

### III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

10.12737/article\_5c06351bc45897.91037770

#### ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ПРОИЗВОЛЬНЫХ И НЕПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА

Д.В. ГОРБУНОВ, А.Н. МУРАВЬЕВА, И.А. АФАНЕВИЧ, Ю.Ю. КОРОЛЕВ

*БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400,  
e-mail: gorbunov.dv@mail.ru*

**Аннотация.** Для многих систем была доказана теорема минимального производства энтропии ( $dP/dt \leq 0$ ), т.е. для скорости  $P$  изменения энтропии в виде  $P=dE/dt$ . Однако, для нелинейных биологических процессов и особых систем третьего типа, которые обозначаются как *complexity*, такое неравенство может и не выполняться. В этой связи необходимо идти путем сравнения значений энтропии для биосистем – *complexity* в различных режимах их функционирования. В результате исследования было выявлено, что энтропия Шеннона не может установить объективное различие произвольных и не произвольных движений. Энтропия  $E$  при уходе из стационарного режима (покоя) в неустойчивое состояние не изменяется и это ограничивает возможности применения термодинамики неравновесных систем И.Р. Пригожина в описании неравновесных биосистем. Однако, расчет параметров квазиаттракторов в этом же исследовании демонстрирует существенные различия двух типов движений.

**Ключевые слова:** термодинамика неравновесных систем, квазиаттрактор, энтропия.

#### CHAOTIC DYNAMICS OF VOLUNTARY AND INVOLUNTARY MOVEMENTS OF A HUMAN

D.V. GORBUNOV, A.N. MURAVYEVA, I.A. AFANEVICH, Yu.Yu. KOROLEV

*Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: gorbunov.dv@mail.ru*

**Abstract.** For many systems, the minimum entropy production theorem ( $dP/dt \leq 0$ ) has been proved, i.e. for the rate  $P$  of the change in entropy in the form of  $P=dE/dt$ . However, for nonlinear biological processes and special systems of the third type, which are denoted as complexity, such an inequality may not hold. Therefore, it is necessary to compare the entropy values for biosystems - complexity in different modes of their functioning. As a result of the study, it was found that Shannon's entropy can not establish an objective difference between voluntary and involuntary movements. The entropy  $E$  does not change when leaving a stationary mode (rest) in an unstable state. This limits the possibilities of applying the thermodynamics of non-equilibrium systems by I.R. Prigogine in the description of non-equilibrium biosystems. However, the calculation of the parameters of quasi-attractors in this same study demonstrates significant differences between the two types of movements.

**Key words:** thermodynamics of non-equilibrium systems, quasi-attractor, entropy.

**Введение.** Основоположник термодинамики неравновесных систем (ТНС) И.Р. Пригожин активно пытался описывать реальные биосистемы – *complexity* в рамках понятий: энтропия  $E$ , скорость прироста энтропии  $P=dE/dt$ , устойчивость стационарных состояний и эволюция. Для

многих систем (процессов) была доказана теорема минимального производства энтропии ( $dP/dt \leq 0$ ), т.е. для скорости  $P$  изменения энтропии в виде  $P=dE/dt$  [4,9]. Однако, для нелинейных процессов и особых систем третьего типа (СТТ), которые обозначаются как *complexity*, такое



Установлена закономерность в виде неустойчивости функций распределения  $f(x)$  и статистическая устойчивость числа совпадений  $k$ , для *треморграмм*  $\langle k \rangle \approx 5-7\%$ , а для *теппинграмм*  $\langle k \rangle \approx 14-17\%$

Таким образом, появляется полная неопределенность в получаемых выборках ТМГ и ТПГ, т.к. получить две одинаковые выборки, две статистические функции распределения  $f(x)$  весьма затруднительно. Биосистемы не являются статистически устойчивыми системами, их статистические функции непрерывно и хаотически изменяются [1,5,7,9-15,27-35].

Очевидно, что возможность «совпадения» выборок очень невелика, практически все выборки разные и это является особенностью систем третьего типа и количественно представляет эффект Еськова-Зинченко. Необходимо подчеркнуть, что для теппинга всегда число совпадений несколько выше, чем для тремора [5]. При повторных проведениях исследования в виде 15-ти серий по 15 выборок, число совпадений  $k$  незначительно изменяются и всегда из всевозможных 105 пар имеется 14-17% совпадений. Число пар совпадений при построении матриц парного сравнения для ТМГ ( $\langle k \rangle \approx 5-7\%$ ) и ТПГ ( $\langle k \rangle \approx 14-17\%$ ) и это является объективной оценкой различий между произвольными и непроизвольными движениями.

