

ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ ПРИШЛОГО ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЮГРЫ

И.В. МИРОШНИЧЕНКО¹, Л.А. ДЕНИСОВА², К.А. ЭЛЬМАН³, М.А. СРЫБНИК³

¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет», ул. Советская, 6, г. Оренбург, 460000, Россия, e-mail: rektor@orgma.ru

²Омский государственный технический университет, пр-т Мира, 11, Омск, 644050, Россия

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

Аннотация. В работе предлагается энтропийный подход при описании и оценке поведения кардиоинтервалов у пришлого детско-юношеского населения Югры с учётом половых и возрастных признаков. В результате чего, сравниваются значения результатов площадей квазиаттракторов выборок кардиоинтервалов и значения энтропии Шеннона, а также представлены примеры такой закономерности. Демонстрируется, что энтропийный подход обладает низкой диагностической ценностью в оценки выборок кардиоинтервалов. Сравнительный анализ параметров сердечно-сосудистой системы демонстрируют неустойчивость их функций распределения $f(x)$ для разных интервалов временных измерений Δt . Вследствие, подобного рода системы нельзя относить к традиционным хаотическим, так как автокорреляционные функции, не стремятся к нулю с ростом времени t экспоненты Ляпунова. Следовательно, не наблюдается свойства перемешивания, а вектор их состояния $x(t)$ демонстрирует хаотическое движение в виде $dx/dt \neq 0$. Начальное состояние $x(t_0)$ для таких систем невозможно повторить произвольно, в результате чего возникают неопределённости 1-го и 2-го типа в соответствии с новой теорией хаоса и самоорганизации.

Ключевые слова: детско-юношеского население, кардиоинтервалы, сердечно-сосудистая система, теория хаоса-самоорганизации, энтропия Шеннона.

ENTROPY APPROACH TO ESTIMATE RR INTERVALS OF THE PARAMETERS NEWLY-ARRIVED YOUTH YUGRA

I.V. MIROSHNICHENKO¹, L.A. DENISOVA², K.A. ELMAN³, M.A. SRYBNIK³

¹Orenburg State Medical University, Sovetskaya st., 6, Orenburg, 460000, Russia, e-mail: rektor@orgma.ru

²Omsk State Technical University, Mira pr., 11, Omsk, 644050, Russia

³Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, 628400, Russia

Abstract. In the paper we propose an entropy approach for description of the evaluation of R-R intervals behavior of for non-native youth of Ugra population (taking into account gender and age attributes). As a result, it was compared the values of the areas of quasiattractor of RR-intervals samples and the values of the Shannon entropy. It was presented examples of such regularity we demonstrated that the entropy approach has a low diagnostic value in assessment of samples of RR-intervals. Comparative analysis of parameters of the cardiovascular system demonstrate the instability of their distribution functions $f(x)$ for different intervals of time measurements Δt . As a result, such systems cannot be attributed to the traditional chaotic systems, as the autocorrelation function. It does not tend to zero with increasing time the Lyapunov exponents are not positive ($\lambda < 0$) Therefore, there is no mixing properties and the vector of state $x(t)$ shows a chaotic motion in the form $dx/dt \neq 0$. The initial state $x(t_0)$ for such systems cannot be repeated arbitrarily, resulting in uncertainty of the 1st and 2nd type according to new theory of chaos-self organization.

Key words: children and youth population, cardio intervals, cardio-vascular system, the theory of chaos-self-organization, entropy of Shannon.

Введение. Дискуссии о возможности применения статистических методов в оценке параметров динамики кардиоинтервалов ведутся на протяжении более 100 лет. Однако, расчёт экспонент Ляпунова,

анализа спектральных плотностей сигнала (СПС), автокорреляционных функций $A(t)$ и свойств перемешивания, а также использование теории фракталов, и других подходов не могут предоставить суще-

ственных результатов в изучении выборок *кардиоинтервалов* (КИ). Независимо от их статистической устойчивости [1-7], что сейчас доказывается в рамках новой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС), а именно сигнал $x_1(t)$ как функция времени t , и его производной $x_2=dx_1/dt$ образуют выборки x_i , эти x_i в *фазовом пространстве состояний* – ФПС совершают непрерывное и хаотическое движение [7-13].

