

ТЕОРЕМА ГЛЕНСДОРФА-ПРИГОЖИНА В ОПИСАНИИ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ

В.Е. ЯКУНИН¹, Д.С. ГОРБУНОВА², А.В. ЧАСОВСКИХ²,
О.А. МОРОЗ², В.Г. БАЛАШОВ²

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

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

Аннотация. Параметры *кардиоинтервалов* (КИ) демонстрируют неустойчивость их функций распределения $f(x)$ для разных интервалов времени измерений Δt . Мы постулируем, что подобные системы нельзя отнести к традиционным хаотическим системам, т.к. для них невозможно рассчитывать автокорреляционные функции, которые стремятся к нулю, отрицательные экспоненты Ляпунова, нет выполнения свойства перемешивания и непрерывно их вектор состояния $x(t)$ демонстрирует хаотическое движение в виде $dx/dt \neq 0$. Поскольку начальное состояние $x(t_0)$ невозможно повторить произвольно для таких систем, то возникают неопределенности 1-го и 2-го типа. Предлагается энтропийный подход для описания оценки поведения КИ при смене климатических поясов. Сравниваются значения результатов площадей квазиаттракторов выборок КИ и значения энтропии Шеннона. Представлены примеры такой ситуации для параметров КИ групп детей Югры при широтных перемещениях. Демонстрируется, что энтропийный подход обладает низкой диагностической ценностью в оценке выборок КИ. Расчет параметров квазиаттракторов наиболее эффективен для оценки реальных изменений КИ.

Ключевые слова: частота сердечных сокращений, самоорганизация, сложность, хаос, эффект Еськова-Зинченко.

GLANDSORFF-PRIGOGINE THEOREM IN THE ESTIMATION OF PARAMETERS OF CARDIOINTERVALS IN THE SCHOOL CHILDREN AT THE TRANSFER LATITUDINAL

V.E. YAKUNIN¹, D.S. GORBUNOVA², A.V. CHASOVSKIKH², O.A. MOROZ², V.G. BALASHOV²

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

²Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, 628400, Russia, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

Abstract. It was demonstrated the instability of the distribution function $f(x)$ for different time of cardio intervals measurements Δt . We postulate that such systems can not be attributed to the traditional chaotic systems, as for them it is impossible to calculate the autocorrelation function (with decreasing to zero), negative Lyapunov exponent, no mixing and performance properties of continuous state vector $x(t)$ demonstrates the chaotic motion in the form $dx/dt \neq 0$. Since the initial state $x(t_0)$ can not be repeated arbitrarily for such systems, there is the uncertainty of the 1st and the 2nd type. Entropy approach is proposed for describing the assessment of the behavior of cardio when changing climatic zones. Compares the value of the results of quasi-attractors samples cardio area and the values of the Shannon entropy. The examples of such a situation for the parameters of cardio-intervals for groups of children at Ugra latitudinal displacements. It was demonstrated that the entropy approach has a low diagnostic value in the evaluation of samples of cardio-intervals. The calculation of quasiattractors parameters is more effective.

Key words: heart rate, self-organization, complexity, chaos, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. О возможности применения различных статистических методов в оценке динамики *кардиоинтервалов* (КИ) ведется дискуссия более 100 лет. Однако многочисленные попытки анализа *амплитудно-частотных характеристик* (АЧХ),

автокорреляционных функций $A(t)$, расчета экспонент Ляпунова, свойства перемешивания, использования теории фракталов и других подходов не демонстрировали существенных результатов в изучении выборок КИ. Сегодня можно точно сказать, что

все эти методы имеют довольно часто слабую диагностическую ценность, вследствие чего их использование в медицине и биологии практически затруднительно из-за неустойчивости получаемых результатов даже для одного человека (и тем более для групп испытуемых) [2-8,14,15,17,20,25-28].

