

10.12737/article_5c21ff6be60e81.49303017

ХАОТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

В.Е. ЯКУНИН¹, Ю.В. БАШКАТОВА², О.А. МОРОЗ², М.Г. КУРОПАТКИНА²

¹ФБГОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», ул. Белорусская, 14, Тольятти, Россия, 445020

²БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400, e-mail: yuliya-bashkatova@yandex.ru

Аннотация. Последние 20-25 лет идет активное изучение эффекта Еськова-Зинченко не только в области биомеханики, но и в системах регуляции сердечно-сосудистой системы. Именно этой системе регуляции ритма сердца (как для одного человека, так и для группы) и посвящается настоящее исследование. Доказывается, что хаос выборок параметров кардиоинтервалов отдельного испытуемого может быть более выражен, чем хаос группы разных испытуемых. Более того, хаос в системах регуляции (в нейросетях мозга человека) будет менее выражен, чем хаос на периферии. В нейросетях доля стохастики достигает $k_3 < 40\%$, а на периферии $k_2 < 20\%$. В этой связи высказывается гипотеза о градуальном нарастании хаоса в системах регуляции жизненно важных функций организма человека при переходе от центра к периферии. На периферии доля стохастики в 2 раза меньше, чем в нейросетях мозга человека (оценка по параметрам электроэнцефалограмм и электромиограмм).

Ключевые слова: кардиоинтервалы, хаос, стохастика, нейросети мозга.

CHAOTIC REGULATION PARAMETERS CARDIOVASCULAR SYSTEMS OF HUMAN

V.E. YAKUNIN¹, YU.V. BASHKATOVA², O.A. MOROZ², M.G. KUROPATKINA²

¹Togliatti State University, Belorusskaya Str., 14, Togliatti, Russia, 445020

²Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. For the last 20-25 years, the Eskov-Zinchenko effect has been actively studied not only in the field of biomechanics, but also in the systems of regulation of the cardiovascular system. It is this system of regulation of the heart rhythm (both for one person and for the group) that this study is dedicated to. It is proved that the chaos of sampling parameters of the cardiointervals of an individual test subject may be more pronounced than the chaos of a group of different test subjects. Moreover, chaos in the regulation systems (in human neural networks) will be less pronounced than chaos on the periphery. In neural networks, the share of stochastics reaches $k_3 < 40\%$, and at the periphery $k_2 < 20\%$. In this regard, the hypothesis is expressed about the gradual increase of chaos in the systems of regulation of vital functions of the human body during the transition from the center to the periphery. At the periphery, the share of stochastics is 2 times less than in human neural networks (estimated by parameters of electroencephalogram and electromyogram).

Key words: cardiointervals, chaos, stochastics, brain neural networks.

Введение. В настоящее время считается доказанным эффект Еськова-Зинченко (ЭЗ) в биомеханике и физиологии нервно-мышечной системы (НМС) человека. При этом ЭЗ сейчас мы распространяем и на параметры сердечно-сосудистой системы (ССС). Это относится как к выборкам x_i – параметров ССС отдельного человека (в режиме $n=15$ -ти кратных повторений, в неизменном гомеостазе), так и для групп разных испытуемых (тоже находящихся в неизменном гомеостазе) [1-4].

Из ЭЗ для ССС возникает глобальная проблема статистической неоднородности выборок как отдельного испытуемого, так и группы испытуемых. Подчеркнем, что это сейчас – главная проблема физиологии НМС и ССС, а также психофизиологии и медицины в целом. Если выборки произвольно статистически неповторимы, если в матрицах парных сравнений выборок (например, кардиоинтервалов – КИ) наблюдается не более 15-18 пар (это число $k=18$ представляет число k пар выборок КИ, которые (две сравниваемые

пары) можно отнести к одной генеральной совокупности), которые статистически совпадающие, то остальные пары выборок уникальны.

Более того, мы доказали, что при многократных повторениях регистрации выборок КИ, например, элементы таких матриц (см. характерную таблицу ниже – например, матрицы парных сравнений выборок КИ для группы) в виде критериев Вилкоксона $a_{jk} \geq 0,05$ (в этом случае две такие выборки КИ можно отнести к одной генеральной совокупности) будет очень немного (обычно для КИ $k \leq 18$). Более того, при повторении испытаний у тех же людей (в неизменном гомеостазе) мы наблюдаем другие $a_{ln} \geq 0,05$ ($l, n \neq j, k$). Это означает, что каждая такая матрица (вида табл. 1) при повторении испытаний генерирует другие числа k и другие элементы $a_{ln} \geq 0,05$, которые, обычно, отличны от $a_{jk} \geq 0,05$. Мы имеем непрерывный и хаотический калейдоскоп якобы статистически совпадающих элементов $a_{jk} \geq 0,05$ в каждой такой матрице [2-7].