**2. Сравнительный анализ динамики энтропии и параметров квазиаттрактора.** Согласно ТНС, любое возникающее эволюционное движение сложной системы в силу условия  $dP=0$ , где  $P=dE/dt$ , должно происходить в сторону уменьшения отклонения от стационарного состояния с минимальным производством энтропии. Основываясь на этом тезисе, сейчас становится возможным рассматривать любые отклонения от гомеостаза в аспекте изменения энтропии  $E$  и измерения её скорости изменения, т.е.  $P=dE/dt$ . Имеется

ещё одно существенное отличие биологических систем от объектов квантовой физики. Из-за самоорганизации динамики поведения СТТ обычно  $x(t)$  движется внутри некоторого особого объёма фазового пространства состояний, т.е. в общем случае получается неравенство (1) в виде:

$$V_G^{max} \geq \Delta x_1 * \Delta x_2 \geq V_G^{min} \quad (1)$$

Более того, чаще используется левая часть неравенства (1) для многих СТТ в виде (2):

$$V_G^{max} \geq \Delta x_1 * \Delta x_2 \quad (2)$$

Были проведены исследования, в которых сравнивались показатели энтропий и квазиаттракторов (КА) как для тремора, так и для теппинга. В результате этих исследований была выявлена определенная закономерность в изменении числа совпадений  $k$  при построении матриц парного сравнения и в значениях  $E$ . Но более выраженные значения были получены по площади квазиаттракторов  $S$  для этих же ТМГ и ТПГ. Если различия ТМГ и ТПГ проявлялись в некотором увеличении числа  $k$  при регистрации теппинга, то в рамках ТХС (на основе расчета площадей квазиаттракторов  $S$  выборок треморограмм) было установлено закономерное и выраженное увеличение значения площадей (табл. 2). Отметим, что именно площади КА дают наибольшие различия между этими двумя типами движений, что совершенно не подкрепляется расчетами энтропии Шеннона  $E$  (см. табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что выборка из 15-ти площадей КА для ТПГ ( $S_2$ ) существенно отличается ( $p=0,60$ ) от выборки  $S_1$  для ТМГ ( $\langle S_1 \rangle = 0,16$  у.е., против  $\langle S_2 \rangle = 2,37$  у.е. для ТМГ). Вмешательство сознания сопровождается количественным изменением квазиаттракторов  $S$ , но при этом энтропия  $E$  (которую сейчас довольно часто используют в биомеханике и физиологии) демонстрирует поразительно неизменную (статистически) динамику.

Таблица 2

**Значения площадей  $S$  КА и энтропии  $E$  испытуемого ГДВ**

|    | $S_1 * 10^{-5}$<br>для ТМГ | $S_2 * 10^{-5}$<br>для ТПГ | $E_1$ для<br>ТМГ | $E_2$ для<br>ТПГ |
|----|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| 1  | 0,10                       | 2,16                       | 3,1219           | 3,3219           |
| 2  | 0,22                       | 1,97                       | 2,7219           | 3,3219           |
| 3  | 0,19                       | 3,23                       | 2,8464           | 2,4464           |
| 4  | 0,23                       | 2,54                       | 2,7219           | 3,1219           |
| 5  | 0,11                       | 2,12                       | 2,9219           | 3,1219           |
| 6  | 0,18                       | 2,39                       | 3,1219           | 2,7219           |
| 7  | 0,16                       | 2,82                       | 3,1219           | 3,1219           |
| 8  | 0,11                       | 3,28                       | 2,8464           | 3,1219           |
| 9  | 0,14                       | 2,12                       | 3,3219           | 2,9219           |
| 10 | 0,27                       | 3,79                       | 3,3219           | 2,9219           |

|            |  |  |        |        |
|------------|--|--|--------|--------|
| 11         | 0,14   | 2,25   | 3,3219 | 2,9219 |
| 12         | 0,20   | 1,53   | 3,1219 | 2,9219 |
| 13         | 0,19   | 1,68   | 2,9219 | 3,1219 |
| 14         | 0,12   | 1,80   | 3,3219 | 3,1219 |
| 15         | 0,06   | 1,84   | 3,1219 | 3,1219 |
| < $S$<br>> | 0,16   | 2,37   | 3,0585 | 3,0235 |
|            | Непараметрический критерий Вилкоксона $p=0,00$ | Непараметрический критерий Вилкоксона $p=0,60$ |        |        |

Эта динамика совершенно отлична и от динамики  $S$  для КА (см. табл. 2.), и от динамики  $f(x)$  (см. табл. 1).