Главная проблема такой низкой эффективности традиционной науки заключена именно в хаотической особенности поведения КИ, которые (как было показано в ряде публикаций [2-8,11,20,24,25]) очень похожи на постуральный тремор (там получают аналогичные результаты и по применению стохастики в изучении произвольности и непроизвольности движений). В целом, особенностью всех процессов, обеспечивающих гомеостаз, является постоянная хаотическая динамика изменения всех параметров x_i вектора состояния сложных биосистем – *complexity* $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) [1,10,16]. Как было показано ранее на многочисленных примерах для $x(t)$ и его компонент x_i всегда выполняется условие $dx/dt \neq 0$, $x_i \neq \text{const}$ [2-8,18,21-29].

Любые методы стохастики для таких особых систем третьего типа (СТТ) – *complexity* не могут быть использованы из-за особой хаотической динамики поведения $x(t)$ в ФПС. Эти особенности разнообразны (это не только отсутствие стационарности $dx/dt \neq 0$, т. е. неповторимость функции распределения $f(x)$) и одну из них мы сейчас представим, как весьма очевидный и неоспоримый факт. Речь идет о применении термодинамического подхода в изучении динамики поведения различных компонент вектора состояния $x(t)$ кардио-респираторной системы (КРС), которые могут показывать возможность их отнесения к одной генеральной совокупности (статистических различий нет!). При этом другие методы, например, теории хаоса-самоорганизации (ТХС) – демонстрируют существенные различия в динамике всех параметров x_i вектора $x(t)$. Рассмотрим этот тезис более подробно с по-

зиций новой ТХС и ее сравнения с расчетами энтропии изучаемых КРС [2-8,11-13].

Объекты и методы исследования.

Сразу отметим, что на начальном этапе эксперимента все испытуемые были разделены по гендерным различиям. В статье представлены результаты углубленного исследования параметров выборок КИ мальчиков и девочек в возрасте 7-14, лет проживающих на территории Югры (в г. Сургуте). Критерии включения: возраст учащихся 7-14 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь учащегося в период обследования. Регистрация параметров сердечнососудистой системы детей производилась в 4 этапа: перед вылетом из г. Сургута; по прибытию в детский санаторно-оздоровительный лагерь «Юный нефтяник»; перед вылетом из лагеря; по прилету в г. Сургут. Информацию о состоянии параметров сердечнососудистой системы (ССС) учащихся получали методом пульсоинтервалографии на базе приборно-программного обеспечения пульсоксиметр «ЭЛОКС-01». Дети во время снятия показателей находились в положении сидя в относительно комфортных условиях. Регистрацию показателей проводили с помощью датчика пальцевого типа (в виде прищепки), с помощью которого происходила регистрации пульсовой волны с одного из пальцев кисти. Датчик надевался испытуемым на указательный палец руки, которая располагалась на столе строго на уровне сердца.

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 $x(t)=(x_1, x_2)^T$ строились квазиаттракторы (КА) динамики поведения вектора состояния $x(t)$ системы, определялись площади полученных квазиаттракторов S по формуле $v_G^{\max} \geq \Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq v_G^{\min}$ [2-8,13-15,17-19], где

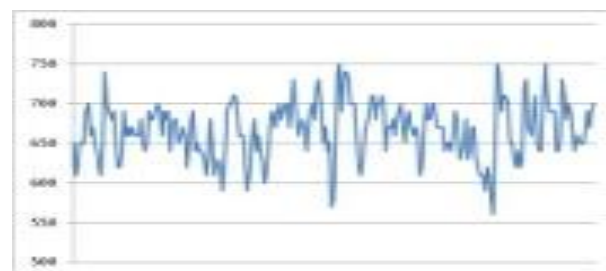
Δx_1 - вариационный размах величины КИ, Δx_2 - вариационный размах для скорости изменения этих КИ. В конечном итоге анализ состояния выборок КИ испытуемых при широтных перемещениях проводился на основе сравнения площади КА в виде S , а также энтропии Шеннона E . Значение энтропии Шеннона E определяется по формуле $E(x) = -\sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i)$, где p - функция вероятности. Производилось сравнение значений E с особенностями функциональных состояний с позиций стохастики.

