



Al-Farabi Kazakh National University

**Proceedings of the
10th International scientific conference
«Chaos and structures in nonlinear systems.
Theory and experiment»,
devoted to the 75th anniversary
of Professor Z. Zhanabaev**

Almaty 2017

**Proceedings of the 10th International scientific conference
«Chaos and structures in nonlinear systems. Theory and experiment»,
devoted to the 75th anniversary of Professor Z. Zhanabaev**

edited by
Zeinulla Zhanabaev, Akmaral Imanbayeva

CHAOS 2017 KAZNU
almaty kazakhstan

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

June 16-18, 2017

МАЗМҰНЫ
TABLE OF CONTENTS

Plenary reports

✓ З. Жанабаев <i>Нелинейные фрактальные меры и информационная энтропия в физике хаоса</i>	4
A. Miroshnichenko <i>Binary systems with circumstellar envelopes</i>	10
V. Timoshenko <i>Formation, Properties and Applications of Ensembles of Silicon Nanocrystals</i>	16
A. Potapov <i>Общая постановка проблемы потенциальных возможностей фрактально-скейлинговых методов в радиофизике, радиолокации и в теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов</i>	17

Dynamical chaos and self-organization in astrophysics

О.В. Захожай, В.А. Захожай, А.С. Мирошниченко, К.С. Куратов <i>Физические параметры протопланетного диска вокруг молодой звезды IRAS 22150+6109</i>	36
✓ З.Ж. Жанабаев, А.С. Бейсебаева, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев <i>Классификация горячих звезд на основе информационно – энтропийного анализа</i>	40
✓ З.Ж. Жанабаев, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев <i>Бифуркационные режимы эволюции нелинейной фрактальной меры</i>	44
А.К. Морзабаев, Ш.Г. Гиниятова, Г.А. Шаханова, С.М. Сахабаева, В.С. Махмутов, В.И. Ерхов <i>Анализ вариаций космических лучей, зарегистрированные в январе-феврале 2017 года на детекторе CARPET(Astana)</i>	48
В.В. Дьячков, А.В. Юшков <i>Хаотизация и кристаллизация пространства-времени</i>	52
А.К. Куратова, А.С. Мирошниченко, К.С. Куратов, А.Ж. Наурзбаева, Н.Ш. Алимгазина, А.Б. Манапбаева <i>Определение критериев и поиск звезд типа FS CMA</i>	55

БИФУРКАЦИОННЫЕ РЕЖИМЫ ЭВОЛЮЦИИ НЕЛИНЕЙНОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ МЕРЫ

З.Ж. Жанабаев, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, 050040, Казахстан
aldiyar.agishev@gmail.com

В работе исследовано отображение нелинейной фрактальной меры в двух вариантах. Бифуркационная диаграмма построена для значений локальных экстремумов X_{max} , X_{min} и относительной разности масштаба измерения δ . Показано существование сложных циклов при относительно малом значении числа итераций. При большом числе итераций результат приближается к известным картинам бифуркаций Фейгенбаума.

Введение

Отображение нелинейной фрактальной меры находит применение в широком спектре научно-исследовательских работ, включая такие направления как нейробиология, космология, нанотехнологии [1-4]. На основе такого отображения возможно описание структурности в наноразмерных полупроводниках, моделирование колебаний электрического потенциала нейронов, распределение галактик в кластерах и скоплениях, конструирование различных генераторов хаоса, шифрование и кодирование передаваемой информации и т.д.

На сегодняшний день бифуркации в зависимости от управляющих параметров для данного отображения не изучены. Построение бифуркационных диаграмм и определение качественных режимов хаотизации меры, выявление локальных особенностей и закономерностей является целью настоящей работы.

Главной особенностью данного отображения от существующих методов определения фрактальных мер заключается в отсутствии необходимости задания масштаба измерения δ . Достигается это путем определения δ через саму меру, говоря иначе, масштаб измерения зависит от измеряемой величины [5]. Такой подход характеризует поведение физической величины вблизи своих критических значений.