Одновременно регистрируется и эффект Еськова-Филатовой (ЭЕФ). В ЭЕФ мы имеем k_2 для матриц парных сравнений выборок КИ у группы (разных!) испытуемых с большими значениями чем k_1 для одного человека в режиме n повторений регистрации КИ. Иными словами, отдельный испытуемый показывает меньшую статистическую устойчивость (меньшие значения k_1), чем целая группа из разных испытуемых.

Это парадокс физиологии ССС, и он пока не объясним с позиций традиционной детерминистско-стохастической науки (ДСН). Возникает фундаментальная проблема регуляции функций организма (у нас это ССС): где источник такого хаоса в ССС (см. пример в виде табл. 1)? Где первичный хаос ССС (на примере хаоса КИ)? Ответы на эти вопросы кроются в базовых принципах работы головного мозга (мы установили, что главное: хаос и реверберации в работе НСМ) [5-12].

Объект и методы исследований. Наблюдения проводились над 15-ю девушками (аспирантами и сотрудниками Сургутского государственного

университета – СурГУ). Средний возраст группы обследуемых 28 лет. С помощью аппарата Элокс 01 регистрировалось 15 параметров ССС, из которых детально исследованию подвергались выборки КИ. Остальные параметры (в частности, обобщенный показатель активности симпатической вегетативной нервной системы (ВНС) – *SIM* и аналогично для показателя парасимпатической ВНС (*PAR*)) демонстрировали сходные (хаотические) результаты и их мы сейчас не представляем.

Вся группа (из 15-ти человек) подвергалась повторному (пятнадцатикратному, $n=15$) обследованию всех параметров ССС. Для каждого разового обследования мы получали 15 выборок КИ (по одной на каждого) и для этих 15 выборок КИ строилась матрица парного сравнения выборок. Всего, таким образом, было построено 15 разных матриц парных сравнений выборок КИ. В каждой такой матрице находилось число k – количество пар выборок, которые имели одну (общую) генеральную совокупность. В итоге было получено всего 15 значений k , которые и представляли хаос выборок КИ в каждой серии измерений ($n=15$).

Главная задача наших исследований заключалась в сравнении элементов всех матриц, для которых критерий Вилкоксона $p \geq 0,05$. Эти значения критерия Вилкоксона обеспечивают статистическое совпадение этих двух сравниваемых выборок КИ. Напомним, что при $p \geq 0,05$ такую сравниваемую пару выборок КИ можно отнести к одной, генеральной совокупности (это статистически совпадающие выборки).

Результаты исследований. Сразу отметим, что каждый испытуемый в режиме 15-ти повторений не мог показывать число k более 20-ти. Это означает, что доля стохастики в получаемых выборках не более 80-85%. При этом мы не можем произвольно повторить элементы матрицы a_{jk} для одного испытуемого, у которых $a_{jk} = p_{jk} \geq 0,05$. У каждого испытуемого будут свои (особые) $a_{jk} \geq 0,05$. Это представлено в табл. 1, где $k_1=9$, т.е. это весьма небольшое значение. Тем самым мы доказываем отсутствие

статистической однородности выборок КИ у одного (любого) испытуемого.

Таблица 1

Непараметрические критерии Вилкоксона p (Wilcoxon Signed Ranks Test) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров КИ испытуемого (число повторов $N=15$), число совпадений $k_1=9$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|-------------|-------------|------|------|------|-------------|-------------|------|------|------|-------------|-------------|------|------|------|
| 1 | | 0,73 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,08 | 0,00 |
| 2 | 0,73 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,04 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 0,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,70 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | 0,08 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,91 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 |
| 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| 13 | 0,01 | 0,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 |
| 14 | 0,08 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 |
| 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | |

Несколько схожая картина возникает и для группы испытуемых. В табл. 2 мы представляем похожую (на табл. 1) табл. 2, где число пар выборок k_2 тоже невелико, но оно несколько больше чем в табл. 1 (для одного испытуемого). Такое различие наблюдается устойчиво, и оно сейчас обозначается как эффект Еськова-Филатовой (ЭФ) [1-3,18-25].

