

# БЕЙСЫЗЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ХАОС ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДАР. ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ТӘЖІРИБЕ

*11-ші Халықаралық ғылыми конференцияның*

**МАТЕРИАЛДАРЫ**

22–23 қараша 2019 ж.

## ХАОС И СТРУКТУРЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

**МАТЕРИАЛЫ**

*11-й Международной научной конференции*

22–23 ноября 2019 г.

## CHAOS AND STRUCTURES IN NONLINEAR SYSTEMS. THEORY AND EXPERIMENT

**MATERIALS**

*of the 11<sup>th</sup> International scientific conference*

November 22–23, 2019

Қарағанды – 2019



КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
АКАДЕМИК Е.А.БҰКЕТОВ АТЫНДАҒЫ  
ҚАРАҒАНДЫ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. АКАДЕМИКА Е.А.БУКЕТОВА

THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ACADEMICIAN Ye.A. BUKETOV  
KARAGANDA STATE UNIVERSITY

# **БЕЙСЫЗЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ХАОС ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДАР. ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ТӘЖІРИБЕ**

*11-ші Халықаралық ғылыми конференцияның материалдары*  
22–23 қараша

# **ХАОС И СТРУКТУРЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ**

*Материалы 11-й Международной научной конференции*  
22–23 ноября

# **CHAOS AND STRUCTURES IN NONLINEAR SYSTEMS. THEORY AND EXPERIMENT**

*Materials of the 11<sup>th</sup> International scientific conference*  
November 22–23



Қарағанды  
2019

УДК 530.1  
ББК 22.3  
Б38

*Организационный комитет*

Тажбаев Е.М. (*председатель*), Жанабаев З.Ж., Шрагер Э.Р., Алимкулов К.У.,  
Акилбеков А.Т., Бактыбеков К.С., Болегенова С.А., Джайчибеков Н.Ж., Ершина А.К.,  
Жаркын Е., Жумабеков Б.К., Ибраев Н.Х., Ибраимов М.К., Кажикенова С.Ш.,  
Кокетай Т.А., Колмаков А.Г., Кульбачинский А.В., Купчишин А.И., Курытник И.П.,  
Кучеренко М.Г., Кучерук В.Ю., Лежнин С.И., Мырзакулов Р., Нусупбеков Б.Р.,  
Палеев Д.Ю., Потапов А.А., Прибатурин Н.А., Сакипов К.Е., Саулебеков А.О.,  
Стоев Митко, Татыбеков А.Т., Тимошенко В.Ю., Трубицын А.А.,  
Турмухамбетов А.Ж., Шарипов М.З.

*Редакционная коллегия*

Сакипова С.Е., Шаймерденова К.М., Чиркова Л.В.

- Б38 **Бейсызық жүйелердегі хаос және құрылымдар. Теория және тәжірибе = Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент = Chaos and structures in nonlinear systems. Theory and experiment:** Материалы 11-й Междунар. науч. конф. — Караганда: Изд-во КарГУ, 2019. — 443 с. — Казахский – русский – английский.

ISBN 978-9965-39-781-3

В сборнике публикуются материалы докладов участников 11-й Международной научной конференции по проблемам нелинейной физики и инновационным технологиям в различных сферах физики, техники и образования, проводимой Карагандинским государственным университетом им. академика Е.А. Букетова.

УДК 530.1  
ББК 22.3

*Выражаем благодарность за спонсорскую помощь  
директору Карагандинского филиала АО «First Heartland Jysan Bank»  
Алимкулову Кайрату Усеиновичу*

ISBN 978-9965-39-781-3

© Карагандинский  
государственный  
университет, 2019



**КУСАИЫНОВ КАППАС КУСАИЫНОВИЧ**

*Ученый, педагог, доктор технических наук, профессор  
Член-корреспондент Инженерной Академии Республики Казахстан*

