

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ
ВЫБОРОК КАРДИОИНТЕРВАЛОВ. ОСНОВЫ ХАОТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ
ПАРАМЕТРОВ КРС

В.В. ЕСЬКОВ

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»,
ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия, e-mail: firing.squad@mail.ru

Аннотация. Последние 100-200 лет существует устойчивое мнение, что стохастика и различные статистические методы объективно представляют параметры кардио-респираторной системы человека, как и другие параметры организма в целом. Однако еще в 1947 году М.А. Бернштейн высказал гипотезу о «повторении без повторений» в биомеханике, которая сейчас в психофизиологии получила подтверждения в виде эффекта Еськова-Зинченко. Вместе с тем, этот эффект сейчас распространяется и на любые параметры гомеостаза организма человека. Демонстрация (иллюстрация) такой неустойчивости возможно на примере многократно полученных выборок параметров кардиоинтервалов (и других параметров гомеостаза) всей кардио-респираторной системы человека. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации предлагается новый метод расчета матриц парных сравнений выборок кардиоинтервалов для оценки физиологического статуса организма человека, оценки изменения его гомеостаза. Доказывается статистическая неустойчивость статистических функций $f(x)$, спектральных плотностей сигнала, автокорреляций.

Ключевые слова: гомеостаз, кардиоинтервал, *complexity*.

THE ABSENCE OF STATISTICAL STABILITY IN RR-INTERVALS OF HUMAN BODY

V.V. ESKOV

Surgut State University, Str. Lenina, 1, Surgut, 628400, Russia, e-mail: firing.squad@mail.ru

Abstract. For the last 100-200 years is a perception that the stochastic and statistical methods objectively represent the parameters of the cardio-respiratory system of human as well as other parameters of the body. However, in 1947 N.A. Bernstein presented hypothesis "repetition without repetition" in biomechanics, which is now received confirmation in psychophysiology in the form of Eskov-Zinchenko effect. However, the effect now applies to all parameters of homeostasis of human body. Demonstration of such instability becomes possible by example of repeatedly obtained samples of cardiointervals parameters (and other parameters of homeostasis) in entire cardio-respiratory system. The method of calculation of pairwise comparison matrices of cardiointervals samples in assessment of physiological status of human body, assessing changes in its homeostasis has been presented within the framework of new theory of chaos-self-organization. The statistical instability of statistical functions $f(x)$, signal spectral density, autocorrelations has been proven.

Key words: homeostasis, cardiointervals, *complexity*.

Введение. В 1997 г. основоположник термодинамики неравновесных систем (в физике живых систем) *I.R. Prigogine* выступил с манифестом об окончании эпохи определенности в изучении сложных систем – *complexity*. В обобщающей монографии (по его словам – это труд нескольких десятков лет) «*The End of Certainty. Time Chaos and the New Laws of Nature*» [12] нобелевский лауреат декларировал завершение эпохи детерминизма (детерминистской определенности) в изучении сложных биосистем – *complexity*. Однако *I.R. Prigogine* декларировал конец определенности в физике живых систем именно с позиции детерминизма Ньютона-Лейбница-Пуанкаре. При этом он пытался доказать успешность применения стохастики и динамического хаоса в изучении и моделировании сложных биосистем – *complexity*. Одновременно с *I.R. Prigogine* еще один нобелевский лауреат *M. Gell-Mann* и *J.A. Wheeler* декларировали возможность применения стохастики и моделей динамического хаоса в изучении *complexity* (*M. Gell-Mann*) и эмерджентных систем (*J.A. Wheeler*) [6-8].

Однако реальная динамика сложных биосистем (*complexity* и эмерджентных систем) оказалась иной. Сложные гомеостатические системы демонстрируют отсутствие не только детерминистской устойчивости их вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ и моделей в виде различных уравнений (речь идет о всем функциональном анализе), но и отсутствие статистической устойчивости любых параметров x_i любой гомеостатической биосистемы. Сейчас мы декларируем отсутствие статистической (а заодно и невозможность применения моделей динамического хаоса Лоренца) устойчивости в динамике

поведения сложных гомеостатических систем. Причем это касается не только биосистем, но и любых процессов в неживой природе (например, метеопараметров окружающей среды или климата планеты Земля).

На смену детерминистской и стохастической неопределенности (неопределенности параметров гомеостатических систем) приходит новая трактовка устойчивости (гомеостаза) и эволюции сложных эмерджентных систем – систем третьего типа по *J.A. Wheeler* [6, 8, 9].