На сегодняшний день, использование традиционных стохастических методов в медицине и биологии затруднительно, так как они имеют довольно низкую диагностическую ценность из-за неустойчивости получаемых результатов даже для одного человека (и тем более для групп испытуемых) [13-24]. В этой связи главной проблемой эффективности традиционной науки в описании сложных биосистем *complexity, систем третьего типа* – СТТ, является именно хаотическая особенность поведения КИ, и других параметров *функциональных систем организма* (ФСО) человека. Особенно это касается в оценке параметров ССС пришлого населения Югры, т.к. суровые погодноклиматические условия существенно влияют на состояние ФСО.

В 1947 г. Н.А. Бернштейн в своей книге «О построении движения» описывал принципиальную неповторимость параметров движения в изучении произвольности и непроизвольности организации движений человека. Главной особенностью всех процессов ФСО, обеспечивающих гомеостаз, является постоянная хаотическая динамика изменения этих параметров x_i вектора состояния сложных биосистем – *complexity* $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном ФПС [18-29]. Вследствие этого, любые стохастические методы для таких, особых СТТ – *complexity*, не могут быть применимы из-за особой хаотической динамики поведения $x(t)$ в ФПС. Очевидно, эти особенности разнообразны и речь идёт не только об отсутствии стационарности $x(t)$ в виде непрерывных $dx/dt \neq 0$, но и о неповторимости функции распределения $f(x)$. Это приводит к проблеме применения термодинамического подхода в изучении динамики поведения различных компонент

вектора состояния *кардио-респираторной системы* (КРС), которые не могут показывать возможность их отнесения к одной генеральной совокупности. В этом случае статистических различий может и не быть, и мы говорим о неопределённости 1-го типа в ТХС [3-10]. Другие же методы теории хаоса-самоорганизации для этих же неопределёностей демонстрируют существенные различия в динамике всех параметров x_i вектора $x(t)$.

В рамках нового подхода – ТХС целесообразно изучение функциональных резервов организма с помощью системного анализа и синтеза его исходного состояния, выявления морфофункциональных особенностей организма в условиях покоя и после нагрузочных тестов. Важную роль в приспособлении организма на воздействии экстремальных факторов играют показатели степени активности регуляции ССС со стороны *вегетативной нервной системы* (ВНС). Наибольшее влияние на изменения параметров ССС в условиях адаптации к условиям Севера оказывают состояние здоровья и физическая работоспособность обследуемых [6-12]. Оценка реактивности сердечного ритма даёт более полную характеристику функционального состояния ВНС человека [10-17], проживающего на Севере РФ.

Рассмотрим эту проблему расчёта энтропии изучаемых параметров x_i КРС [19-23].

Целью данного исследования является: сравнение значений результатов площадей квазиаттракторов выборок КИ и значения энтропии Шеннона пришлого детско-юношеского населения ХМАО-Югры в аспекте возрастных и половых различий.

В исследованиях приняли участие 150 человек (пришлое детско-юношеское население девочки и мальчики) – учащиеся СОШ № 4 города Сургута. Сравнимые группы обследуемых были поделены по полу и возрасту на следующие подгруппы: 7-10 лет – младшая группа; 11-14 лет – средняя группа; 15-17 лет – старшая группа. В каждую возрастную подгруппу входило по 25 человек.

Регистрация параметров ССС обследуемых производилась в тринадцатимерном фазовом пространстве состояний вектора состояния в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=13$. Эти координаты x_i состояли из: x_1 – *SIM* – показатель активности *симпатического отдела* вегетативной нервной системы (ВНС), у.е.; x_2 – *PAR* – показатель активности *парасимпатического отдела* ВНС, у.е.; x_3 – *SSS* – *число ударов сердца в минуту*; x_4 – *SDNN* – *стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов*, мс; x_5 – *INB* – *индекс напряжения* (по Р.М. Бавевскому); x_6 – *SPO₂* – *уровень оксигенации крови* (уровень оксигемоглобина); x_7 – *VLF* – *спектральная мощность очень низких частот*, мс²; x_8 – *LF* – *спектральная мощность низких частот*, мс²; x_9 – *HF* – *спектральная мощность высоких частот*, мс²; x_{10} – *Total* – *общая спектральная мощность*, мс²; x_{13} – *LF (p)* – *низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах*; x_{12} – *HF (p)* – *высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах*; x_{13} – *LF/HF* – *отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной*. Статистический расчет полученных данных проводился с помощью программного продукта «Statistica 10».