### Заключение

Статистическая устойчивость биомеханических параметров и психофизиологического статуса испытуемого в спокойном состоянии оценивается числом пар  $k$  совпадений выборок (их статистических функций распределения  $f(x)$ ). При многократных повторениях измерений ТПГ (15 серий по 15 выборок в каждой серии), величина  $k$  существенно не изменяется вместе с площадью квазиаттракторов  $S$  и значениями энтропии  $E$  для ТПГ, если испытуемый находится в покое (психический гомеостаз).

Энтропия  $E$  при уходе из стационарного режима (покоя) в неустойчивое состояние не

изменяется и это ограничивает возможности применения термодинамики неравновесных систем И.Р. Пригожина в описании неравновесных биосистем. Изменение психофизиологического статуса человека приводит к изменению площади квазиаттракторов в виде  $S$ , это даёт экспериментаторам новый метод оценки изменений субъективных ощущений, которые подтверждаются количественными изменениями параметров тремора и теппинга [7-16].

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол\_а 18-37-00113*

### Литература

1. Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Щипицин К.П., Королев Ю.Ю. Эффект Еськова-Зинченко в организации произвольных движений человека в режиме повторения // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 29-35.
2. Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потетюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 26-30.
3. Денисова Л.А., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Горбунов Д.В. Особенности регуляции двигательных функций у женщин // клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 11-16.
4. Денисова Л.А., Прохоров С.А., Шакирова Л.С., Филатова Д.Ю. Хаос параметров сердечно-сосудистой системы школьников в условиях широтных перемещений // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 133-142.

5. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity: монография. Тула: изд-во ТулГУ, 2016. – 372 с.

6. Еськов В.В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 27. – № 3. – С. 53-58.

7. Еськов В.В. Возможности термодинамического подхода в электромиографии // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 28. – № 4. – С. 109-115.

8. Еськов В.В. Термодинамика неравновесных систем I.R. Prigogine и энтропийный подход в физике живых систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 7-15.

9. Еськов В.В., Филатова О.Е., Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В. Хаотическая динамика параметров нервно-мышечной системы и проблема эволюции complexity // Биофизика. – 2017. – Т. 62. – № 6. – С. 1167-1173.

10. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Ключ Л.Г., Миллер А.В. Гомеостатичность нейросетей мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 102-113.

11. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Еськов В.М., Григорьева С.В. Особенности регуляции сердечно-сосудистой системы организма человека нейросетями мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 188-189.

12. Еськов В.В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и биофизики в целом // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 166-176.

13. Еськов В. В., Еськов В. М., Вохмина Ю. В. Гипотеза Н. А. Бернштейна и статистическая неустойчивость выборок параметров треморограмм // Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 29. – № 1. – С. 33-38.

14. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Еськов В.В. Эффект Еськова-Зинченко опровергает представления I.R. Prigogine, J.A.

Wheeler и M. Gell-mann о детерминированном хаосе биосистем – complexity // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 34-43.

15. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 182-188.

16. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем: монография / Под ред. А.А. Хадарцева, Г. С. Розенберга. Тула: изд-во ООО «ТППО», 2017. – 596 с.

17. Еськов В.М., Филатова О.Е., Иляшенко Л.К. Биофизика живых систем в зеркале теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 4. – С. 20-26.

18. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Естествознание: от стохастики к хаосу и самоорганизации // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 25. – № 1. – С. 121-127.

19. Еськов В.М., Вохмина Ю.В., Горбунов С.В., Шейдер А.Д. Кинематика гомеостатических систем // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 26. – № 2. – С. 87-93.

20. Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Еськов В.В., Стрельцова Т.В. Объективная оценка сознательного и бессознательного в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 31-38.

21. Мирошниченко И.В., Эльман К.А., Срыбник М.А., Глазова О.А. Динамика параметров квазиаттракторов детско-юношеского населения Югры в аспекте возрастных изменений // клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 17-21

22. Мирошниченко И.В., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Ураева Я.Н. Эффект Еськова-Зинченко в регуляции сердечно-сосудистой системы – переход к персонифицированной медицины // Вестник

новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 200-208.