Проблемы стохастического подхода в изучении КИ. Сложные биосистемы (СТТ, *complexity*) обладают пятью уникальными свойствами: компартментно-кластерная организация (основа синергетики), отсутствие стационарных режимов ($dx/dt \neq 0$ непрерывно и начальное значение $x(t_0)$ неповторимо!), эволюция СТТ в ФПС, телеологически обусловленное развитие и возможность выхода за пределы 3-х сигм, 20-ти сигм и т.д. [2,7-12,15,17-23].

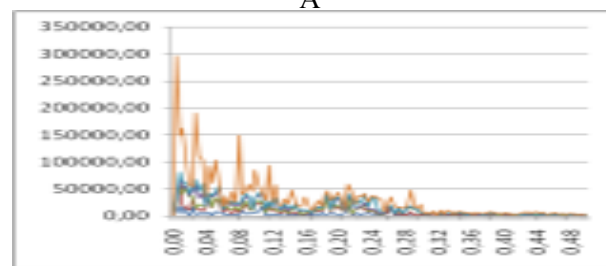
Для КИ легко продемонстрировать выход за 20 сигм и больше. Последнее свойство для КИ почти очевидно: при частоте 1Гц (одно сокращение в секунду) стандарт отклонения в норме составляет не более 0.1 сек ($\sigma=0.1$ сек). Экспериментально можно легко вызвать задержку КИ на 60 сек, что в переводе на σ примет вид 60 сек/0.1 сек=600 σ . Для физики и техники такое невозможно в принципе, для живых систем – воспроизводимый случай. При этом 2-е свойство ($dx/dt \neq 0$) обозначается нами как «*glimmering property*» (или «*flickering*») и оно налагает запрет на любое повторение (произвольное) не только начального значения $x(t_0)$, но и любого отрезка динамики $x(t)$ в ФПС. Поведение СТТ (*complexity*) уникально и про такие системы И.Р. Пригожин говорил, что они – не объект науки и для них сейчас создается новая ТХС [5-8,11-15].

Представим ряд характерных иллюстраций к такому тезису. На рис.1-А представлен пример набора КИ, а на рис. 1-В – суперпозиция 15-ти АЧХ (получается из

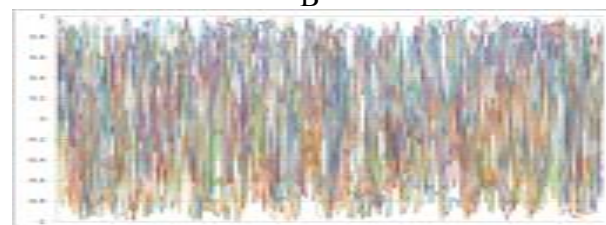
КИ $x_j(t)$ путем быстрого преобразования Фурье). Эта суперпозиция 15-ти АЧХ для 15-ти отдельных отрезков КИ (подобных рис. 1-А) у нас получается подряд от одного испытуемого (время регистрации каждого набора КИ 5 мин). Очевидно, что все АЧХ разные, совпадений нет. При этом автокорреляционные функции $A(t)$ не сходятся к нулю (рис. 1-С) а хаотически колеблются в интервале (-1, 1). Одновременно константы Ляпунова беспорядочно меняют знак (на каждом отрезках времени Δt_i), а свойство перемешивания не выполняется для любых выборок КИ. Последнее означает с позиции стохастики, что каждая выборка (5 мин. регистрации КИ от одного испытуемого с многократным повторением этой процедуры регистрации) будет демонстрировать свою собственную функцию распределения $f(x)$, которую нельзя повторить!