К.,  
П.,

Хаос  
os and  
11-й  
Казах-

аучной  
личных  
венным

К 530.1  
К 22.3

ский  
енный  
т, 2019

близкой к  $D = 2.4649$  в глобальном масштабе. Образование кластеров (сгущивание) и их возможное фрактальное строение являются известным фундаментальным результатом физики открытых систем. Фрактальная размерность множества галактик в группах, кластерах, скоплениях соответственно возрастает и устанавливается универсальная степенная зависимость с показателем  $\gamma = 0,4649$ . Известные теории фракталов предполагают независимый выбор масштаба измерения меры (аддитивной геометрической, физической величины) от величины самой определяемой меры. Вблизи критических значений, например, на расстоянии нулевой гравитации искомая мера сильно меняется. Мы предложили формулу для фрактальной геометрической меры, зависящей от самой себя, через показатель скейлинга. Этот показатель теоретически обоснован нами и соответствует наблюдаемой структуре множества галактик согласно каталогам [1,2].

*Литературы:*

1. Karachentsev I. D. et al. A catalog of neighboring galaxies //The Astronomical Journal. – 2004. – Т. 127. – №. 4. – С. 2031.
2. Alam S. et al. The eleventh and twelfth data releases of the Sloan Digital Sky Survey: final data from SDSS-III //The Astrophysical Journal Supplement Series. – 2015. – Т. 219. – №. 1. – С. 12.
3. Maeder A. An alternative to the  $\Lambda$ CDM model: the case of scale invariance //The Astrophysical Journal. – 2017. – Т. 834. – №. 2. – С. 194.
4. Byrd G. et al. Paths to dark energy: theory and observation. – Walter de Gruyter, 2012. – Т. 2.
5. Chernin A. D. Dark energy and universal antigravitation //Physics-USpekhi. – 2008. – Т. 51. – №. 3. – С. 253.
6. Жанабаев З. Ж. Фрактальная модель турбулентности в струе //Изв. СО АН СССР. Серия техн. наук. – 1988. – №. 4. – С. 57-60.
7. Zhanabaev Z. Z. et al. Electrodinamic characteristics of wire dipole antennas based on fractal curves //Journal of Engineering Science and Technology. – 2019. – Т. 14. – №. 1. – С. 305-320.
8. Feder J. Fractals. – Springer Science & Business Media, 2013.
9. Zhanabaev Z.Z., Kozhagulov Y.T., Khokhlov S.A. Scale invariance criteria of dynamical chaos //International Journal of Mathematics and Physics. – 2013. – Vol. 4, № 2. – P. 29-37

Е.А. Малков<sup>1</sup>, А.А. Беков<sup>2</sup>, С.Б. Момынов<sup>2</sup>, И.Б. Бекмухамедов<sup>2</sup>, И.С. Орынқұл<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск, Россия, <sup>2</sup>Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, <sup>3</sup>КГКП «Алматинский колледж моды и дизайна», Алматы, Казахстан  
e-mail: [momynov\\_serzhan@mail.ru](mailto:momynov_serzhan@mail.ru)

### Сечения пуанкаре потенциала хенона-хейлеса

Интерес к существованию третьего интеграла движения для звезд, движущихся в потенциале галактики, возродился еще в конце 50-х и начале 60-х годов прошлого столетия. Первоначально предполагалось, что потенциал имеет симметрию и не зависит от времени, поэтому в цилиндрических координатах  $(r, \theta, z)$  это будет только функция от  $r$  и  $z$ . Должны существовать пять интегралов движения, постоянных для шестимерного фазового пространства. Однако интегралы могут быть либо изолирующими, либо неизолирующими. Неизолирующие интегралы обычно заполняют все доступные фазовые пространства и не ограничивают орбиту.

К тому времени, когда Хенон и Хейлес написали свою пионерскую статью, были только два известных интеграла движения: полная орбитальная энергия и угловой момент на единицу массы звезды. Легко показать, что по крайней мере два интеграла неизолируются. Предполагалось также, что третий интеграл также был неизолирован, потому что до сих пор не найдено никакого аналитического решения. Тем не менее наблюдения звезд вблизи

Солнца, а также численные вычисления орбит в некоторых случаях вели себя так, как если бы они подчинялись трем изолирующим интегралам движения.