Отображение нелинейной фрактальной меры

Согласно формуле Хаусдорфа, фрактальная мера (длина $X(R)$) может быть определена как:

$$X(R) = R \left(\frac{\Delta X}{R_*} \right)^d \cdot \left(\frac{\Delta X}{R_*} \right)^{-D} = R \left(\left| 1 - \frac{X}{R_*} \right| \right)^{-\gamma}, \quad \Delta X = |X - R_*|, \quad \gamma = D - d. \quad (1)$$

где, d – топологическая, D – фрактальная размерность, R – регулярная длина, R_* – величина критического значения для R . Формулу (1) перепишем в дискретном виде с целью описания эволюции меры при наличии внешних возмущений:

$$X_{i+1}(R) = R \left(\left| 1 - \frac{X_i}{R_*} \right| \right)^{-\gamma} \quad (2)$$

где, i – количество итераций. Выбирая норму в виде $\Delta X/X_i$ имеем:

$$X_{i+1}(R) = R \left(\left| 1 - \frac{R_*}{X_i} \right| \right)^{-\gamma} \quad (3)$$

Реализации отображений (2) и (3) могут быть как регулярными, так и хаотическими (Рис. 1) Из рисунка видно, что хаотизация реализаций имеет место $R_* \approx R$.

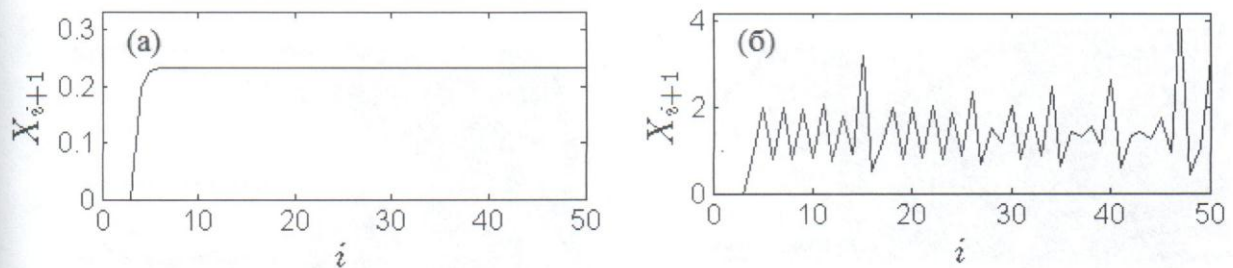


Рис. 1 – Реализация отображения (2) с параметрами $\gamma = 0.567$, $R_* = 1$, $X_1 = 1$,
(a) – $R = 0.2$, (б) – $R = 0.8$.

В настоящей работе далее мы примем $i = 10^3$, $X_1 = 1$. Считается, что число итераций будет достаточно для выхода системы на аттрактор, который не зависит от начальных условий. Поведение систем (2), (3) зависит не от отдельных значений R_* и R а определяется их соотношением [6], поэтому управляющими параметрами являются R_* и γ .

Параметр γ может принимать значение в диапазоне $0 \leq \gamma < 4$. Для регулярных объектов ($D=d$) $\gamma=0$, для известных фракталов $0 < \gamma < 1$.

Режимы хаотических колебаний систем (2) и (3) реализуются при определенных отношениях R_* к R (Рис. 2). В заштрихованной области, ограниченной R_{*1} – минимальным и R_{*2} – максимальным значениями параметра R_* при фиксированном R , наблюдается хаотический режим. Вне этой области поведение систем регулярное.

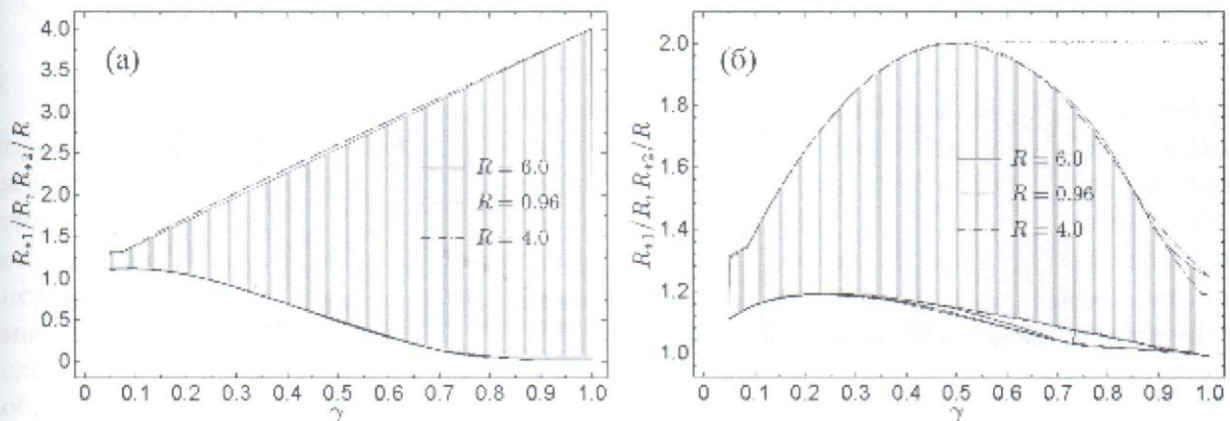


Рис. 2 – Области возникновения хаотических значений $X_{i+1}(R)$. R_{*1} – минимальное, R_{*2} – максимальное значения.