А



В



С

Рис. 1. Пример динамики поведения параметров КИ: 1-А – временная развертка сигнала параметров КИ; 1-В – суперпозиция 15-ти АЧХ для 15-ти отрезков КИ; 1-С – суперпозиция 15-ти автокорреляций $A(t)$

Все это говорит о том, что кардиоритм не является в традиционном смысле хаотическим процессом, равно как и тремор, теппинг, энцефалограммы, миограммы и любые параметры гомеостаза. Все это непрерывно изменяется и не является объектом теории хаоса Арнольда-Тома. Это хаос другого типа, без повторения начальных условий, без положительных констант Ляпунова, свойства перемешивания, АЧХ и без сходимости $A(t)$ к нулю. Более того, и стохастические методы не могут быть применимы к КИ и им подобным процессам, т.к. это все особые СТГ (*complexity*), которые нельзя описывать в рамках детерминизма или стохастики [6-8,11,21,24].

Матрица парного сравнения выборок КИ 15-ти мальчиков на первом этапе исследования по приезду в ЮН, использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0,05$, число совпадений $k=10$)

Грп	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	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,58	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00		0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,48	0,02	0,14		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00
8	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
9	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	0,00
10	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,88	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	0,00
12	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,62	0,02	0,57	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	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	0,00	0,00	0,00	0,00	

Если для 15-ти отрезков КИ детей рассчитать матрицу парного сравнения получаемых функций распределения $f(x)$, то для такого набора $f_i(x)$ и их парного сравнения по критерию Вилкоксона мы из 105 разных пар в лучшем случае получаем 10-12 пар у детей в возрасте 7-14 лет, которые продемонстрируют возможность отнесения этих двух выборок (и их $f(x)$) к одной генеральной совокупности. Остальные 90 пар сравнений покажут, что они все разные. Система регуляции кардиоритма будет демонстрировать генерацию разных выборок, состояние регуляторных механизмов

будет непрерывно изменяться. Для всех $f_i(x)$ мы будем получать хаотический набор (за редким исключением стохастического совпадений пар, которые при повторах уже не будут совпадать). Такая динамика $f(x)$ вполне соответствует хаосу АЧХ, $A(t)$, свойству перемешивания. Это особый непрерывный хаос. Пример такой матрицы парного сравнения КИ мы представляем в табл. 1. Существенно, что набор разных $f_i(x)$ мы будем получать при парном сравнении КИ от разных испытуемых, но при 15-ти повторах регистрации выборок КИ у каждого испытуемого картина получается аналогичной (10-15% пар совпадений).

Самоорганизация характерна для многих параметров гомеостаза, но в первую очередь мы говорим о КИ. Действительно, в табл., 1 мы привели пример стохастического анализа 15-ти КИ для парного сравнения 15-ти разных КИ (группа из 15-ти разных людей). Но если мы возьмем 15-ть повторов регистрации КИ у одного испытуемого, то результат «совпадений» пар получается сходным: 15-20% от общего числа сравниваемых пар покажут возможность их отнесения к общей генеральной совокупности и около 80% пар продемонстрируют невозможность такого «совпадения».

Таким образом, для регуляции кардиоритма характерно преобладание хаотической динамики (стохастика менее 20%) и эта регуляция не зависит от индивидуума. Механизмы такой регуляции КИ подобны регуляции тремора (там имеем менее 10% совпадений). При изменении состояния физиологических функций испытуемых, если испытуемому дать нагрузку (физические упражнения) или, в нашем случае, перевезти в другой регион (транширотные перемещение), то число «совпадений» изменится.

Энтропийный подход в оценке параметров КИ. Для анализа уровня хаотичности во временной развертке КИ была рассчитана энтропия Шеннона. Результаты таких расчетов представлены на примере группы мальчиков в четырех различных временных точках в табл. 2. Из нее видно, что энтропийный подход при анализе КИ не демонстрирует существенных различий. Согласно этим данным, выборки КИ для группы мальчиков на всех четырех этапах исследования можно отнести к одной генеральной совокупности. Только 2-й набор E_2 демонстрирует небольшое различие состояний. Более того, согласно данным для сравнения выборок групп девочек в четырех временных точках исследования, все группы можно отнести к одной генеральной совокупности [14,15,17-23].