Таблица 2

Непараметрический критерий Краскела-Уоллиса (p) для попарных сравнений выборок параметров КИ группы девушек из 15-ти человек ($k_2=18$)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------------|------|-------------|------|
| 1 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| 2 | 0,00 | | 1,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 1,00 | | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,07 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | | 0,55 | 0,00 | 0,00 |
| 13 | 0,00 | 0,36 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,55 | | 0,00 | 0,00 |
| 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 |
| 15 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | |

В этом ЭФ получается, что выборка разных испытуемых (у нас это КИ) демонстрирует большую статистическую однородность, чем выборки КИ от одного испытуемого в неизменном гомеостазе, при повторах регистрации КИ в неизменном гомеостазе ($k_2 > k_1$). В этой связи возникает базовая проблема всей физиологии и медицины: как объяснить выраженную

неоднородность выборок КИ, как объяснить ЭЗ и ЭФ для ССС?

Известно, что регуляция периодичности работы ССС обусловлена работой сосудодвигательного центра на уровне продолговатого мозга (нейросети ядра одиночного пучка – NTS и скопление нейронов, расположенные ниже NTS). Очевидно, что общее состояние возбудимости ядер NTS (и всего

продолговатого мозга) влияет на активность *нейросетей* всего мозга (НСМ). Состояния возбуждения НСМ, в свою очередь, влияет и на активность NTS (это доказанный факт в нейрофизиологии). Поскольку сейчас мы говорим об активности НСМ и NTS в аспекте их взаимовлияния, то уместно было бы рассмотреть саму активность НСМ.

Иными словами, мы сейчас ставим вопрос о возможности хаоса в электроэнцефалограммах (ЭЭГ) и о влиянии такого хаоса НСМ на периодическую активность ССС. Мы выдвигаем гипотезу о том, что возникающий хаос НСМ (в виде хаоса ЭЭГ) должен обеспечивать и хаотическую динамику в работе NTS, нейросетей продолговатого мозга, обеспечивающих хаос параметров ССС (в нашем случае речь

идет о хаосе выборок КИ в табл. 1 и табл. 2).

В табл. 3 мы представляем типичную матрицу парных сравнений выборок ЭЭГ, полученных от одного испытуемого (в неизменном гомеостазе). Очевидно, что число пар k_3 выборок ЭЭГ здесь существенно выше, чем в табл. 1 и табл. 2. Однако, в любом случае $k_3 < 50\%$ от всех 105-ти пар сравнения во всех этих трех матрицах парных сравнений выборок. Мы всегда имеем максимальную долю стохастичности во всех измерениях менее 50%, но в медицине обычно требуется что бы для статистического совпадения наблюдали $p \geq 0,95$. Иными словами из 100 пар сравнения 95 и более должны показывать $a_{jk} \geq 0,05$. Этого нет ни в табл. 1,2, ни в табл. 3 для ЭЭГ, везде хаос превалирует над стохастичностью.

Таблица 3

Непараметрические критерии Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) p для попарных сравнений 15-ти выборок параметров ЭЭГ испытуемого (число повторов $N=15$), число совпадений $k_3=37$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|------|
| 1 | | 0,79 | 0,32 | 0,00 | 0,12 | 0,03 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,79 | | 0,28 | 0,00 | 0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | 0,11 | 0,00 | 0,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 0,32 | 0,28 | | 0,00 | 0,61 | 0,17 | 0,00 | 0,80 | 0,39 | 0,41 | 0,00 | 0,83 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,00 |
| 5 | 0,12 | 0,04 | 0,61 | 0,00 | | 0,89 | 0,00 | 0,77 | 0,59 | 0,45 | 0,00 | 0,09 | 0,18 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 0,03 | 0,02 | 0,17 | 0,00 | 0,89 | | 0,02 | 0,63 | 0,95 | 0,81 | 0,00 | 0,34 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | | 0,01 | 0,06 | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,64 | 0,55 | 0,00 |
| 8 | 0,12 | 0,04 | 0,80 | 0,00 | 0,77 | 0,63 | 0,01 | | 0,66 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 0,00 | 0,01 | 0,39 | 0,00 | 0,59 | 0,95 | 0,06 | 0,66 | | 0,72 | 0,04 | 0,11 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 0,01 | 0,11 | 0,41 | 0,00 | 0,45 | 0,81 | 0,00 | 0,67 | 0,72 | | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| 12 | 0,94 | 0,58 | 0,83 | 0,00 | 0,09 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,06 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 13 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,18 | 0,12 | 0,64 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | | 0,04 | 0,00 |
| 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | | 0,00 |
| 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

Во всех наших реальных измерениях хаос КИ и ЭЭГ превалирует над стохастичностью, всегда $k < 50\%$, т.е. доля стохастичности меньше 0,95. Учитывая определенную градацию хаоса ($k_3=37$, $k_2=18$), мы можем сейчас говорить о первичности хаоса в НСМ и его (хаоса) дальнейшего распространения на нижележащие структуры (хаос ЭЭГ усиливается в ССС). Мы сейчас выдвигаем гипотезу о градуальном нарастании хаоса при переходе от центра (НСМ) к периферии.