Хенон и Хейлес попытались выяснить, могут ли они найти какое-либо реальное доказательство того, что должен существовать третий изолирующий интеграл движения. Проводя численные вычисления, они не слишком усложняли астрономический смысл проблемы; они требовали только, чтобы исследованный ими потенциал был аксиально-симметричным. Авторы также предположили, что движение было привязано к плоскости и перешло в декартово фазовое пространство  $(x, y, \dot{x}, \dot{y})$ . После некоторых испытаний им удалось найти действительный потенциал. Этот потенциал аналитически прост, так что орбиты можно вычислить довольно легко, но он все еще достаточно сложный, так что типы орбит нетривиальны. Этот потенциал теперь известен как потенциал Хенона и Хейлеса [1-3].

Потенциал Хенона-Хейлеса, несомненно, является одним из самых простых, классических и характерных примеров открытых гамильтоновых систем с двумя степенями свободы. На выше сказанную тему было посвящено большое количество исследований ученых [4-10].

Потенциал системы Хенона-Хейлеса определяется формулой:

$$U(x, y) = \frac{1}{2}(x^2 + y^2 + 2x^2y - \frac{2}{3}y^3) \quad (1)$$

В уравнении (1) видно, что потенциал фактически состоит из двух гармонических осцилляторов, которые были связаны возмущающими членами  $x^2y - \frac{1}{3}y^3$ .

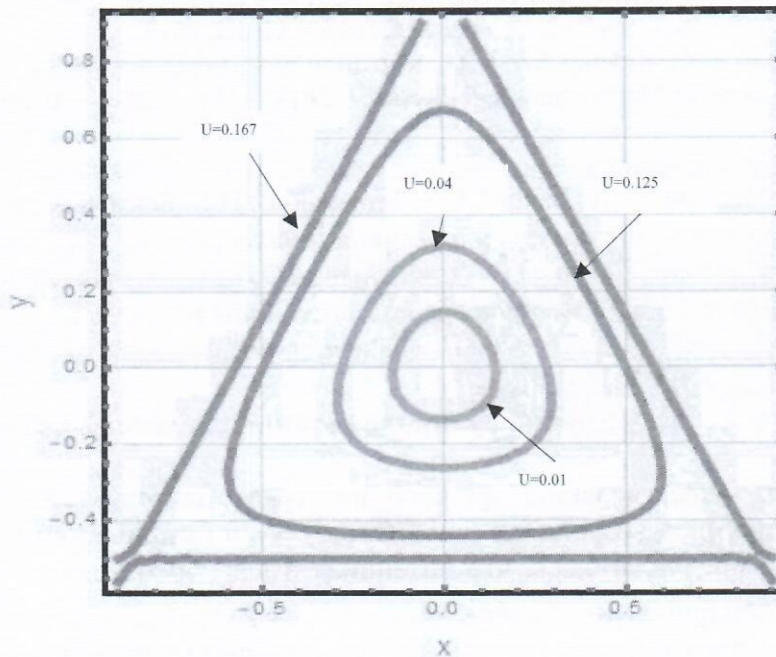


Рисунок 1 – Замкнутые эквипотенциальные кривые для модели Хенона-Хейлеса при различных значениях  $U$ .

Основными уравнениями движения для пробной частицы с единичной массой ( $m=1$ ) являются:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -\frac{\partial U}{\partial x} = -x - 2xy \\ \ddot{y} = -\frac{\partial U}{\partial y} = -y - x^2 + y^2 \end{cases} \quad (2)$$

Следовательно, гамильтониан системы (1) имеет вид:

$$H = \frac{1}{2}(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \frac{1}{2}(x^2 + y^2) + x^2y - \frac{1}{3}y^3 = h, \quad (3)$$

где  $\dot{x}$  и  $\dot{y}$  - импульсы на единицу массы,  $x$  и  $y$  - координаты системы; численное значение гамильтониана, которое сохраняется. Видно, что гамильтониан  $h > 0$  симметричен относительно  $x \rightarrow -x$ , а  $H$  также проявляет симметрию вращения при  $2\pi / 3$ .