Выборки КИ обрабатывались программным комплексом для формирования вектора $x=(x_1, x_2)^T$, где $x_1=x(t)$ – динамика абсолютного значения КИ на некотором интервале времени Δt , x_2 – скорость изменения x_1 , т.е. $x_2=dx_1/dt$. На основе полученного вектора состояния КРС $x(t)=(x_1, x_2)^T$ определялись площади S полу-

ченных квазиаттракторов по формуле $V_G^{max} \geq \Delta x_1 * \Delta x_2 \geq V_G^{min}$, где Δx_1 – вариационный размах величины кардиоинтервалов, Δx_2 – вариационный размах для скорости изменения этих кардиоинтервалов [18-21]. В конечном итоге анализ состояния выборок КИ пришлого детско-юношеского населения Югры проводился на основе сравнения площади КА в виде S , а также энтропии Шеннона E . Значение энтропии Шеннона E определяется по формуле

$$E(x) = - \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i), \text{ где } p - \text{функция}$$

вероятности. Производилось статистическое сравнение значений энтропий параметров КРС в 3-х уникальных выше возрастных и половых различий детей E с особенностями ФСО к адаптации на Севере ХМАО-Югры [2-10].

Результаты и их обсуждение. Для анализа уровня хаотичности трёх возрастных групп девочек и мальчиков (пришлого население) КИ была рассчитана энтропия Шеннона. Результаты таких расчётов представлены на примере трёх возрастных групп девочек и мальчиков в табл. 1. В табл. 1 видно, что энтропийный подход при анализе КИ не демонстрирует существенных различий между пришедшим детско-юношеским населением. Вследствие чего, выборки КИ для группы девочек и мальчиков (для всех трёх возрастных групп) можно отнести к одной генеральной совокупности, т.е. ни одна из пар не демонстрируют различия в состоянии ССС детей.

Таблица 1

Таблица значений энтропии Шеннона для пришлого детско-юношеского населения трёх возрастных групп (E_1 -7-10 лет, E_2 – 11-14 лет, E_3 - 15-17лет)

Девочки				Мальчики			
	E_1	E_2	E_3		E_1	E_2	E_3
1	3,4037	3,6219	3,7842	1	3,0842	4,0219	3,1414
2	3,6219	3,8842	3,6842	2	3,7464	3,6842	3,5087
3	3,3464	3,6464	4,0219	3	3,9219	3,8219	3,9219
4	3,6414	3,5219	3,4037	4	3,7842	3,7464	3,3464
5	3,7464	3,2464	3,8219	5	3,5464	3,7842	3,1414
6	3,2842	3,8842	3,8842	6	3,4219	3,6464	3,5087
7	3,8219	3,5842	3,4464	7	3,7219	3,7842	3,7464
Девочки				Мальчики			

	E_1	E_2	E_3		E_1	E_2	E_3
8	3,5464	3,8842	3,8842	8	3,8842	3,9219	3,9219
9	3,6464	3,8219	3,5219	9	3,4842	3,6464	4,1219
10	3,5219	3,9842	3,9219	10	3,8842	3,8219	4,1219
11	3,6842	3,6414	3,4414	11	3,3842	4,0219	3,7219
12	3,4414	3,1394	3,5842	12	3,1414	4,0219	3,6842
13	3,9219	3,8219	3,8219	13	3,5219	3,7219	3,8842
14	3,6842	3,4037	3,6219	14	4,0219	3,8219	3,5219
15	3,9219	2,7842	3,6464	15	3,7842	4,0219	3,5842
16	3,8219	3,7219	3,7842	16	3,8842	3,7219	3,8219
17	4,0219	3,6219	3,7842	17	3,9842	3,8219	3,7842
18	3,6842	3,5842	3,8842	18	3,7464	3,5842	3,5219
19	3,6842	3,4087	3,6842	19	3,6842	3,3219	3,5464
20	3,6842	3,6842	3,3414	20	3,6219	3,6087	3,6842
21	3,5464	3,7464	3,7842	21	3,7464	3,4842	3,8219
22	3,4087	2,6610	3,5842	22	3,7464	3,7842	3,5414
23	3,4464	3,7219	3,7842	23	3,6842	3,6464	3,5464
24	3,2087	3,3842	3,5414	24	3,5219	4,0842	3,8219
25	2,7589	3,5464	3,6842	25	3,5414	3,8219	3,7842
$X_{cp} <E>$	3,5800	3,5580	3,6939	$X_{cp} <E>$	3,6598	3,7747	3,6701
Me	2,7589	2,6610	3,3414	Me	3,0842	3,3219	3,1414