Бифуркационные диаграммы для отображения (3) приведены на рис. 3. Как и следовало ожидать, сложное поведение наблюдается масштаба измерения $\delta_i = X_i - R_*$, так как именно в настоящей модели нелинейной фрактальной меры он зависит от самой меры.

Видны области с ярко выраженной фрактальной структурой и с переходом к хаосу через удвоение периода. Картина напоминает классический результат Фейгенбаума. В соответствии с теорией выполняется условие выбора масштаба измерения $\delta < 1$. Особенностью настоящих диаграмм является переход от хаоса к порядку при уменьшении γ , так как в отображения входит $1/\gamma$.

Разнообразные структурные образования наблюдаются при относительно малом количестве итераций. Мы имеем новые картины возникновения хаоса. В частности, наблюдается наряду с циклами удвоения их иерархии 2^n , $n = 1, 2, 3$ (рис. 5). Возможны циклы утроения.

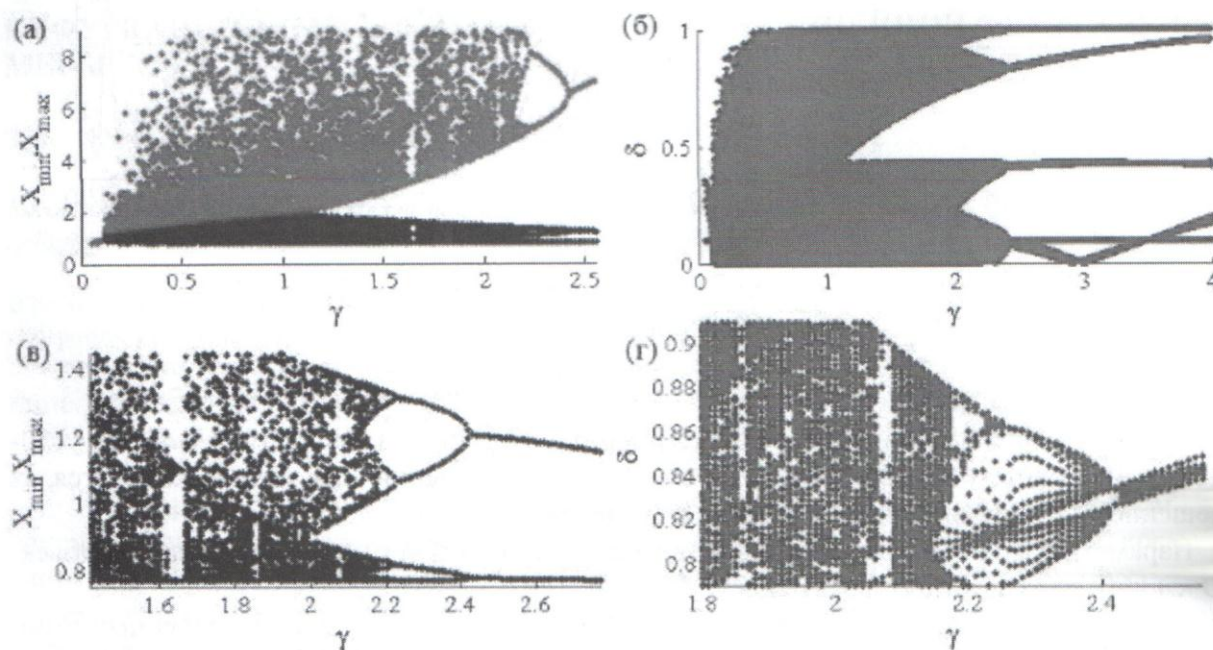


Рис. 3 (а) – Бифуркационная диаграмма отображения (3) с параметрами $i = 1000$, $X_1 = 1$, $R_* = 1.1$, $R = 0.77$; (б) – масштаб измерения $\delta_i = X_i - R_*$; (в) и (г) – увеличенные для наглядности области графиков (а) и (б) соответственно.

