

III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2020-70-77

НОВЫЕ МОДЕЛИ СТАНДАРТОВ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

В.В. ЕСЬКОВ¹, В.Ф. ПЯТИН²,
Я.Н. НУВАЛЬЦЕВА³,

¹ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», Нахимовский пр., 36, г. Москва, Россия, 117218, firing.squad@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099

³БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Понятие нормы и отклонения от нормы весьма актуально для современной медицины, физиологии, психологии и других наук. В этой связи возникает проблема определения стандарта в работе любой функциональной системы и гомеостаза организма человека в целом. В работе доказывается, что стандарт в виде точки или параметрических характеристик некоторых выборок совершенно не уместен. Все эти величины непрерывно и хаотически изменяются даже у одного испытуемого, находящегося в одном, неизменном физиологическом состоянии. Предлагаются другие критерии в определении стандартов в медицине на базе понятия псевдоаттрактора (или квазиаттрактора) по параметрам функций организма. Оказалось, что параметры псевдоаттрактора удерживаются статистически в определенных значениях для данного человека или для целой группы исследуемых.

Ключевые слова: хаос, стандарт параметров организма человека, эффект Еськова-Зинченко.

NEW MODELS OF BIOLOGICAL AND MEDICAL STANDARD

V.V. ESKOV¹, V.F. PYATIN², S.I. FADYUSHINA³,
Ya.N. NUVALTSEVA³, Zh.A. ORAZBAEVA³

¹Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Nakhimovsky pr., 36, Moscow, Russia, 117218, e-mail: firing.squad@mail.ru

²Samara State Medical University, st. Chapayevskaya, 89, Samara, Russia, 443099

³Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. The understanding of norm and some deviation of the norm is very actual for modern medicine, physiology and the science of human body and mind so it was arising the new problem of standard determination. Now we prove that standard as point or some parameters of distribution function $f(x)$ is not usefulness because all such parameters demonstrate uninterrupted and chaotic changing for ever man (for standard experiment). We propose new parameters are stable for one man (it his organism is not change the state). The parameters are stable for one man or group of man.

Key words: chaos, standard of human body parameters, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. В связи с доказательством гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» и открытием эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ), который эту гипотезу подтверждает, для медицины, физиологии, психологии возникает новая глобальная проблема [5, 20]. Она связана с пониманием необходимости введения

нового понимания стандарта в медицине и биологии в целом [25-27].

Действительно, если подряд получаемые выборки одного и того же испытуемого не могут демонстрировать статистическую устойчивость, то тогда что следует брать за стандарт (норму) того или иного диагностического признака? ЭЭЗ

доказывает отсутствие сохранения математического среднего $\langle x \rangle$, дисперсии D_x , других статистических характеристик не только для одного и того же испытуемого (пациента в медицине), но и для группы одних и тех же обследуемых, находящихся в одном, неизменном гомеостазе (или физиологическом состоянии). Все непрерывно и хаотически изменяется. Что тогда может быть стандартом?

Ответы на эти сложные вопросы следует искать не в традиционной детерминистской и стохастической науке (ДСН), а в рамках новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [1-7, 15-21]. Именно ТХС учитывает статистическую неустойчивость выборок x_i , т.е. любых компонент вектора состояния организма человека $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, который демонстрирует хаотическое движение в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) [19-23]. В ТХС вводятся параметры псевдоаттрактора (ПА), внутри которого движется $x(t)$. Тогда что следует брать за стандарт (физиологическую норму) для любого $x_i(t)$?

1. Хаотическая динамика вектора состояния биосистемы.

Напомним, что в ТХС хаос вводится не только на параметры одного человека в режиме n повторений. Хаос определяется и для группы испытуемых. Действительно, для любого человека на планете Земля можно 15 раз подряд измерить за 5 минут кардиоинтервалы (КИ). Тогда в такой выборке (за 5 минут) мы получим около 300 значений КИ и для 15-ти таких выборок можно построить матрицу парных сравнений КИ [16-18, 22, 23].

В табл. 1 мы представляем характерную матрицу, которая представляет статистическую неустойчивость выборок КИ одного и того же испытуемого (в режиме 15-ти повторений). Очевидно, что число k_1 (для одного испытуемого) в этой табл. 1 это числа (k_1) пар КИ статистически совпадающих невелико ($k_1=7$). Это доказывает ЭЭЗ и тогда любая статистическая характеристика ($\langle x \rangle$, D_x , автокорреляция $A(t)$, спектральная плотность сигнала (СПС) и т.д.) будет иметь уникальный характер. Это означает, что она не может быть стандартом, т.к. от выборки к выборке все непрерывно и хаотически изменяется [13-20].