Действительно, сравнение энтропии E для всех возрастных групп не показывает (табл. 1) существенных различий. Величины E не изменяются значительно, параметры КИ не показывают существенных различий для энтропии, системы находятся как бы в стационарных состояниях. В целом, обычно методы ТХС позволяют выявлять различия между выборками (что стохастика делать не может) и можно идентифицировать параметры порядка. Наоборот, значения энтропии E не показывает различий, и возрастная динамика не влияет на значения E , хотя девочки показывают несколько меньше значения E , чем мальчики.

Энтропия E даёт различные результаты для разных функциональных состояний гомеостаза, но такая ситуация у нас возникает в случае, если мы сравниваем разные выборки (здоровые – больные, люди без воздействия и испытуемые при сильных воздействиях и т.д.).

Однако, из таблицы 2 видны различия в средних значениях показателей площадей S квазиаттракторов (КА) для КИ трёх возрастных групп (1 – 7-10 лет; 2 – 11-14 лет и 3 – 15-17 лет) пришлого детско-юношеского населения Югры девочек и мальчиков.

Таблица 2

Таблица значений площадей S квазиаттракторов для пришлого детско-юношеского населения трёх возрастных групп (1 группа -7-10 лет, 2 группа – 11-14 лет, 3 группа - 15-17лет)

Девочки				Мальчики			
	1 группа	2 группа	3 группа		1 группа	2 группа	3 группа
1	204000	48400	239400	1	34200	57000	20800
2	38000	78400	51300	2	30600	173900	48300
3	13000	107300	125400	3	133200	256500	26000
4	39900	144000	78200	4	34200	232000	102000
5	111600	84000	60900	5	154800	139500	30400
Девочки				Мальчики			
	1 группа	2 группа	3 группа		1 группа	2 группа	3 группа

6	57500	89600	105600	6	15000	83700	89100
7	84100	94500	72800	7	75600	45000	102600
8	115500	67500	92800	8	67600	93600	180400
9	305500	77500	42000	9	144000	74400	126000
10	56700	50600	62400	10	38000	72800	72500
11	48400	105400	15000	11	128700	25200	84000
12	133000	18000	91200	12	50400	45000	126000
13	136800	36000	77500	13	109200	81200	72500
14	129600	84000	18000	14	28500	102000	64800
15	46000	7700	59800	15	154800	51000	64400
16	52900	58800	41800	16	78400	168100	78000
17	39600	136800	66700	17	17600	54600	75000
18	195000	128000	50400	18	60000	120000	15000
19	44000	52800	55100	19	117800	99000	60800
20	172000	67500	176000	20	102300	19200	95200
21	158400	129600	38000	21	95700	25500	23400
22	65100	199800	70400	22	122100	48300	79200
23	24000	130500	121600	23	55200	22400	174800
24	10400	78400	78400	24	93000	21600	72500
25	26600	137600	92800	25	12600	140600	86800
$X_{cp} <S>$	92304	88508	79340	$X_{cp} <S>$	78140	90084	78820

Следовательно, мы не отрицаем стохастичность полностью, а только говорим об изменении методов расчёта, о новых способах стохастической оценки параметров гомеостаза. Поэтому целесообразно говорить об объединении усилий стохастики и ТХС в изучении СТТ. Но при этом надо твёрдо понимать, что довольно часто то, что в стохастике является изменением (неопределённость 2-го типа) в ТХС будет гомеостазом (неизменностью параметров квазиаттракторов).