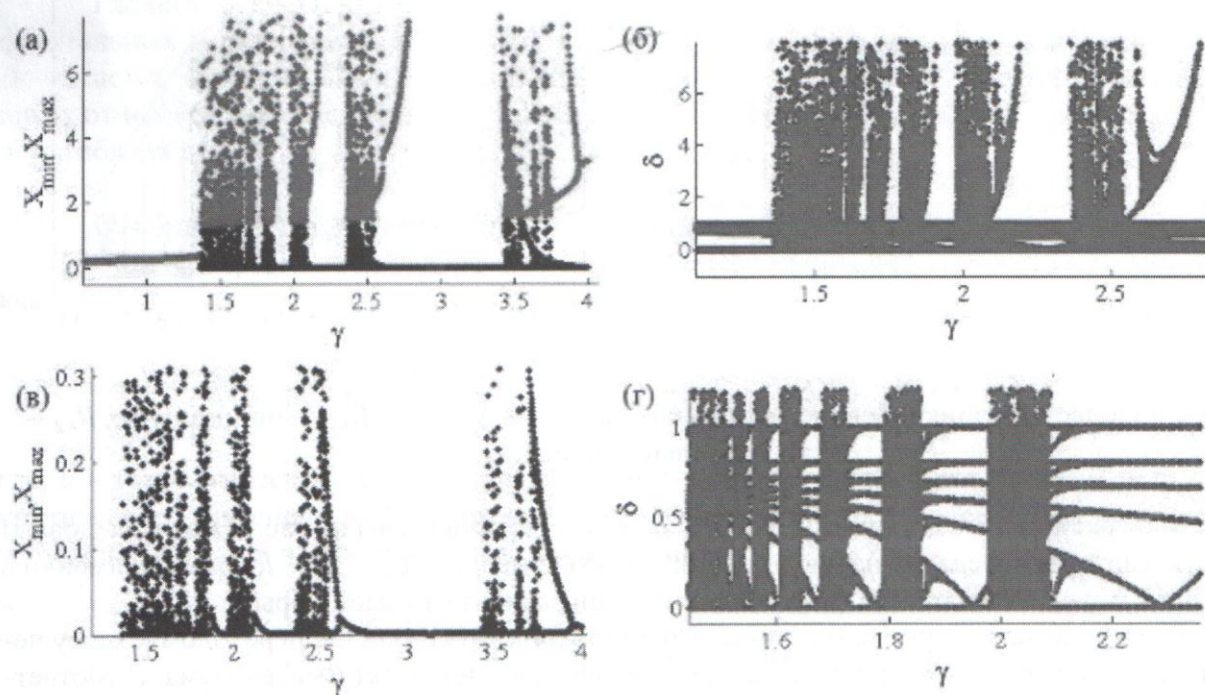


Рис. 4 (а) – Бифуркационная диаграмма отображения (2) с параметрами $i = 1000$, $X_1 = 1$, $R_* = 1$, $R = 0.2$; (б) – масштаб измерения $\delta_i = X_i - R_*$; (в) и (г) – увеличенные для наглядности области графиков (а) и (б) соответственно.