Ниже приведены зависимости координат от функций по времени для систем уравнений (2).

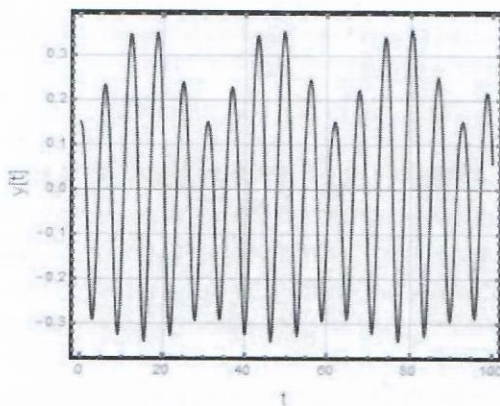


Рисунок 2 – Зависимость функции  $y$  от времени.

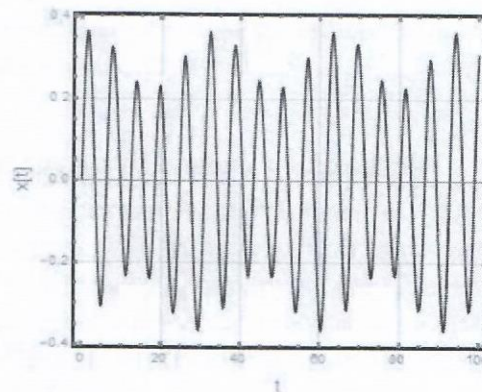


Рисунок 3 – Зависимость функции  $x$  от времени.

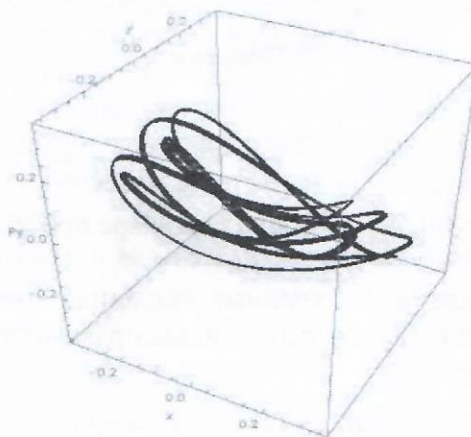


Рисунок 4 – Эволюционные траектории функций  $x$ ,  $y$ ,  $P_y$ .

Для исследования системы Хенона-Хейлеса используется метод сечения Пуанкаре. Достоинства данного метода особенно проявляются, когда рассматриваются нелинейные

системы, для которых точные решения неизвестны. В этом случае фазовые траектории рассчитываются численными методами.

Для решения систем уравнений (2) выбираются граничные условия так, чтобы они удовлетворяли уравнение (3). Далее системы уравнения (2) решаются на основе метода Рунге – Кутты. Для построения сечения Пуанкаре выбираются те значения, которые пересекают плоскость  $x=0$ . Ниже представлены сечения Пуанкаре для систем Хенона-Хейлеса при разных значениях энергии:  $E = 1/12$ ,  $E = 1/8$ ,  $E = 1/6$ . С увеличением энергии структура сечений разрушается. Полученные результаты согласуются с другими авторами[1,2].