Заключение. Была применена стохастика для оценки хаотической динамики кардиоинтервалов. Подробное рассмотрение статистических закономерностей параметров хаотической динамики кардиоинтервалов всех трех возрастных групп выполнена на примере расчета энтропии E . Функции распределения $f(x)$, энтропия E и другие статистические термодинамические параметры и характеристики весьма спорно использовать для описания СТТ, т.к. E не изменяется, а $f(x)$ демонстрирует хаос. Однако, созданные новые методы и подходы, объединяющие стохастичность и хаос СТТ, обеспечивают в ряде случаев получение информации о состоянии особых биосистем. Проблема описания гомеостаза, го-

меостатических систем (*complexity*), которая включает принципиально новую трактовку и самого гомеостаза, и понятия эволюции гомеостатических систем является главной на сегодняшний день в экологии, психологии и медицине.

Литература

1. Бодин О.Н., Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Самсонов И.Н. Влияние статической нагрузки мышц на параметры энтропии электромиограмм // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 47-52.
2. 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. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15989
3. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity: монография. Тула: изд-во ТулГУ, 2016. – 372 с.
4. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем: монография / Под ред. Г.С. Розен-

берга. Самара: изд-во ООО «Портопринт», 2017. – 388 с.

5. 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.

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

7. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Признаки парадигмы и обоснование третьей парадигмы в психологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2017. – № 1. – С. 3-17.

8. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Иляшенко Л.К., Еськов В.В., Миненко И.А. Экспериментальные исследования хаотической динамики биопотенциалов мышц при различных статических нагрузках // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2018. – Т. 165. – № 4. – С. 400-403.

9. Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Введение в биофизику гомеостатических систем (complexity) // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 3. – С. 6-15. DOI: 10.12737/22107

10. Мирошнеченко 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. DOI: 10.12737/article_5a72e5f3ab31d9.33183058

11. Мирошнеченко 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. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15997

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. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15990

13. Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Срыбник М.А., Глазова О.А., Волохова М.А. Матрицы парных сравнений выборок в оценке хаотической динамики параметров кардиоритма детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 2. – С. 75-80. DOI: 10.12737/article_59439f3f731635.76565521

14. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работников нефтегазового комплекса // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 7. – С. 46-51.

15. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.

16. Эльман К.А., Срыбник М.А., Глазова О.А., Горбунов Д.В. Оценка параметров кардиоинтервалов детско-юношеского населения Югры в аспекте теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 3. – С. 16-21. DOI: 10.12737/article_59c4b0d00630c1.22957712.

17. Эльман К.А., Срыбник М.А., Волохова М.А., Проворова О.В. Матрицы парных сравнений выборок коренного детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 4. – С. 64-70. DOI: 10.12737/article_5a38cda7da08a8.29853230

18. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92-94.

19. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 6. – Pp. 961-966.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of "Repetition without Repetition" Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143-150.

24. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.

25. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

26. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

27. 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.

28. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

29. 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.

30. 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.

Reference

1. Bodin O.N., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Samsonov I.N. Vliyanie staticheskoy nagruzki myshc na parametry ehntropii ehlektromiogramm [Thermodynamic method in analyzing the parameters bioelectrical muscles at different static loads] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 24. – № 3. – S. 47-52.

2. Denisova L.A., Prohorov S.A., Shakhkurova L.S., Filatova D.YU. Haos parametrov serdechno-sosudistoy sistemy shkol'nikov v usloviyah shirotnykh pere-meshchenij [Chaos of cardiovascular system parameters in schoolchildren under conditions of latitudinal displacements] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 1. – S. 133-142. DOI:10.24411/1609-2163-2018-159 89

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

4. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeostaticheskikh sistem: monografiya / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.

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

6. Es'kov V.M., Zinchenko YU.P., Filatova O.E. Estestvoznaniye: ot stohastiki k haosu i samoorganizatsii [Natural science: from stochastics to chaos and self-organization] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – № 1 (25). – S. 121-127.