Таблица 1

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров кардиоинтервалов (КИ) испытуемой (в состоянии покоя, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p<0,05$, число совпадений $k_1=7$)

	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	0,12
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,38	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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	0,03	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,05	0,00	0,65		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,84		0,00	0,00	0,00	0,02	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	0,03	0,00	0,00	0,05
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	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00		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		0,00
15	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	

Оказалось, что и для группы испытуемых выборки КИ тоже непрерывно (и хаотически) изменяются. Поэтому

выбрать стандарт (норму физиологического состояния) в рамках ДСН невозможно в принципе [1-5, 8-14]. Любая статистическая

характеристика группы имеет уникальный характер. Все хаотически и непрерывно изменяется. Это доказывает табл. 2, где представлены критерии Ньюмана-Кейлса $p \geq 0,05$ для группы разных испытуемых. Очевидно, что и отдельный испытуемый (в режиме $n=15$ -ти повторений регистрации КИ) и группа разных испытуемых ($k_2=15$ в табл. 2) демонстрируют уникальные статистические характеристики выборок. Поэтому мы не можем выбирать стандарты (норму) на основе статистики, на основе всей ДСН [1-3, 25]. Нужны другие критерии и другое понимание стандарта. Это понимание сейчас формируется в рамках ТХС [19-24].

2. Новое понимание стандарта в ТХС.

Традиционно под стандартом понимается некоторая характеристика вектора $x(t)$, которая бы не изменялась для данного организма, в его неизменном (физиологическом) состоянии [25-27]. Однако, в современной медицине обычно под стандартом понимают некоторую точку x_0 в m -мерном ФПС. Как мы доказываем в ТХС это совершенно невозможно. Вектор $x(t)$ в ФПС совершает непрерывные и хаотические движения. В этой связи даже характеристики статистических функций распределения в ФПС для каждого компонента вектора $x(t)$ в виде $x_i(t)$ тоже не могут сохраняться [20].

Таблица 2

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров КИ группы испытуемых в спокойном состоянии с помощью непараметрического критерия Ньюмана-Кейлса (число совпадений $k_2=15$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
2	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
3	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
4	1,00	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
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
6	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00		0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00		0,19	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	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	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	1,00		0,00
15	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	

В табл. 1 и табл. 2 мы показали, что и для одного человека (табл. 1) и для группы (табл. 2) у нас нет статистической устойчивости выборок. Почти все пары $x_i(t)$ статистически не совпадают. Нет однородности выборок в табл. 1 и для группы (табл. 2), а это означает завершение дальнейшего применения статистики в медицине. Что тогда мы можем брать в качестве стандарта, в качестве физиологической нормы? Для ответа на этот вопрос мы используем ТХС [18-21].

Если рассчитывать площади псевдоаттракторов для КИ в координатах $x_1(t)$ – сами величины КИ, и $x_2(t)$ –

приращение $x_1(t)$, то мы получаем фазовые портреты в виде некоторых прямоугольников. Для примера мы представляем рисунок, на котором представлены фазовые портреты для КИ одного и того же испытуемого до физической нагрузки (релаксация) и после 30-ти приседаний. Очевидно, что площади S_1 для ПА до нагрузки и S_2 для ПА после приседаний различаются.

Если повторить 15 раз такие измерения у одного и того же испытуемого, то мы получим выборку из 15-ти значений S_1 до нагрузки и выборку из 15-ти S_2 после нагрузки. В табл. 3 мы представляем

характерную таблицу, в которой даны $S_1 = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2$ (произведения вариационных размахов для x_1 и x_2) до нагрузки (и их среднее значение $\langle S_1 \rangle$) и S_2 после нагрузки. Очевидно, что $\langle S_1 \rangle$ и $\langle S_2 \rangle$ существенно различаются. Возникает вопрос о возможности использования значений S_1 и S_2 для характеристики ССС испытуемого до и после нагрузки.