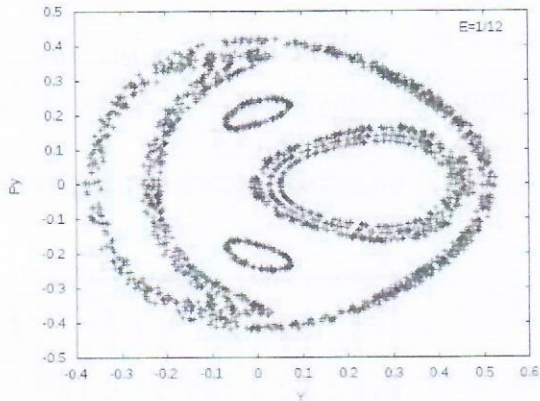


Рисунок 5 – Сечение Пуанкаре при  $E = 1/12$ .

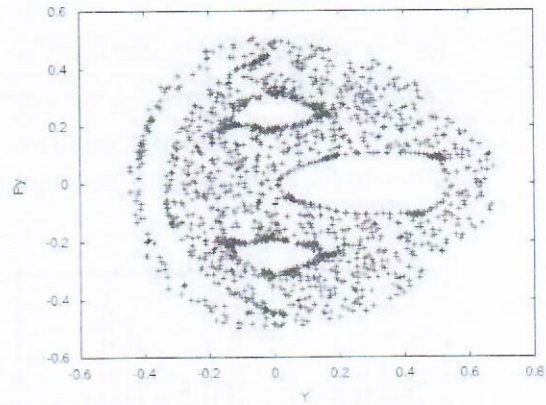


Рисунок 6 – Сечение Пуанкаре при  $E = 1/8$ .

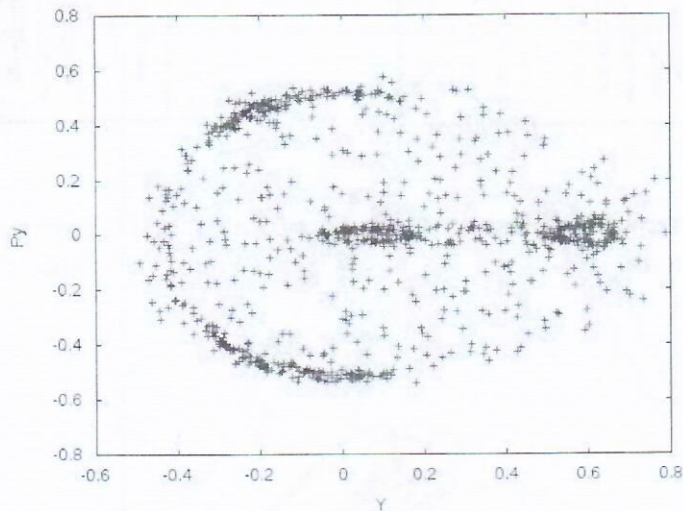


Рисунок 7 – Сечение Пуанкаре при  $E = 1/6$ .

Таким образом, результаты, полученные численным методом, определяют колебания для модели Хенона-Хейлеса и служат основой для сравнительного анализа при определении аналитического отображения.

*Литературы:*

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. М:Мир, 1985- 529с.
2. Euaggelos E. Zotos Classifying orbits in the classical Henon-Heiles Hamiltonian system. arXiv:1502.02510v1 [nlin.CD] 9 Feb 2015.
3. Вернов С. Ю., Построение решений обобщенной системы Хенона-Хейлеса с помощью теста Пенлеве, ТМФ, 2003, том 135, № 3, 409–419



4. Omarov Ch. T. and Malkov E. A. Chaotic Behavior of Oscillations of Self-Gravitating Spheroid Order and Chaos in Stellar and Planetary Systems ASP Conference Series, Vol. 316, 2004.
5. Euaggelos E. Zotos, A. Riaño-Doncel, F. L. Dubeibe Basins of convergence of equilibrium points in the generalized Henon-Heiles system arXiv:1803.07398v1 [nlin.CD] 20 Mar 2018
6. Euaggelos E. Zotos An overview of the escape dynamics in the Henon-Heiles Hamiltonian system arXiv:1709.04360v2 [nlin.CD] 14 Sep 2017
7. Aguirre J., Vallejo J.C., Sanjuan M.A.F. Wada basins and chaotic invariant sets in the Henon-Heiles system. Phys. Rev E 64, 066208-1-11 (2001)
8. Aguirre J., Sanjuan M.A.F. Limits of small exits in open Hamiltonian systems. Phys. Rev E 67, 056201-1-7 (2003)
9. Aguirre J., Vallejo J.C., Sanjuan M.A.F. Wada basins and unpredictability in Hamiltonian and dissipative systems. Int. J. Mod. Phys. B 17, 4171-4175 (2003)
10. Aguirre J., Viana R.L., Sanjuan M.A.F. Fractal structures in nonlinear dynamics. Rev. Mod. Phys. 81, 333-386 (2009)

