E CONF SERIES

International Conference on Modern Science and Scientific Studies
Hosted online from Madrid, Spain
Website: econfseries.com 20th May 2025

ФРАКТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ: МОДЕЛЬ ОБОБЩЕННЫХ СЛУЧАЙНЫХ БЛУЖДАНИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДОВАНИЯ.

S. B. Abduvasiyev
Джизакский государственный педагогический институт, ул. Ш. Рашидова, 4, 100130, г. Джизак, Узбекистан
sabduvasiyev@mail.ru

По мере продвижения Человеческой Цивилизации стал нарастать список Глобальных Проблем, решение которых, по мнению Крупнейших ученых всех времен невозможно без привлечения науки [1-3]. Оптимальное использование же наук оказалось невозможным без понимания самой науки как особого феномена. Среди различных подходов этой проблематики особо выделился вопрос о научных революциях, чему было посвящено много работ [1-6]. Конечно же здесь невозможен прогресс, если эту проблему не рассматривать количественно (ибо «Наука начинается там, где появляются Числа») [6]. В настоящей статье сделана попытка анализа феномена научных революций [5] в рамках идей фракталов [6-8].

Модель

Предположим, что переход $П_с \to П_н$ завешается между моментами времени t_1 и t_2, находясь внутри этого промежутка. Каждую фазу внутри $t_1 \div t_2$ будем наделять длительностью $\tau_j \approx \tau = \text{const}$, общее число которых, за время изучения T, равно $N(T) = T/\tau$. Показателем состояния между двумя Парадигмами (на каждом шагу "j") будем считать разницу в числе публикаций, придерживающихся новой или старой идеологии, т.е.

$$\xi_j = N_j - O_j \qquad (1)$$

(Здесь буквы N и O – от слов “New”и “Old”)

Ясно, что при $\xi_j > 0_j$ – на j участке времени “побеждает”новая идеология, при $\xi_j < 0$ – победа за старой концепцией. Для полного и корректного учета мы используем идеологию обобщённых случайных блужданий Винера –

Мандельброта [8] на основе интерпретации Хёрста [9]. Для этого на отрезке времени $t_1 < t < t_2$ (где заведомо произошла научная революция) выделим отрезок $0 \le t \le T$, разобьём его на равные временные отрезки $\tau_j = \tau = \text{const}$. После этого необходимо рассчитать несколько важных величин.

1. Среднее число ξ – разницы публикации (за время T):

$$\langle \xi \rangle_\tau = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T} \xi(t) \qquad (2)$$

2. Накопившееся отклонение от среднего (за время T):

$$X(T,\tau) \sum_{u=1}^{T} (\xi(u) - \langle \xi \rangle_\tau) \qquad (3)$$

3. Размах (разницу максимальных и минимальных накоплений) за время T:

$$R(T) = \max_{1 \le t \le T} X(t,T) - \min_{1 \le t \le T} X(t,T) \qquad (4)$$

4. Стандартное отклонение (за время T):

$$S = \left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T} \{\xi(t) - \langle \xi \rangle_T\}^2\right)^{1/2} \qquad (5)$$

5. На этой основе (формулы (4) и (5)) рассчитаем нормированный размах за время T:

$$\frac{R}{S} = \left(\frac{T}{2}\right)^H \qquad (6)$$

6. Из последнего выражения найдем величину H (которая носит название показателя Хёрста):

$$H = \log_{\left(\frac{T}{2}\right)} \left(\frac{R}{S}\right) \qquad (7)$$

Характерные временные зависимости $\xi(T), X(T)$ и R показаны на рисунке 1.

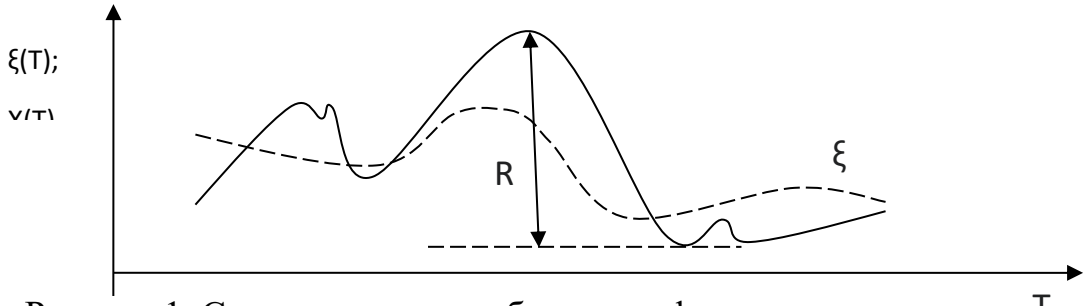

Рисунок 1. Схематическое изображение функции накопления отклонений от времени наблюдения $(X(T))$, (R – размах).

Особенность функции $\lg (R/S)_T$ от величины $\lg (T/2)$ состоит в том, что она оказывается прямолинейным графиком (рисунок 2), тангенс угла наклона, которого и есть H, оказывается очень чувствительным для различных наборов ($\{\xi_j \varphi\}$), т.е. от типа и характера научных революций.