7. Es'kov V.M., Zinchenko YU.P., Filatova O.E. Priznaki paradigmy i obosnovaniye

tret'ej paradigmy v psihologii [Indications of paradigm and justification of the third paradigm in psychology] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Se-riya 14: Psihologiya [Messenger Moscow university. Series 14: psychology]. – 2017. – № 1. – S. 3-17.

8. Zilov V.G., Hadarcev A.A., Ilyashenko L.K., Es'kov V.V., Minenko I.A. Eksperimental'nye issledovaniya haoticheskoy dinamiki biopotencialov myshc pri razlichnykh staticheskikh nagruz-kah // Byulleten' ehksperimental'noj bio-logii i mediciny [Bulletin of experimental biology and medicine]. – 2018. – T. 165. – № 4. – S. 400-403.

9. Zinchenko YU.P., Hadarcev A.A., Filatova O.E. Vvedenie v biofiziku gomeostaticheskikh sistem (complexity) [Introduction to the biophysics of homeostatic systems (complexity)] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2016. – № 3. – S. 6-15. DOI: 10.12737/22107

10. Miroshnichenko I.V., El'man K.A., Srybnik M.A., Glazova O.A. Dinamika parametrov kvaziattraktorov detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry v aspekte vozrastnykh izmeneniy [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. – T. 3. – № 4. – S. 17-21. DOI: 10.12737/article_5a72e5f3ab31d9.33183058

11. Miroshnichenko I.V., Prohorov S.V., El'man K.A., Srybnik M.A. Sravnitel'nyy analiz haoticheskoy dinamiki pokazatelej serdechno-sosudistoy sistemy prishlogo detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [Comparative analysis of the chaotic dynamics of the cvs alien youth of Ugra population] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 1. – S. 154-160. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15997

12. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.SH., Vorob'eva L.A. Haos parametrov gomeostaza funkcional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of functional systems of the human body] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 1. – S. 143-153. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15990

13. Filatova D.YU., El'man K.A., Srybnik M.A., Glazova O.A., Volohova M.A. Matricy parnykh sravnenij vyborok v ocenke haoticheskoy dinamiki para-metrov kardioritma detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [The matrix of pairwise comparisons of samples in the estimation of chaotic dynamics of heart rate parameters in youth of Ugra population from the perspective of age-related changes] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 11. – № 2. – S. 75-80. DOI:10.12737/article_59439f3f731635.76565521

14. Filatova O.E., Majstrenko E.V., Boltayev A.V., Gazya G.V. Vliyanie promyshlennyykh ehlektromagnitnykh poley na dinamiku serdechno-sosudistyykh sistem rabot-nic neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]. – 2017. – T. 21. – № 7. – S. 46-51.

15. Hadarcev A.A., Es'kov V.M. Vnutrennie bolezni s pozicii teorii haosa i samoorganizatsii sistem (nauchnyy obzor) // Terapevt. – 2017. – № 5-6. – S. 5-12.

16. El'man K.A., Srybnik M.A., Glazova O.A., Gorbunov D.V. Ocenka parametrov kardiointervalov detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry v aspekte teorii haos-samoorganizatsii [Estimation of the parameters of cardiointervals of the children's and youthful population of Ugra in the aspect of the theory of chaos - self-organization] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 11. – № 3. – S. 16-21. DOI:10.12737/article_59c4b0d00630c1.22957712.

17. El'man K.A., Srybnik M.A., Volohova M.A., Provorova O.V. Matricy parnykh sravnenij vyborok korennoy detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [The matrix of pairwise comparisons of samples of the indigenous youth population of Ugra] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 11. – № 4. – S. 64-70.

DOI: 10.12737/article_5a38cda7da08a8. 29853230

18. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // *Doklady Mathematics*. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92-94.

19. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 6. – Pp. 961-966.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of "Repetition without Repetition" Discovered by N.A. Bernshtein // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143-150.

24. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.

25. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // *Human Ecology*. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

26. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // *Human Ecology*. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

27. 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.

28. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., PabW. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // *Integrative medicine international*. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

29. 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.

30. 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.