Таблица 2

Значения энтропии Шеннона для выборок КИ мальчиков при широтных перемещениях в четырех разных состояниях (E_1 - до отлета из г. Сургута, E_2 – по прилету в ЮН, E_3 - перед отлетом из ЮН, E_4 – по прилету в ЮН)

	E_1 , перед отлетом из Сургута	E_2 , по прилету в ЮН	E_3 , перед отлетом из ЮН	E_4 , по прилету в Сургут
1	3.122	2.922	2.922	3.322
2	3.322	2.922	3.122	3.322
3	3.322	3.122	3.122	3.322
4	2.685	2.685	2.685	2.685
5	3.322	3.322	3.322	3.322
6	3.122	3.322	3.322	3.122
7	3.322	3.322	3.322	3.322
8	2.922	2.722	3.122	3.122
9	2.922	2.722	3.122	3.122
10	3.322	2.922	3.122	3.122
11	2.846	3.322	2.922	3.122
12	2.846	3.322	3.122	3.322
13	3.122	3.122	3.322	3.122
14	3.122	2.846	2.846	3.122
15	2.922	2.722	3.322	3.322
среднее	3.083	3.021	3.114	3.186
Медиана	3.122	2.922	3.122	3.122

Таким образом, статистическое сравнение энтропии E на всех этапах исследования не показывает (табл. 2) существенных различий. Величины E статистически не

изменяется значительно, параметры КИ не показывают существенных различий. В табл. 2 мы имеем критерий Вилкоксона $p=0,42$ для кардио-респираторной функциональной системы мальчиков, которые переехали с Севера РФ (Сургут) на Юг РФ (Краснодарский край детский санаторно-оздоровительный лагерь «Юный нефтяник»), хотя внешне медианы несколько различаются: $E_1=3,122$, $E_2=2,922$, но имеем статистически недостоверные различия. В целом, обычно ТХС и НЭВМ выявляют различия между выборками и параметры порядка, а энтропия E не показывает различий [18-29].

На фоне этих сравнений еще раз подчеркнем, что матрицы парных сравнений (т.е. расчета для повторяющихся выборок параметров СТТ) дают различия в состояниях биосистем (параметров гомеостаза). При этом статистика и энтропия не показывают существенных различий в организме обследуемых. Энтропия E дает различные результаты для разных функциональных состояний гомеостаза, но такая ситуация у нас возникает в случае, если мы сравниваем разные выборки (здоровые – больные). Следовательно, мы не отрицаем стохастику полностью, а только говорим об изменении методов расчета, о новых способах стохастической оценки параметров гомеостаза [13-15,17-29].

Выводы:

1. Основу третьей парадигмы и ТХС составляет решение проблемы определенности и неопределенности биосистем-*complexity* (СТТ), которая в итоге сводится к проблеме порядка и беспорядка при оценке и моделировании *complexity*. На этом фоне все еще отсутствует понимание особенностей (а их сейчас 5) и принципов организации биосистем, принципиальной невозможности их описания в рамках детерминизма, стохастики и детерминированного хаоса Арнольда-Тома.

2. Функции распределения $f(x)$, энтропия E и др. статистические (термодинамические) подходы весьма спорно использовать для описания СТТ. Однако, созданные новые методы и подходы, объединяющие

стохастику и хаос СТТ, обеспечивают в ряде случаев получение информации о состоянии особых биосистем. Таким образом, становится возможным объединить усилия основоположников синергетики (*H. Haken*) и теории *complexity* – эмерджентности (*I.R. Prigogine, M. Gell-Mann, J.A. Wheeler* и др.) в рамках третьей парадигмы и ТХС в деле описания и моделирования свойств сложных биосистем. При этом главная проблема такого объединения – это проблема описания гомеостаза, гомеостатических систем (*complexity*).