1. **Предпосылки возникновения новой третьей парадигмы в биомедицине.** Следует отметить, что нашими предшественниками были два выдающихся ученых 20-го века, работы которых не вызвали интереса у их современников и последователей. Фактически, они были преданы забвению на всем этом периоде (около 70-ти лет). Речь идет о работе Н. А. Бернштейна в 1947 г. и публикации *W. Weaver* в 1948 г. («*Science and complexity*») В своем замечательном труде («О построении движений») Н.А. Бернштейн впервые выдвинул гипотезу о повторении без повторений в биомеханике и психологии. Речь шла об участии пяти различных регуляторных систем в организации любого двигательного акта (*A, B, C, D, E* по Н.А. Бернштейну). При этом российский психолог и физиолог пытался сказать о невозможности совершения одинакового двигательного акта, о его неповторяемости. Однако, из-за критики теории рефлекса И.П. Павлова, все его представления были преданы забвению на долгие 70 лет.

Одновременно (1948 г.) *W. Weaver* выступил с декларацией о существовании в природе различных систем третьего типа (СТТ). Сейчас эти системы, в рамках разрабатываемой третьей парадигмы [2-8], мы относим к системам детерминистского типа (первого типа), стохастического типа (второго типа) и системам третьего типа (*organized complexity*). Последние (СТТ – *complexity*) мы в рамках третьей парадигмы выделили в отдельный, особый класс, т.е. их невозможно описать в рамках как детерминистских моделей (в рамках функционального анализа), так и в рамках стохастических моделей (в рамках стохастики, включая и динамический хаос Лоренца) [7-11].

Таким образом, Н.А. Бернштейн и *W. Weaver* были первыми учеными, которые постарались высказать сомнения о возможностях применения современных (традиционных) подходов в описании особых, новых гомеостатических систем – СТТ (или *complexity*, эмерджентных систем). Однако их высказывания и представления дальше декларации и гипотез не пошли. Эти двое ученых не представили экспериментальных данных, и ими не были построены математические модели таких особых СТТ – *complexity*, особых систем с эффектом «повторения без повторений».

За последние 50 лет (начиная с первых расчетов в 1968 г.) группе ученых Сургутского университета удалось доказать это экспериментально и построить определенные модели и теорию (мы ее назвали теорией хаоса-самоорганизации – ТХС), которые позволили описывать сложные гомеостатические системы и моделировать динамику их поведения. В области психологии и биомеханики такие эксперименты были представлены как эффект Еськова-Зинченко [8-10, 16-18], а в целом (в биомедицине) сейчас разрабатывается общая теория гомеостатических систем [3-17].

Это потребовало пересмотра наших глобальных представлений о гомеостазе и эволюции сложных биосистем – СТТ и необходимости разработки новых моделей и теорий, которые бы смогли описать хаос и самоорганизацию *complexity*. Подчеркнем, что для СТТ, гомеостатических систем – речь идет именно об их современном представлении, т.е. хаос и самоорганизация у СТТ сосуществуют непрерывно и взаимосвязано. Это две стороны одного и того же процесса – процесса жизни, особого существования сложных биосистем [1-10].

Таким образом, речь идет сейчас о хаососложности (совместном поддержании хаоса и порядка) в СТТ, о создании ТХС [3-11]. Напомним, что известный историк науки *J. Horgan* выступил с критикой синергетики (как теории хаососложности), и он был частично прав. Хаотичность, теория хаоса для СТТ (ТХС) не может базироваться на современном детерминистском подходе (функциональном анализе) и на современном стохастическом анализе (стохастике и теории динамического хаоса Лоренца-Арнольда). Сейчас речь может идти о третьей парадигме, о новом понимании *complexity* (и хаососложности в трактовке *J. Horgan*), о новом понимании гомеостаза и эволюции любых биосистем, которые имеют особую структуру организации и управления. В первую очередь к таким структурам относятся функциональные системы организма (ФСО) человека. Их попытался представить и описать выдающийся российский физиолог П. К. Анохин в 30-х годах 20-го века. Однако теория ФСО (математическая, формализованная) так и не была построена, несмотря на то, что *N. Winer* пытался это сделать (вместе с П. К. Анохиным) в общей структуре кибернетики [8, 9, 17].