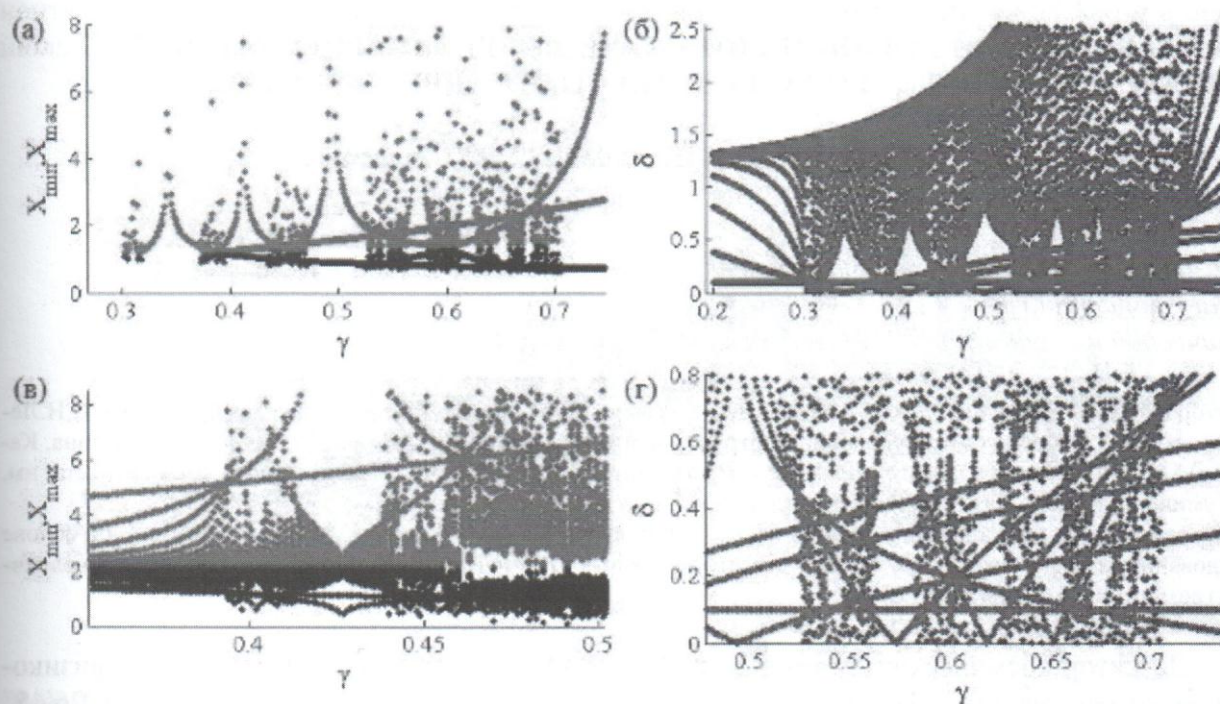


Рис. 5 (а) – Бифуркационная диаграмма отображения (3) с параметрами $i = 100$, $X_1 = 1$, $R_* = 1.1$, $R = 0.5$; (б) – масштаб измерения δ ; (г) – увеличенная для наглядности область рисунка (б); (в) – диаграмма отображения (2) с параметрами $i = 100$, $X_1 = 1$, $R_* = 1.1$, $R = 2$

Заключение

Построены бифуркационные диаграммы для отображений эволюции нелинейной фрактальной меры. Определены значения параметров R_* , R , γ , соответствующие различным режимам системы. Указана область изменения параметров R_* , R при котором наблюдается хаотическое поведение колебаний. Показано, что переход к хаосу, в зависимости от параметра γ , осуществляется путем удвоения периода и циклов порядка до 3. Имеются характерные окна перемежаемости по аналогии с классическим результатом Фейгенбаума. Определяя норму масштаба измерений δ в виде $R_*/\Delta X$, получаем физически осмысленный результат. Иными словами, выполняется условие $0 < \delta \leq 1$. Обнаружены качественно различные структурные образования при относительно малом количестве итераций. Это в свою очередь может лечь в основу дальнейших исследований в данном направлении. Дальнейшие исследования эволюции нелинейной фрактальной меры могут быть направлены на определение статистических характеристик (корреляция, спектры, информация, энтропия и др.) хаоса.

Литература

1. Z.Zh. Zhanabaev, E.T. Kozhagulov A generic model for scale-invariant neural networks // Journal of Neuroscience and Neuroengineering. – 2013, Vol.2, No.3, pp. 267-271(5).
2. Zhanabaev Z.Zh. Grevtseva T.Yu. Physical Fractal Phenomena in Nanostructured Semiconductors // Reviews in Theoretical Science. – 2014, Vol.2, No.3, pp. 211-259.
3. З.Ж. Жанабаев, С.А. Хохлов, Нелинейная геометрическая модель структуры ансамбля антигравитирующих галактик // Вестник КазНУ, Сер. физическая №55, 2015.
4. Zhanabaev Z.Zh. Grevtseva T.Yu., Ibraimov M.K. Morphology and Electrical Properties of Silicon Films with Vertical Nanowires // Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2015.
5. Жанабаев З.Ж. и Ахтанов С.Н., Универсальное отображение перемежаемости, Вестник КазНУ, серия физическая №2 (37) 2011, с. 15-25.
6. Zhanabayev Z.Zh. Fractal measure in nanoelectronics and neurodynamics // Eurasian Physical Technical Journal. – 2012, Vol. 9, No. 1(17), pp. 3-13.