Литература

1. Аушева Ф.И., Добрынина И.Ю., Мишина Е.А., Полухин В.В., Хадарцева К.А. Системный анализ суточной динамики показателей сердечно-сосудистой системы у больных при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15, № 4. С. 208–210.
2. 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.
3. Бурькин Ю.Г. Феноменологический подход в изучении процессов сенсорной интеграции // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 14-19.
4. Еськов В.В. Математическое моделирование неэргодичных гомеостатических систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 33-39.
5. 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.
6. 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.
7. Еськов В.М., Томчук А.Г., Широков В.А., Ураева Я.И. Стохастический и хаотический анализ вертеброневрологических показателей и визуальной аналоговой шкалы боли в комплексном лечении хронических мышечно-скелетных болей // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 8-12.
8. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Л.К. Иляшенко Л.К. Биофизика живых систем в зеркале теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 20-26.
9. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.М., Еськов В.В. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 164, № 8. С. 136–139.
10. 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
11. Мирошниченко И.В., Эльман К.А., Прасолова А.А., Глазова О.А. Динамика кардиоинтервалов детско-юношеского населения Югры в аспекте возрастных изменений // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 14-19.
12. Томчук А.Г., Широков В.А., Мирошниченко И.В., Яхно В.Г. Стохастический и хаотический анализ психоэмоционального статуса и вегетативных показателей в комплексном лечении хронических мышечно-скелетных болей // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 40-46.
13. Филатова О.Е., Бодин О.Н., Куропаткина М.Г., Гимадиев Б.Р. Гомеостатичность метеопараметров окружающей среды // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 34-40.
14. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работниц нефтегазового комплекса // Экология

и промышленность России. – 2017. – Т. 21, № 7. – С. 46-51.

15. Филатова О.Е., Прохоров С.А., Иляшенко Л.К. Хаос метеопараметров как признак гомеостатичности // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, №4. – С. 33-38.

16. Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Филатова Д.Ю., Живаева Н.В. Биофизика сложных систем – complexity // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 9–17.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability

phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol 21. – No. 3. – Pp. 224-232.

25. Mezentseva L.V. Computer modeling of ventricular fibrillation // Biophysics. – 2012. Vol. 5. – No. 2. – Pp. 247-252.

26. Mezentseva L.V. Mathematical modeling of atrial fibrillation // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2012. – Vol. 153. – No. 5. – Pp. 800-804.

27. Mezentseva L.V., Pertsov S.S. Computer modeling– based analysis of the persistence of different modes of heart– rate dynamics // Biophysics. – 2015. – Vol. 60. – No. 5. – Pp. 823-826.

28. Mezentseva L.V., Pertsov S.S., Kopilov F.Yu., Lastovetsky A.G. Mathematical analysis of the stability of heart– rate dynamics in postinfarction patients // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 3. – Pp. 499-502.

29. 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. Ausheva FI, Dobrynina I.Yu., Mishina EA, Polukhin VV, Khadartseva K.A. System analysis of daily dynamics of cardiovascular system parameters in patients with arterial hypertension // Bulletin of New Medical Technologies. 2008. T. 15, No. 4. P. 208-210.

2. Bodin ON, Gavrilenko TV, Gorbunov DV, Samsonov IN Influence of static load of muscles on parameters of entropy of electromyograms // Bulletin of new medical technologies. - 2017. - Vol. 24, No. 3. - P. 47-52.

3. Burykin Yu.G. Phenomenological approach in the study of sensory integration processes // Bulletin of New Medical Technologies. - 2017. - T. 24, No. 4. - P. 14-19.

4. Es'kov V.V. Mathematical modeling of non-ergodic homeostatic systems // Vestnik of new medical technologies. - 2017. - Vol. 24, No. 3. - P. 33-39.

5. Es'kov VM, Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Glens-Dorf-

Prigozhin's theorem in describing the chaotic dynamics of a tremor in cold stress // *Human ecology*. - 2017. - No. 5. - P. 27-32.