На сегодня, биокибернетика и теория ФСО несколько приостановили свое развитие именно по причине отсутствия адекватных моделей поведения сложных биосистем (СТТ – *complexity*). Биологи, медики и математики (биофизики) заключили негласное соглашение, которое предполагает игнорирование несовпадения моделей биопроцессов (например, динамики ФСО) с процессами в живой природе. Считается, что любая математическая модель способна описать реально протекающие процессы в биологии или медицине, если эта модель базируется на статистике

Однако действительность оказывается иной. Любая математическая модель (в рамках функционального анализа, т.е. в виде дифференциальных, разностных, интегральных и других уравнений) несет разовый, ретроспективный смысл. Это означает, что если мы пронаблюдали процесс, получили его динамику и затем построили конкретное уравнение (или хотя бы идентифицировали параметры уже существующей модели), то при этом мы действительно можем получить уравнение или функцию ($y=y(x)$), которая как-то описывает динамику конкретного биологического, психологического, экологического или медицинского процесса. Но эта конкретная модель будет иметь разовую аппликацию. Повторение этого же самого процесса (движения у Н.А. Бернштейна) не гарантируют, что уже построенная модель будет описывать новый процесс.

До настоящего времени такая ситуация всех устраивала, т.к. априори считалось, что если повторять процессы или даже просто регистрировать параметры биосистемы, находящейся в одном гомеостазе несколько раз, то мы хоть и не повторим произвольного попадания в исходную точку $x(t_0)$ в фазовом пространстве состояний, то хоть сможем повторить выборку этих $x(t)$. Если будем многократно регистрировать $x(t)$ в некотором устойчивом гомеостазе, то до настоящего времени в биологии, медицине, психологии, экологии считалось, что экспериментатор может свободно повторить любую выборку $x(t_0)$ для любой гомеостатической системы. Это было устоявшейся догмой всей биомедицины, биофизики, физики живых систем и всей современной науки. Особенно это касается любых параметров *кардио-респираторной системы* (КРС) и *кардиоинтервалов* (КИ) в частности [3-12].

Отметим, что сам *W.B. Cannon* не придерживался представлений о гомеостазе как о статическом состоянии. Еще в 1937 году он поддерживал представления неустойчивости гомеостаза, возможности изменения параметров биосистемы, параметров вектора состояния биосистемы $x(t)$. Но вот в каких пределах существует эта неустойчивость, где эти границы – на этот вопрос ни *Cannon*, ни Бернштейн, ни *Prigogine* так и не дали ответа. Все они считали, что получить в явном виде стационарные режимы, для вектора $x(t)$, невозможно в общем случае (т.е. получить для СТТ $dx/dt=0$ – это весьма проблемно), но все были уверены, что на фоне $dx/dt \neq 0$ мы можем получить статистическую устойчивость. Это означает, что для одной и той же биосистемы, находящейся в одном и том же гомеостазе (неизменное биологическое или психологическое состояние человека), мы можем для двух выборок (на коротких интервалах времени $\Delta t_1 = \Delta t_2$, следующих друг за другом) получить две одинаковые статистические функции распределения. В медицине для КРС это было догмой последние 100-150 лет.

До настоящего времени это являлось центральной догмой всех наук о жизни: биологии, медицины, биохимии, экологии и др. наук о живых системах (включая и социологию, политологию). Однако, действительность оказалась иной. Если *I.R. Prigogine* в монографии «*The end of certainty...*» провозглашал окончание функционального анализа (детерминистских моделей) в описании сложных биосистем, то сейчас мы декларируем стохастическую неопределенность в описании любой СТТ – *complexity* (любых гомеостатических систем). В рамках статистических функций распределения $f(x)$, различных статистических характеристик – *спектральных плотностей сигнала* (СПС), *автокорреляционных функций* $A(t)$, фрактальной размерности и т.д. в описании. СТТ-*complexity* – мы не можем наблюдать их статистическую устойчивость [3-11, 14-17].

Это означает, что стохастику невозможно использовать для описания СТТ-*complexity*, это означает, что любые стохастические модели имеют разовый, уникальный характер. Они имеют ретроспективное значение, т.е. мы получили выборку x_i и определили ее статистическую функцию $f_j(x_i)$ на некотором интервале времени Δt_j , то на следующем интервале времени Δt_{j+1} мы получим другую выборку $\{x_i\}$ для этой же самой, гомеостатической системы. При этом организм человека или животного будет находиться в одинаковом состоянии и на интервале Δt_j , и на интервале Δt_{j+1} , однако мы не сможем два раза подряд (произвольно) получить две одинаковые (в смысле равенства их статистических функций распределения $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$) выборки одного и того же параметра x_i организма животного или человека. Гомеостаз СТТ-*complexity* имеет другой смысл статичности (устойчивости).

