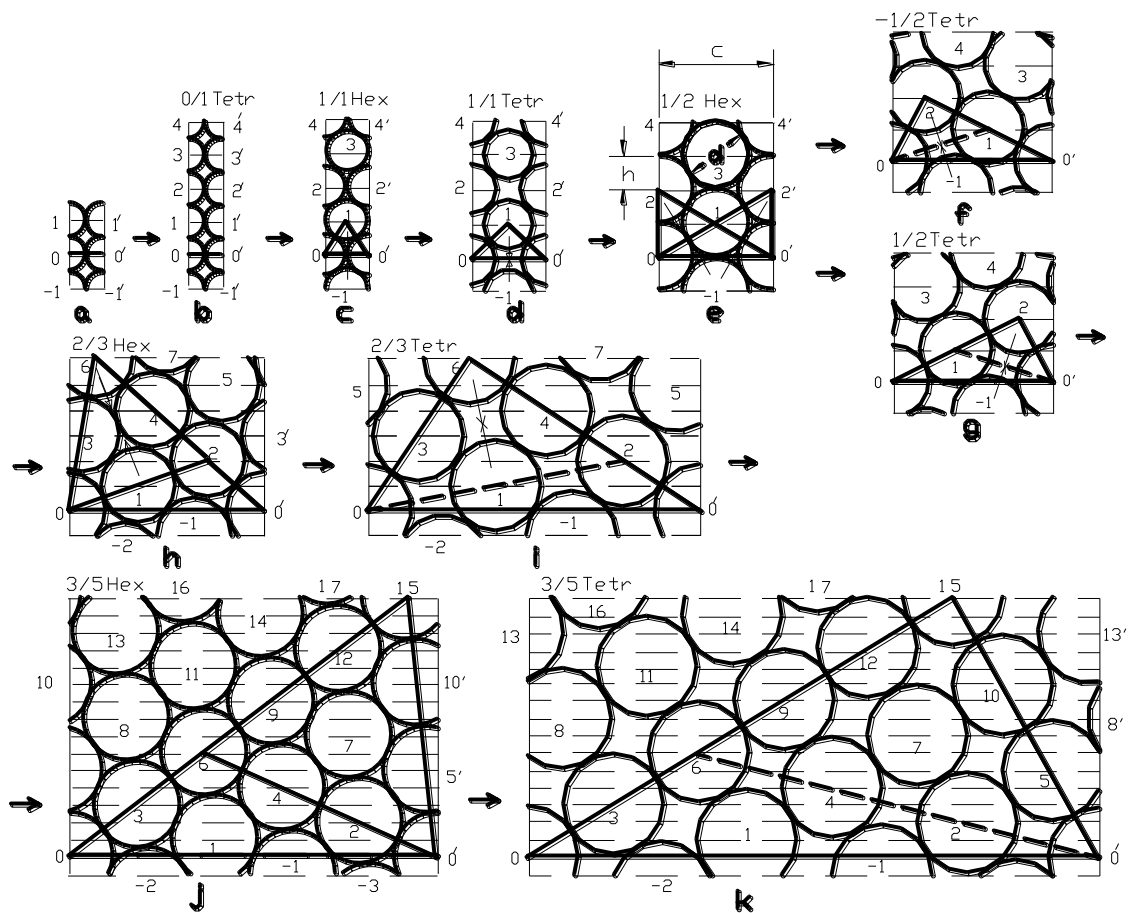


Рис.3