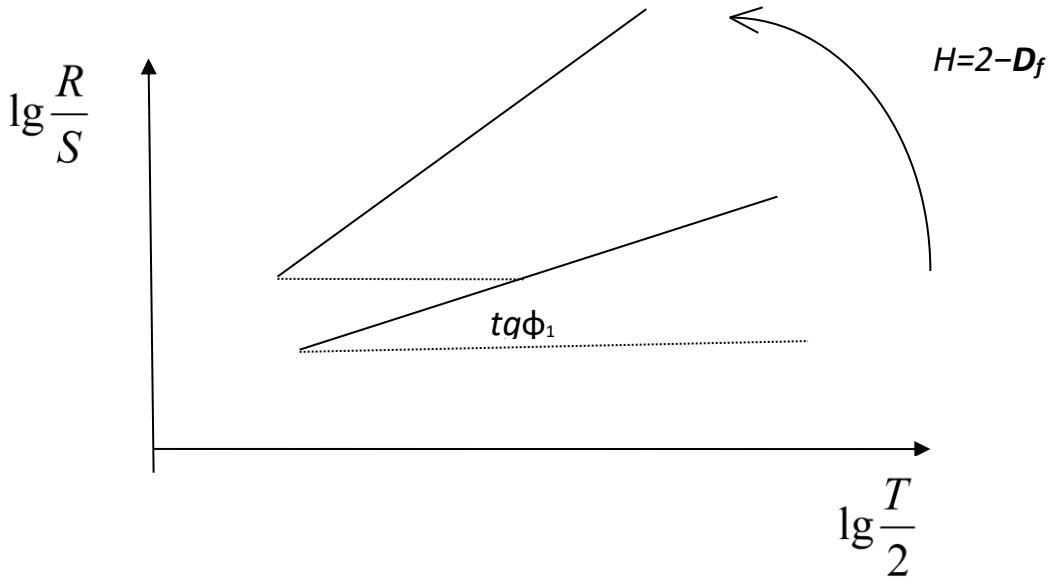

Рис. 2 Схематическое изображение зависимостей нормированного размаха от времени наблюдения; D_f – фрактальная размерность как показатель научной революции.

Числа H бывают в диапазоне $0 \div 1$, причем трактовка обобщенных случайных блужданий в пространстве ξ_j следующая:

1) Если значение $H = 0{,}5$, то мы имеем дело с т.н. «белым шумом», т.е. анализируемый временной ряд отражает случайное блуждание [9]. Т.е. мы наблюдаем броуновские случайные блуждания в пространстве числа публикаций – “надбавка” на j – временном промежутке никак не влияет на события, которые происходят на отрезке времени τ_{j+1} (корреляции отсутствуют).

2) Если H принимает значение в окрестности точек 0,7; 0,8; 0,9, то имеем дело с «черным шумом», т.е. с персистентным рядом, который обладает

долговременной памятью. Именно это свойство персистентности и присуще большинству рядов, отражающих природные процессы.

3) Если же H принимает значения 0,1; 0,2; 0,3, то мы имеем дело с «розовым шумом», т.е. антиперсистентным рядом, что соответствует флуктуациям, которые рассасываются (физический смысл такой – всякая “надбавка” над средним на отрезке τ_j противодействует “надбавке” на отрезке τ_{j+1}).

Трактовка для проблемы научной революции такова: для $H < 0{,}5$ имеем тенденцию остаться при старой парадигме; для $H > 0{,}5$ реализуется тенденция событий к новой парадигме; для $H = 0{,}5$ - ситуации нейтральны, т.е. при равенстве публикаций пока что-либо сказать о тенденциях нельзя [11].

Интересно отметить, что мы сталкивались неоднократно с ситуациями всех трёх типов. Так, более 50 лет назад “ложная тревога” – всплеск интереса в связи с открытием в космических лучах “частицы варниона” вполне четко дает (по базе публикаций) $H < 0{,}5$.

С другой стороны, очень показательны публикации в связи с проблемой оптических спектров атома водорода: при большом “размахе” $\{\xi_j\}$ на весьма больших T постепенно вырисовывались участки с $H > 0{,}5$ - результат известен: создание квантовой теории атомов. В связи с этой научной революцией интересно отметить, если взять небольшие значения величины T на начальном этапе изучения спектров атома водорода, то H оказывается близким к 0.5, т.е. ситуация была спорная (работы “за” и “против” появлялись одинаково часто - “случайный поиск”). Для большого периода $0 \div T$ проявилась динамика $(H = 0{,}5) \rightarrow (H > 0{,}5)$; такая тенденция проявилась особенно ярко после Сольвеевских Конгрессов, что говорит о значимости встреч ученых [10] .

ВЫВОДЫ:

1) Динамика структуры научных революций может быть рассмотрена, как обобщенные случайные блуждания числа публикаций в конкурирующих парадигмах.

2) Удобным методом изучения таких блужданий во времени является подход Винера-Мальденброта-Хёрста, при котором различающей характеристикой является показатель Хёрста (H).

3) Величина $H > 0,5$ означает ложную попытку научной революции; при $H = 0,5$ результаты смены парадигмы остаются под вопросом; при $H > 0,5$ научная революция совершается.

Литература:

1. М. Планк. Единство физической картины мира. М. Наука, 1966, 285 с.
2. А. Эйнштейн. Физика и реальность. М. Наука, 1965, 359 с.
3. Дж. Холтон. Тематический анализ науки. М. Прогресс. 1981, 384 с.
4. А. Мигдал. Поиск истины. М. Молодая гвардия, 1983, 239 с.
5. Т. Кун. Структура научных революций. М. Прогресс, 1975