А.А. Потапов, А.А. Пахомов, А.А. Потапов (мл.), В.А. Потапов  
 ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия, [potapov@cplire.ru](mailto:potapov@cplire.ru)

### Обработка оптических текстурных снимков поверхности марса кепстральными фрактально - топологическими методами

#### Введение

Задача улучшения качества оптических изображений объектов, полученных при наличии искажений, обусловленных влиянием среды распространения и излучения, остается актуальной в области астрономии, управления транспортом и летательными аппаратами, а также, естественно, в воздушно-космических задачах (в частности, обнаружение и селекция целей). Отметим также, что в последние годы в научных кругах и средствах массовой информации заметно возрос интерес к такой малоизученной и полной загадок планете как Марс. Анализируются возможности создания на поверхности Марса поселений для добычи полезных ископаемых. Аналогичные гипотезы и программы также обсуждаются в отношении Луны. В связи с этим, авторы решили еще раз вернуться в недалекое прошлое, когда Марс активно исследовался. И с помощью собственных методов обработки изображений, искаженных неизвестной атмосферой, авторы попытаются детально восстановить наиболее интересные участки планеты.

#### Математическая постановка задачи

При регистрации оптического изображения расположенного на значительном удалении от фотоприемника или фотокамеры неизбежно сказывается искажающее влияние среды распространения принимаемого излучения. Поэтому общая постановка задачи обработки или восстановления кадра изображения сводится к решению уравнения свертки с двумя неизвестными, после частичного или полного устранения аддитивного фона [1-7]:

$$i(\vec{x}) = \int o(\vec{r})h(\vec{x} - \vec{r})d\vec{r}, \quad (1)$$

где  $i(\vec{x})$  - регистрируемое изображение,  $o(\vec{r})$  - исходное неизвестное изображение неизвестного объекта,  $h(\vec{x}, \vec{r})$  - неизвестный импульсный отклик оптической системы, формирующей изображение.

Переходя к пространственным спектрам, приходим к выражению:

$$I(\vec{\omega}) = O(\vec{\omega})H(\vec{\omega}) \quad (2)$$

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / TABLE OF CONTENTS

ПЛЕНАРЛЫҚ БАЯНДАМАЛАР  
PLENARY REPORTS  
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

**Турмухамбетов А.Ж., Сакипова С.Е., Шаймерденова К.М.** Профессор Кусаиынов К. - основатель карагандинской научной школы экспериментальной теплофизики. (<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, <sup>2</sup>Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан)..... 13

**Байшигиров Х.Ж.** О создании малых ветроэнергетических установок в Казахстане (Кокшетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан).....

СЕКЦИЯ 1.