23. Мирошниченко И.В., Прохоров С.В., Эльман К.А., Срыбник М.А. Сравнительный анализ хаотической динамики показателей сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 154-160.

24. Прохоров С.В., Якунин Е.В., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В. Неопределенность параметров кардиоинтервалов испытуемого в условиях физической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 176-188.

25. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Алиев Н.Ш., Воробьева Л.А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 143-153.

26. Филатова О.Е., Баженова А.Е., Иляшенко Л.К., Григорьева С.В. Оценка параметров треморограмм с позиции эффекта Еськова-Зинченко // Биофизика. – 2018. – Т. 63. – № 2. – С. 358-364.

27. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.

28. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp. 809-820.

29. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp. 809-820.

30. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.

31. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. – 2018. – Vol. 52. – No. 3. – Pp. 210-214.

32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect Biophysics // Biophysics. – 2018. – Vol. 63. – No. 2. – Pp. 125-130.

33. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 164. – No. 2. – Pp. 115-117.

34. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.

35. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165. – No. 4. – Pp. 415-418.

## Reference

1. Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Shchipicin K.P., Korolev Yu.Yu. Ehffekt Es'kova-Zinchenko v organizacii neproizvol'nyh dvizhenij cheloveka v rezhime povtoreniya [Eskov-Zinchenko effect: human involuntary movements organization during repetitions] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 29-35.

2. Beloshchenko D.V., Yakunin V.E., Potetyurina E.S., Korolev Yu.Yu. Ocenka parametrov ehlektromiogramm u zhenshchin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtoreniya [Assesment of electromyograms parameters in women with different static

physical loads during repetitions] // *Klinicheskaya medicina i farmakologiya* [Clinical medicine and pharmacology]. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 26-30.

3. Denisova L.A., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Gorbunov D.V. Osobennosti regulyatsii dvigatel'nyh funktsij u zhenshchin [Features of the regulation of motor functions in women] // *Klinicheskaya medicina i farmakologiya* [Clinical medicine and pharmacology]. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 11-16.

4. Denisova L.A., Prokhorov S.A., Shakirova L.S., Filatova D.Yu. Khaos parametrov serdechno-sosudistoy sistemy shkol'nikov v usloviyakh shirotnykh peremeshcheniy [Percutaneous biliary interventions in patients with obstructive jaundice performed on an outpatient basis] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 133-142.

5. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i ehvolyucii complexity: monografiya. Tula: izd-vo TulGU, 2016. – 372 s.

6. Es'kov V.V. Evolyuciya sistem tret'ego tipa v fazovom prostranstve sostoyanij [Evolution of the third type systems in phase space state] // *Vestnik kibernetiki* [Herald of cybernetics]. – 2017. – № 3. – С. 53-58.

7. Es'kov V.V. Vozmozhnosti termodinamicheskogo podhoda v ehlektromiografii [Possibilities of thermodynamic approach in electromyography] // *Vestnik kibernetiki* [Herald of cybernetics]. – 2017. – Т. 28. – № 4. – С. 109-115.

8. Es'kov V.V. Termodinamika neravnovesnyh sistem I.R. Prigogine i ehntropijnyj podhod v fizike zhivyh sistem [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine and entropy approach in the physics of living systems] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij* [Journal of new medical technologies]. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 7-15.

9. Es'kov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V. Haoticheskaya dinamika

parametrov nervno-myshechnoj sistemy i problema ehvolyucii complexity [Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity] // *Biofizika* [Biophysics]. – 2017. – Т. 62. – № 6. – С. 1167-1173.

10. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Klyus L.G., Miller A.V. Gomeostatichnost' nejrosetej mozga [Homeostasis of brain neural network] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 102-113.

11. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Es'kov V.M., Grigor'eva S.V. Osobennosti regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy organizma cheloveka neyrosetyami mozga [Peculiarities of regulation of the cardiovascular system of the human organism by neural networks of the brain] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 188-199.

12. Es'kov V.V. Problema statisticheskoy neustojchivosti v biomekhanike i biofizike v celom [The problem of statistical instability in biomechanics and biophysics in general] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 166-176.

13. Es'kov V. V., Es'kov V. M., Vohmina YU. V. Gipoteza N. A. Bernshtejna i statisticheskaya neustojchivost' vyborok parametrov tremorogramm [N.A. Bernstein hypothesis and statistical samplings instability of tremorogram's parameters] // *Vestnik kibernetiki* [Herald of cybernetics]. – 2018. – Т. 29. – № 1. – С. 33-38.

14. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Es'kov V.V. Ehffekt Es'kova-Zinchenko oprovergnet predstavleniya I.R. Prigogine, J.A. Wheeler i M. Gell-mann o determinirovannom haose biosistem – complexity [Eskov-Zinchenko effect refutes the views of I.R. Prigogine, J.A. Wheeler and M. Gell-Mann about deterministic chaos of biological systems - complexity] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij* [Journal of new medical technologies]. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 34-43.

15. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatova O.E., Veraksa A.N. Biofizicheskie problemy v organizacii dvizhenij s pozicij teorii haos-samoorganizacii [Biophysical problems of movements organization according to theory of chaos-self-organization] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2016. – Т. 23. – № 2. – S. 182-188.

16. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeosticheskih sistem: monografiya / Pod red. A.A. Hadarceva, G. S. Rozenberga. Tula: izd-vo OOO «TPPO», 2017. – 596 s.

17. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Filatova O.E., L.K. Ilyashenko L.K. Biofizika zhivykh sistem v zerkale teorii khaosa-samoorganizatsii [Biophysics of living systems in mirror of chaos and self-organization theory] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2017. – Т. 24. – № 4. – S. 20-26.

18. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatova O.E. Estestvoznanie: ot stohastiki k haosu i samoorganizacii [Naturalscience: from stochastics to chaos and self-organization] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – Т. 25. – № 1. – S. 121-127.

19. Es'kov V.M., Vohmina Yu.V., Gorbunov S.V., Shejder A.D. Kinematika gomeosticheskih sistem [Homeostatic system kinematics] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – Т. 26. – № 2. – S. 87-93.

20. Zinchenko Yu.P., Filatova O.E., Es'kov V.V., Strel'cova T.V. Ob"ektivnaya ocenka soznatel'nogo i bessoznatel'nogo v organizacii dvizhenij [Objective evaluation of conscious and unconscious parts of movement organization] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2016. – Т. 23. – № 3. – S. 31-38.

21. Miroshnichenko I.V., El'man K.A., Srybnik M.A., Glazova O.A. Dinamika parametrov kvaziattraktorov detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry v aspekte vozrastnyh izmenenij [Dynamics of the senators children and youth of Ugra population in the aspect of the worst changes] // Klinicheskaya

medicina i farmakologiya [Clinical medicine and pharmacology]. – 2017. – Т. 3. – № 4. – S. 17-21.

22. Miroshnichenko I.V., Bashkatova Yu.V., Filatova D.Yu., Uraeva Ya.I. Ehffekt Es'kova-Filatovoj v regulyacii serdechno-sosudistoj sistemy – perekhod k personificirovannoj medicine [The effect of Eskov-Filatova in regulation of the cardiovascular system as a transition to individualized medicine] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 2. – S. 200-208.

23. Miroshnichenko I.V., Prohorov S.V., Ehl'man K.A., Srybnik M.A. Sravnitel'nyj analiz haoticheskoy dinamiki pokazatelej serdechno-sosudistoj sistemy prishlogo detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [Comparative analysis of the chaotic dynamics of the CVS alien youth of Ugra population] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 1. – S. 154-160.

24. Prohorov S.V., Yakunin V.E., Beloshchenko D.V., Bashkatova YU.V. Neopredelennost' parametrov kardiointervalov ispytuemogo v usloviyah fizicheskoy nagruzki [Uncertainty of cardiointervals parameters of the test subject under conditions of physical load] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 2. – S. 176-187.

25. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.Sh., Vorob'eva L.A. Haos parametrov gomeostaza funkcional'nyh sistem organizma cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of functional systems of the human body] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 1. – S. 143-153. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15990

26. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Gpigop'eva C.V. Ocenka parametrov tremorogramm s pozicii ehffekta Es'kova-Zinchenko [Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov-Zinchenko Effect Biophysics] //

Biofizika [Biophysics]. – 2018. – Т. 63. – № 2. – S. 358-364.

27. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.

28. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp. 809-820.

29. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp. 809-820.

30. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.

31. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. – 2018. – Vol. 52. – No. 3. – Pp. 210-214.

32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect Biophysics // Biophysics. – 2018. – Vol. 63. – No. 2. – Pp. 125-130.

33. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 164. – No. 2. – Pp. 115-117.

34. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.

35. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental

analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165. – No. 4. – Pp. 415-418.