Можно ли использовать S_1 и S_2 (и их средние значения) как инварианты,

которые характеризуют физиологическое состояние испытуемого? Для ответа на этот вопрос мы произвели 15 серий измерений выборок КИ для каждого испытуемого (до нагрузки) и 15 серий измерений КИ после нагрузки. В каждой такой серии мы рассчитали по 15 площадей S_1 и 15 площадей S_2 . В итоге мы получили по 15 выборок площадей S_1 для ПА₁ до нагрузки и 15 выборок S_2 после приседаний.

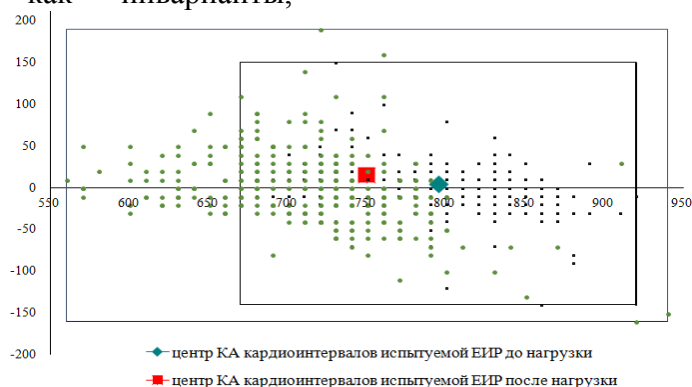


Рис. Фазовые портреты состояния параметров кардиоинтервалов испытуемой ЕИР до нагрузки ($S_1 = 73 \cdot 10^3$ у.е.) и после нагрузки ($S_2 = 133 \cdot 10^3$ у.е.)

Таблица 3

Средние значения площадей S псевдоаттракторов для кардиоинтервалов (КИ) испытуемой до и после физической нагрузки

	$S_1 \cdot 10^3, \text{ у.е.}$	$S_2 \cdot 10^3, \text{ у.е.}$
№ опыта	До нагрузки	После нагрузки
1	131	112
2	13	147
3	48	198
4	130	189
5	55	174
6	73	133
7	59	128
8	59	99
9	92	167
10	70	128
11	32	84
12	127	131
13	237	87
14	87	92
15	96	626
$\langle S_i \rangle$	87	166
$\sigma, \pm$	0,05	0,13
P	0,012	

Для этих 15-ти серий мы составили матрицу парных сравнений выборок

параметров S_1 для ПА₁ и вторую матрицу сравнений S_2 для ПА₂ после нагрузки. Оказалось, что во всех случаях до нагрузки

у всех испытуемых матрицы парных сравнений площадей S_1 статистически совпадают почти в 90%. Такие матрицы обычно имели числа k_1 (число пар выборок S_1 для ПА₁) около 90 (из всех 105 пар сравнения). Это высокое число пар

совпадений (сравните с табл. 1 и табл. 2 для выборок КИ).

Однако после нагрузки эти числа k_2 уменьшались на 15-20%, но в любом случае число k_2 было более 50%. Иными словами мы имеем довольно высокие значения статистических совпадений выборок размеров площадей S_1 (до нагрузки). При этом число $k_2 < k_1$, т.е. после нагрузки усилилась доля хаоса в выборках S_2 . В любом случае, значения S_1 и S_2 даже в одном измерении выборки КИ дают более высокую статистическую устойчивость не более 10-15% от всех 105-ти пар сравнения в матрицах вида табл. 1 и табл. 2 [16-18, 22, 23].

Заключение. В эффекте Еськова-Зинченко (ЭЭЗ) в биомеханике доказано отсутствие статистической устойчивости выборок треморограмм и теппинграмм [9-13, 24]. Сейчас мы говорим об отсутствии устойчивости и параметров ССС. В табл. 1 и табл. 2 мы доказываем отсутствие статистической устойчивости выборок КИ у одного и того же испытуемого и у группы. В итоге мы наблюдаем потерю однородности выборок, нет статистической устойчивости для КИ. ЭЭЗ тогда требует изменения выбора стандарта в физиологии ССС и медицине. Статистические характеристики не работают и нужны другие физиологические стандарты.

В этой связи мы предлагаем использовать для стандартов параметры псевдоаттракторов, например площади S_1 и S_2 для ПА₁ и ПА₂. В итоге мы доказываем, во-первых, что эти площади изменяются при переходе из одного физиологического состояния (покой ССС) в другое (нагрузка в виде приседаний). В этом случае табл. 3 демонстрирует различие S_1 и S_2 конкретно, всегда $S_2 > S_1$ для испытуемых, которые не занимаются спортом (у спортсменов другая динамика).