*Астрофизикадағы, бейсызық жүйелердегі динамикалық хаос және өзін-өзі ұйымдастыру*

*Dynamical chaos and selforganization in nonlinear systems, in astrophysics*

*Динамический хаос и самоорганизация в нелинейных системах, в астрофизике*

**Жанабаев З.Ж., Турмухамбетов А.Ж., Агишев А.Т., Усипов Н.М.** Универсальный скейлинг скоплений галактик в расширяющейся вселенной (Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан)..... 19

**Малков Е.А., Беков А.А., Момынов С.Б., Бекмухамедов И.Б., Орынқұл И.С.** Сечения пуанкаре потенциала Хенона-Хейлеса (Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск, Россия, 2Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, ЗКГКП «Алматинский колледж моды и дизайна», Алматы, Казахстан). 23

**Потапов А.А., Пахомов А.А., Потапов А.А. (мл.), Потапов В.А.** Обработка оптических текстурных снимков поверхности марса кепстральными фрактально - топологическими методами (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия)..... 27

**Потапов А.А., Пахомов А.А., Потапов В.А., Потапов (мл.) А.А.** Цифровая обработка оптических текстурных снимков поверхности земли (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия)..... 32

**Temiraliyev A., Abishev M., Fedosimova A., Lebedev I.I., Sidorov Y.** The formation of stable quark-gluon structure in nonlinear dynamics (Institute of Physics and Technology, Satbaev University, Almaty, Kazakhstan. 2Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)..... 34

**Жумаев М.Р., Шарипов М.З., Миржоннова Н.Н.** Средняя плотность чисел частиц квантовых релятивистских идеальных газов (Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан)..... 38

**Астанов С.Х., Шамсиев Р.Х.** Спектроскопические проявления самосборки пищевых красителей (Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан)..... 43

**Астанов С.Х., Касимова Г.К., Ахророва М.И., Ёкубов М.Э.** Самосборка молекул рибофлавина в бинарных растворителях (Бухарский инженерно – технологический институт, Бухара, Узбекистан). 48

**Туртаева Н.М., Жасыбаева М.Б., Бауыржанкызы Г.Б., Нуркасымова С.Н., Ержанов К.К.** Точное решение космологической модели f(r,t)-гравитации с фермионными полями (ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан)..... 53

**Мади П.Ш., Нешина Е.Г., Дүйсенбаева М.С.** Математическая модель геометрических параметров оптических характеристик волны и температуры на основе дифракционной решетки (НИ ТПУ, Томск, Россия, КарГТУ, Караганда, Казахстан)..... 56

**Kutum V.B., Kutumova\* Zh.B.** Geometric properties of soliton surfaces of the toda lattice equation (Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan. \*Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan)..... 61

**Каныгина О.Н., Филяк М.М., Четверикова А.Г., Багдасарян Л.С.** Самоорганизация структуры в природных конденсированных средах под воздействием высокочастотного поля (Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия)..... 64

**Потапов А.А.** 40 лет работы с фракталами и текстурами: математические и физические аспекты фрактально - скейлингового метода в обработке многомерных сигналов, статистической радиофизике и радиолокации (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия)..... 66

**Шарипов М.З., Соколов Б.Ю., Ризокулов М.Н.** Доменная структура и магнитная фазовая Н-Т – диаграмма тербиевого феррита-граната Tb<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> в температурной области в окрестности точки магнитной компенсации (Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан). 77

Научное издание

**БЕЙСЫЗЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ХАОС ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДАР.  
ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ТӘЖІРИБЕ**

*11-ші Халықаралық ғылыми конференцияның материалдары*

22–23 қараша 2019 ж.

**ХАОС И СТРУКТУРЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ.  
ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ**

*Материалы 11-й Международной научной конференции*

22–23 ноября 2019 г.

**CHAOS AND STRUCTURES IN NONLINEAR SYSTEMS.  
THEORY AND EXPERIMENT**

*Materials of the 11<sup>th</sup> International scientific conference*

November 22–23, 2019

*Компьютерный набор*

З.К. Айтпаева, Д.А. Оспанова, Г.А. Булкаирова, Ж.К. Нурғалиева

*Отпечатано с авторских оригиналов*

---

Подписано в печать 19.11.2019 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.  
Объем 55,37 п.л. Тираж 100 экз. Цена договор. Заказ № 141.

---

Отпечатано в типографии Издательства КарГУ им. Е.А. Букетова.  
100012, г. Караганда, ул. Гоголя, 38. Тел. 8(7212) 51-38-20