Выводы

1. Неоднородность выборок КИ регистрируется уже на уровне одного испытуемого. При этом нет повторений элементов a_{jk} матриц, для которых $a_{jk} \geq 0,05$ (в каждой матрице для одного испытуемого свой набор таких a_{jk}).

2. Группы разных испытуемых тоже демонстрируют статистическую неустойчивость. Причем она может быть менее выражена (статистически), чем это

наблюдается для любого (каждого) индивидуума.

3. Выдвигается гипотеза о первичности хаоса на уровне мозга человека, его НСМ. Этот хаос ЭЭГ (для НСМ) имеет большую долю стохастичности ($k_3 < 40\%$), чем хаос параметров ССС (где $k_l = 9$). Наблюдается градуальное нарастание хаоса от центра (НСМ) к периферии.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол_а 18-37-00113

Литература

1. Ведясова О.А., Ерега И.Ф., Ерега И.Р., Тен Р.Б. Матрицы парных сравнений выборок в оценке хаотической динамики параметров кардиоритма женского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 3. – С. 237-243.
2. Гараева Г.Р., Еськов В.М., Еськов В.В., Гудков А.Б., Филатова О.Е., Химикова О.И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трех возрастных групп представителей коренного населения Югры // Экология человека. – 2015. – № 9. – С. 50-55.
3. 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.
4. Еськов В.В., Еськов В.М., Карпин В.А., Филатов М.А. Синергетика как третья парадигма, или понятие парадигмы в философии и науке // Философия науки. – 2011. – Т. 51. – № 4. – С. 126-128.
5. Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – № 2. – С. 42-56.
6. Еськов В.В., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Живаева Н.В. Влияние локального холодого воздействия на параметры электромиограмм у женщин // Экология человека. – 2018. – № 9. – С. 42-47.
7. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Клюс Л.Г., Миллер А.В. Гомеостатичность нейросетей мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 102-113.
8. Еськов В.В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и в биофизике в целом // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 166-175.
9. 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. – № 2. – С. 188-199.
10. Еськов В.М. Компаратментно-кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС) / В. М. Еськова; Рос. акад. наук, Науч. совет по проблемам биол. физики. Самара: изд-во НТЦ, 2003. – 20 с.
11. Еськов В.М., Зилов В.Г., Хадарцев А.А. Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2006. – Т. 5. – № 3. – С. 617-622.
12. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. 17. – № 4. – С. 192-194.
13. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний // Измерительная техника. – 2010. – № 12. – С. 53-57.
14. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Гудков А.В., Гудкова С.А., Сологуб Л.А. Философско-биофизическая интерпретация жизни в рамках третьей парадигмы // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19. – № 1. – С. 38-41.
15. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатов М.А. и др. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Том XI Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаоса-

самоорганизации в биофизике сложных систем: монография. Самара: изд-во ООО "Офорт", 2014. – 192 с.

16. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. – 2015. – Т. 20. – № 4. – С. 66-73.

17. Еськов В.М., Филатова О.Е., Проворова О.В., Химикова О.И. Нейроэмуляторы при идентификации параметров порядка в экологии человека // Экология человека. – 2015. – № 5. – С. 57-64.

18. Еськов В.М., Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В. Эволюция понятия гомеостаза: детерминизм, стохастика, хаос-самоорганизация // Биофизика. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 984-997.

19. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Теорема Гленсдорфа - Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодовом стрессе // Экология человека. – 2017. – № 5. – С. 27-32.

20. Еськов В.М., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Иляшенко Л.К. Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях гипотермии // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

21. Мирошниченко И.В., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Ураева Я.И. Эффект Еськова-Филатовой в регуляции сердечно-сосудистой системы – переход к персонализированной медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 200-208.

22. Прохоров С.В., Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В. Неопределенность параметров кардиоинтервалов испытуемого в условиях физической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 176-187.

23. 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.

24. Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Анализ параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у школьников в условиях широтных перемещений // Экология человека. – 2018. – № 4. – С. 30-35.

25. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – № 1. – С. 1-2.

26. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems-complexity // Technical Physics. The Russian Journal of Applied Physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.

27. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. – Vol. 25. – No. 6. – Pp. 348-353.

28. Eskov V.M., Filatova O.E. A compartmental approach in modeling a neuronal network. role of inhibitory and excitatory processes // Biophysics. – 1999. – Vol. 44. – No. 3. – Pp. 518-525.

29. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Pyashenko 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.

30. Pyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // Russian Journal of Biomechanics. – 2018. – Vol. 22. – No. 1. – Pp. 62-71.

31. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Pyashenko 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. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Medical and biological measurements: measuring order parameters based on neural network

technologies // Measurement Techniques. – 2015. – Vol. 58. – No. 4. – Pp. 65-68.

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., 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.

References

1. Vedyasova O.A., Yerega I.F., Yerega I.R., Ten R.B. Matritsy parnykh sravnitel'nykh vyborok v otsenke haoticheskoy dinamiki parametrov kardioritma zhenskogo naseleniya Yugry [Pair wise comparison matrices of samples in assessment of chaotic dynamics of heart rate of Ugra male population] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 3. – S. 237-243.

2. Garayeva G.R., Yes'kov V.M., Yes'kov V.V., Gudkov A.B., Filatova O.Ye., Himikova O.I. Haoticheskaya dinamika kardiointervalov trehletnih grupp predstaviteley korennoogo naseleniya Yugry [Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2015. – № 9. – S. 50-55.

3. Denisova L.A., Prokhorov S.A., Shakirova L.S., Filatova D.Yu. Haos 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. – T. 25. – № 1. – S. 133-142.

4. Yes'kov V.V., Yes'kov V.M., Karpin V.A., Filatov M.A. Sinergetika kak ponyatiye paradigmy, ili ponyatiye paradigmy v filosofii i nauke [Synergetics as the third paradigm?] //

Filosofiya nauki [Philosophy of science]. – 2011. – T. 51. – № 4. – S. 126-128.

5. Yes'kov V.V., Vokhmina Yu.V., Gavrilenko T.V., Zimin M.I. Modeli khaosa v fizike i teorii haosa-samoorganizatsii [The chaos modeling in physics and theory chaos self-organization] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2013. – № 2. – S. 42-56.

6. Yes'kov V.V., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.Ye., Zhivayeva N.V. Vliyaniye lokal'nogo holodovogo vozdeystviya na parametry elektromiogrammy u zhenshchin [The influence of local cold effects on electromyogram parameters in women] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 9. – S. 42-47.

7. Yes'kov V.V., Pyatin V.F., Klyus L.G., Miller A.V. Gomeostatichnost' neyrosetey mozga [Homeostasis of brain neural network] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 1. – S. 102-113.

8. Yes'kov V.V. Problema statisticheskoy neustoychivosti v biomehanike i v biofizike v tselom [The problem of statistical instability in biomechanics and biophysics in general] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 2. – S. 166-175.

9. Yes'kov V.V., Pyatin V.F., Yes'kov V.M., Grigor'yeva 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 tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 2. – S. 188-199.

10. Yes'kov V.M. Kompartmentno-klasternyy podhod v issledovaniyah biologicheskikh dinamicheskikh sistem (BDS) / V.V. M. Yes'kova; Ros. akad. nauk, Nauch. sovet po problemam biol. fiziki. Samara: izd-vo NTTs, 2003. – 20 s.

11. Yes'kov V.M., Zilov V.G., Hadartsev A.A. Novyye podkhody v teoreticheskoy biologii i meditsine na baze teorii haosa i sinergetiki [New directions in clinical cybernetics from position of the theory of the chaos] // Sistemnyy analiz i upravleniye v

biomeditsinskikh sistemakh [System analysis and management in biomedical systems]. – 2006. – Т. 5. – № 3. – С. 617-622.

12. Yes'kov V.M., Yes'kov V.V., Filatova O.Ye., Hadartsev A.A. Fraktal'nyye zakonomernosti razvitiya cheloveka i chelovechestva na baze smeny paradigim [Synergetic paradigm at fractal description of man and human] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2010. – Т. 17. – № 4. – С. 192-194.