Более того, многократные повторения регистрации КИ и расчет для них параметров S_1 и S_2 показали, что эти площади существенно статистически совпадают до нагрузки (для S_1 их k_1 для ПА₁ имеют значения около 90%), а после нагрузки S_2 отличается от S_1 , но число совпадений выборок S_1 несколько отличается. Физическая нагрузка вносит некоторое возмущение в работу ССС, что приводит к небольшому усилению хаоса даже по выборкам площадей S_2 (после нагрузки). В целом, S для ПА ожжет служить инвариантом для оценки физиологической нормы. Этот параметр (S_1 или S_2) более статистически устойчив, чем сами выборки КИ и их статистические характеристики [20-27].

Литература

1. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity / Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 372 с.
2. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю. Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
3. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. – Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
4. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О. Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. – Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
5. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Попов Ю.М., Филатов М.А. Детерминистски-стохастический подход и третья парадигма естествознания в биомедицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 46-57.
6. Зилов В.Г., Киричук В.Ф., Фудин Н.А. Экспериментальное обоснование иерархической организации хаоса в нервно-мышечной физиологии //

- Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 133-136.
7. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Стохастика и хаос в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 101-106.
 8. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Квантово-механический подход в изучении сознания // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 111-117.
 9. Ивахно В., Гумарова О.А., Лупынина Е.Ю., Воробей О.А., Афаневич И.А. Оценка параметров треморограмм с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 117-121.
 10. Мирошниченко И.В., Григоренко В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С. Инварианты параметров систем третьего типа // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 58-66.
 11. Попов Ю.М., Сазонова Н.В., Полухин В.В., Ивахно Н.В., Мельникова Е.Г. Статистическая неустойчивость параметров симпатической вегетативной нервной системы аборигенов Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 4. – С. 141-145.
 12. 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.
 13. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
 14. Филатова О.Е., Филатова Д.Ю., Берестин Д.К., Живаева Н.В. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Состояние психофизиологических параметров человека на Севере РФ. Часть XIII / Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 326 с.
 15. Филатова О.Е., Еськов В.В., Григорьева С.В., Хакимова В.В., Гумарова О.А. Биомеханика и биофизика сложных систем с позиций квантовой механики // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 4. – С. 146-151.
 16. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Афаневич К.А., Головачева Е.А., Фадюшина С.И. Сравнительная характеристика нейровегетативного статуса аборигенов - жителей Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 125-127.
 17. Хадарцев А.А., Зинченко Ю.П., Галкин В.А., Шакирова Л.С. Эргодичность систем третьего типа // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 67-75.
 18. Шакирова Л.С., Муравьева А.Н., Салимова Ю.В., Веденеев В.В. Вариабельность сердечного ритма больных в разные сезоны года // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 26-37.
 19. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
 20. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
 21. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human ecology. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16.
 22. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after

- north-south travel // Human ecology. – 2020. – Vol. 1. – Pp. 6-10.
23. Filatova O.E., Gudkov A.B., Eskov V.V., Chempalova L.S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Human ecology. – 2020. – Vol. 2. – Pp. 40-44.
 24. Khromushin V.A., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Vokhmina Yu.V. New principles in the operation of neural emulators in medical diagnosis // Biomedical Engineering. – 2019. – Vol. 53, No. 2. – Pp. 117-120.
 25. 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(4). – Pp. 415-418.
 26. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 167(4). – Pp. 419-423.
 27. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., and Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9.
- References**
1. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyutsii complexity [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity]. Tula: izd-vo TulGU, 2016. – 372 s.
 2. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka [Chaos of human cardiovascular system homeostasis parameters] / Samara: Izd-vo OOO «Porto-Print», 2018. – 312 s.
 3. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticheskikh sistem [Complexity: chaos of homeostatic systems] / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.
 4. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticheskikh sistem [The end of certainty: the chaos of homeostatic systems] / Pod red. Khadartseva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob'edinenie, 2017. – 596 s.
 5. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Popov Yu.M., Filatov M.A. Deterministski-stokhasticheskii podkhod i tret'ya paradigma estestvoznaniya v biomeditsine [Deterministic-stochastic approach and the third paradigm of natural science in biomedicine] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – S. 46-57.
 6. Zilov V.G., Kirichuk V.F., Fudin N.A. Eksperimental'noe obosnovanie ierarhicheskoi organizatsii khaosa v nervno-myshechnoi fiziologii [Experimental substantiation of the hierarchical organization of chaos in neuromuscular physiology] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 1. – S. 133-136.
 7. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Stokhastika i khaos v organizatsii dvizhenii [Stochastics and chaos in the organization of movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 2. – S. 101-106.
 8. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Kvantovo-mekhanicheskii podkhod v izuchenii soznaniya [Quantum-mechanical approach to the study of consciousness] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 2. – S. 111-117.
 9. Ivakhno N.V., Gumarova O.A., Lupynina E.Yu., Vorobei O.A., Afanovich I.A. Otsenka parametrov tremorogramm s pozitsii teorii khaosa-samoorganizatsii [Evaluation of tremorogram parameters from the standpoint of the theory of chaos-self-organization] // Vestnik

- novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, No. 3. – С. 117-121.
10. Miroshnichenko I.V., Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S. Invarianty parametrov sistem tret'ego tipa [Invariants of the parameters of systems of the third type] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – С. 58-66.
11. Popov Yu.M., Sazonova N.V., Polukhin V.V., Ivakhno N.V., Mel'nikova E.G. Statisticheskaya neustoichivost' parametrov simpaticheskoi vegetativnoi nervnoi sistemy aborigenov severa RF [Statistical instability of the parameters of the sympathetic autonomic nervous system of the natives of the north of the Russian Federation] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, No. 4. – С. 141-145.
12. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.Sh., Vorob'eva L.A. Khaos parametrov gomeostaza funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos of parameters of homeostasis of functional systems of the human body] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, No. 1. – С. 143-153.
13. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archive of clinical and experimental medicine]. – 2019. – Т. 28, No. 1. – С. 21-27.
14. Filatova O.E., Filatova D.Yu., Berestin D.K., Zhivaeva N.V. Sistemnyi analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Sostoyanie psikhofiziologicheskikh parametrov cheloveka na Severe RF. Chast' XIII [System analysis, management and information processing in biology and medicine. The state of psychophysiological parameters of a person in the North of the Russian Federation. Part XIII]. Tula: Izd-vo TulGU, 2016. – 326 s.
15. Filatova O.E., Es'kov V.V., Grigor'eva S.V., Khakimova V.V., Gumarova O.A. Biomekhanika i biofizika slozhnykh sistem s pozitsii kvantovoi mekhaniki [Biomechanics and biophysics of complex systems from the standpoint of quantum mechanics] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, No. 4. – С. 146-151.
16. Filatova O.E., Mel'nikova E.G., Afanovich K.A., Golovacheva E.A., Fadyushina S.I. Sravnitel'naya kharakteristika neirovegetativnogo statusa aborigenov - zhitelei Yugry [Comparative characteristics of the neurovegetative status of Aboriginal people - residents of Ugra] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – Т. 27, No. 1. – С. 125-127.
17. Khadartsev A.A., Zinchenko Yu.P., Galkin V.A., Shakirova L.S. Ergodichnost' sistem tret'ego tipa [Ergodicity of systems of the third type] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – С. 67-75.
18. Shakirova L.S., Murav'eva A.N., Salimova Yu.V., Vedeneev V.V. Variabel'nost' serdechnogo ritma bol'nykh v raznye sezony goda [The heart rate variability of patients in different seasons of the year] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – С. 26-37.
19. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
20. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
21. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic

- analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16.
22. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel // Human ecology [In Russian]. – 2020. – Vol. 1. – Pp. 6-10.
23. Filatova O.E., Gudkov A.B., Eskov V.V., Chempalova L.S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Human ecology [In Russian]. – 2020. – Vol. 2. – Pp. 40-44.
24. Khromushin V.A., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Vokhmina Yu.V. New principles in the operation of neural emulators in medical diagnosis // Biomedical Engineering. – 2019. – Vol. 53, No. 2. – Pp. 117-120.
25. 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(4). – Pp. 415-418.
26. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. M., Ilyashenko L. K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 167(4). – Pp. 419-423.
27. Zilov, V.G., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Ilyashenko L.K., and Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9.