6. Es'kov VM, Zinchenko Yu.P., Filatova O.E. Signs of the paradigm and the justification of the third paradigm in psychology // *Bulletin of the Moscow University. Series 14: Psychology*. - 2017. - No. 1. - P. 3-17.

7. Es'kov VM, Tomchuk AG, Shirokov VA, Uraeva Ya.I. Stochastic and chaotic analysis of vertebro-neurological indicators and visual analogue scale of pain in complex treatment of chronic musculoskeletal pain // *Clinical medicine and pharmacology*. - 2017. - T. 3, No. 3. - P. 8-12.

8. Eskov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, LK Ilyashenko L.K. Biophysics of living systems in the mirror of the theory of chaos-self-organization // *Bulletin of New Medical Technologies*. - 2017. - T. 24, No. 4. - P. 20-26.

9. Zilov VG, Khadartsev AA, Eskov VM, Es'kov VV Experimental Investigations of Statistical Stability of Samples of Cardio Intervals // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2017. T. 164, No. 8. P. 136-139.

10. Zinchenko Yu.P., Khadartsev AA, Filatova O.E. Introduction to home biophysics of homeostatic systems (complexity) // *Complexity. Mind. Postneclassics*. 2016. № 3. P. 6-15. DOI: 10.12737 / 22107

11. Miroshnichenko IV, Elman KA, Prasolova AA, Glazova OA The dynamics of cardiointervals of the children's and youthful population of Yugra in the aspect of age-related changes // *Bulletin of new medical technologies*. - 2017. - T. 24, No. 4. - P. 14-19.

12. Tomchuk AG, Shirokov VA, Miroshnichenko IV, Yakhno V.G. Stochastic and chaotic analysis of the psychoemotional status and vegetative parameters in the complex treatment of chronic musculoskeletal pain // *Bulletin of new medical technologies*. - 2017. - Vol. 24, No. 3. - P. 40-46.

13. Filatova OE, Bodin ON, Kuropatkina MG, Gimadiev BR The homeostatic nature of meteorological parameters of the environment // *Bulletin of new medical technologies*.

Electronic edition. - 2017. - T. 11, No. 3. - P. 34-40.

14. Filatova OE, Maistrenko EV, Boltaev AV, Gazia G.V. Influence of industrial electromagnetic fields on the dynamics of cardiovascular systems of workers of the oil and gas complex // *Ecology and industry of Russia*. - 2017. - Vol. 21, No. 7. - P. 46-51.

15. Filatova OE, Prokhorov SA, Ilyashenko LK Chaos of meteorological parameters as a sign of homeostaticity // *Bulletin of new medical technologies*. - 2017. - T. 24, №4. - P. 33-38.

16. Filatova OE, Khadartseva KA, Filatova D.Yu., Zhivaeva N.V. Biophysics of complex systems - complexity // *Bulletin of new medical technologies*. 2016. Vol. 23, No. 2. Pp. 9-17.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

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

21. 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.

22. 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.

23. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of the human neuromuscular system in conditions of the cold exposure // Human Ecology. - 2017. - No. 8. - Pp. 15-20.

24. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol 21. – No. 3. – Pp. 224-232.

25. Mezentseva L.V. Computer modeling of ventricular fibrillation // Biophysics. – 2012. Vol. 5. – No. 2. – Pp. 247-252.

26. Mezentseva L.V. Mathematical modeling of atrial fibrillation // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2012. – Vol. 153. – No. 5. – Pp. 800-804.

27. Mezentseva L.V., Pertsov S.S. Computer modeling– based analysis of the persistence of different modes of heart– rate dynamics // Biophysics. – 2015. – Vol. 60. – No. 5. – Pp. 823-826.

28. Mezentseva L.V., Pertsov S.S., Kopylov F.Yu., Lastovetsky A.G. Mathematical analysis of the stability of heart– rate dynamics in postinfarction patients // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 3. – Pp. 499-502.

29. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardionterval Samples // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. –Vol. 164. – No. 2. – Pp. 115-117.