13. Yes'kov V.M., Yes'kov V.V., Filatova O.Ye. Osobennosti izmereniy i modelirovaniya biosistem v fazovykh prostranstvakh [Features of measurements and modeling of biosystems in phase spaces of conditions] // Izmeritel'naya tekhnika [Measurement Techniques]. – 2010. – № 12. – С. 53-57.

14. Yes'kov V.M., Hadartsev A.A., Gudkov A.V., Gudkova S.A., Sologub L.A. Filosofsko-biofizicheskaya interpretatsiya zhizni v ramkakh tret'yey paradigmy [Philosophical and biophysical interpretation of life within the framework of third paradigm] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2012. – Т. 19. – № 1. – С. 38-41.

15. Yes'kov V.M., Hadartsev A.A., Kozlova V.V., Filatov M.A. i dr. Sistemnyy analiz, upravleniye i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Tom XI Sistemnyy sintez parametrov funktsiy organizma zhiteley Yuzhnoy Afriki na baze neyrokomp'yutinga i teorii khaosa-samoorganizatsii v biofizike slozhnykh sistem: monografiya. Samara: izd-vo OOO "Ofort", 2014. – 192 s.

16. Yes'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Poskina T.Yu. Effekt N.A. Bernshteyna v otsenke parametrov tremora pri razlichnykh akusticheskikh vozdeystviyakh [The effect of N.A. Bernstein in the evaluation of tremor parameters for different acoustic effects] // Natsional'nyy psikhologicheskii zhurnal [National Psychological Journal]. – 2015. – Т. 20. – № 4. – С. 66-73.

17. Yes'kov V.M., Filatova O.Ye., Provorova O.V., Himikova O.I. Neyroemulyatory pri nalichii parametrov poryadka v ekologii cheloveka [Neural

emulators in identification of order parameters in human ecology] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2015. – № 5. – С. 57-64.

18. Yes'kov V.M., Filatova O.Ye., Yes'kov V.V., Gavrilenko T.V. Evolyutsiya ponyatiya gomeostaza: determinizm, stohastika, haos-samoorganizatsiya [The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos-Self-Organization] // Biofizika[Biophysics]. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 984-997.

19. Yes'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Teorema Glensdorfa - Prigozhina v opisani haoticheskoy dinamiki tremora pri holodovom stresse [Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2017. – № 5. – С. 27-32.

20. Yes'kov V.M., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Ilyashenko L.K. Parametry kardiointervalov ispytuyemykh v usloviyakh gipotermii [Cardiointervals parameters of human body in response to hypothermia] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

21. Miroshnichenko I.V., Bashkatova Yu.V., Filatova D.Yu., Urayeva Ya.I. Effekt Yes'kova-Filatovoy v regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy - perekhod k personifitsirovannoy meditsine [The effect of Eskov-Filatova in regulation of the cardiovascular system as a transition to individualized medicine] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 200-208.

22. Prohorov S.V., Yakunin V.Ye., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V. Neopredelennost' parametrov kardiointervalov ispytuyemogo v usloviyakh fizicheskoy nagruzki [Uncertainty of cardiointervals parameters of the test subject under conditions of physical load] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 176-187.

23. Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Aliyev N.Sh., Vorob'yeva L.A. Haos parametry gomeostaza funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of functional systems of the human body] //

Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 143-153.

24. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Analiz parametrov deyatelnosti serdechno-sosudistoy sistemy u shkol'nikov v usloviyakh shirotnykh peremeshcheniy [Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement] // Ekologiya cheloveka [Human ecology]. – 2018. – № 4. – С. 30-35.

25. Hadartsev A.A., Yes'kov V.M., Filatova O.Ye., Khadartseva K.A. Pyat' printsipov funktsionirovaniya slozhnykh sistem, sistem tret'yego tipa [The five principles of the functioning of complex systems, systems of the third type] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoye izdaniye [Journal of new medical technologies, eEdition]. – 2015. – № 1. – С. 1-2.

26. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems-complexity // Technical Physics. The Russian Journal of Applied Physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.

27. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. – Vol. 25. – No. 6. – Pp. 348-353.

28. Eskov V.M., Filatova O.E. A compartmental approach in modeling a neuronal network. role of inhibitory and excitatory processes // Biofizika. – 1999. – Vol. 44. – No. 3. – Pp. 518-525.

29. 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.

30. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // Russian Journal of Biomechanics. – 2018. – Vol. 22. – No. 1. – Pp. 62-71.

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. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Medical and biological measurements: measuring order parameters based on neural network technologies // Measurement Techniques. – 2015. – Vol. 58. – No. 4. – Pp. 65-68.

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., 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.