Любая полученная выборка x_i , любые ее статистические функции распределения $f_j(x_i)$ не могут быть дважды произвольно повторены. Мы имеем статистическую неустойчивость любых параметров гомеостаза. В настоящем сообщении мы представляем иллюстрации гомеостатичности на примере *кардио-респираторной системы* (КРС) человека, нашей одной из главнейших (важных) для жизни организма человека ФСО (по П.К. Анохину). При этом в настоящее время это все было доказано и для любых других систем [2-11]. Мы сейчас декларируем конец определенности не детерминистской теории (как у *I.R. Prigogine* [12]), а конец определенности для стохастического подхода, для всей стохастики, которую невозможно использовать для описания любых гомеостатических систем, СТТ-*complexity*, в частности, в настоящем сообщении речь идет о КРС, о хаосе параметров x_i для КРС [2, 3, 13-19].

2. **Что такое конец определенности в стохастике?** Итак, *W. Weaver* и *M.A. Bernstein* были первыми учеными, которые как-то пытались выделить неопределенность в описании сложных биосистем. При этом *I.R. Prigogine* в 1997 г. декларировал конец определенности в изучении живых систем с позиций детерминизма и математического редукционизма [12]. Однако до настоящего времени два нобелев-

ских лауреата (*M. Gell-Mann, I.R. Prigogine*) были твердо уверены, что стохастика (включая и детерминированный хаос) ослабла. На этих же позициях стоял *J.A. Wheeler*.

N.A. Bernstein и *W. Weaver* декларировали границы возможностей современной науки в описании СТТ – *complexity*. Центральная догма современной науки (мы живем в стохастическом мире) и мы сами (наш организм, психика, работа нейросетей мозга) является стохастическими системами, для которых можно представить их описание в рамках стохастических функций распределения (т.е. в виде $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$) для любого интервала времени Δt_j , т.е. времени наблюдения биосистемы, находящейся в гомеостазе. Однако 50 лет назад мы усомнились в этой догме сначала при изучении работы нейросетей мозга, работы системы регуляции дыхания, затем системы регуляции сердца и далее в биомеханике в виде эффекта Еськова – Зинченко в (психологии и психофизиологии [4, 8-11]).

Суть этих сомнений кроется именно в нарушении этой догмы, т.е. в высказывании, что для двух подряд полученных выборок любого x_i вектора $x_i(t)$, описывающего гомеостаз, можно получить $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$. Рассмотрим некоторый пример с вариативностью КРС – системой регуляции ритма сердца. Существует тысячи (и даже миллионы) статей, где ученые регистрируют КИ, например последовательность *кардиоинтервалов* $x_1=x(t)$, и для регистрируемых выборок находят статистические функции распределения $f(x_i)$ и их статистические характеристики (АЧХ, $A(t)$, фрактальные размерности и т.д.). Во всех этих случаях для этих разовых выборок полученные $f(x)$, АЧХ, $A(t)$, и т.д. считаются реальными, адекватными для описания состояния системы регуляции КРС (эти выборки, их $f(x)$, АЧХ и т.д. считают репрезентативными).

Однако это не соответствует действительности. Если многократно, подряд, у одного и того же человека измерять (по рекомендации ассоциации кардиологов) значения КИ не менее 5 минут, а затем сравнить полученные выборки между собой, то выявляются четкие закономерности. Их всегда три. Первая и главная: число пар сравнения выборок КИ не превышает 15-18% от общего числа пар сравнения. Во-вторых, вероятность p совпадения выборок полученных подряд, т.е. для j -й и $j+1$ -й выборки не превышает для КИ 0,01, т.е. $p<0,01$. В-третьих, оказывается, что если группа подбирается почти однородной (одинакового пола, возраста, без патологий КРС), то число k пар сравнений выборок существенно не различается. Что для одного человека при N повторях, что для группы из N человек (тогда для каждого из группы одна выборка) при регистрации КИ (подряд, непрерывно) существенно не различаются. Число K для группы из N человек и для одного человека (при 15-ти повторях регистрации КИ) будет приблизительно одинаковыми (табл. 1 и табл. 2).

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов испытуемого ГДВ (число повторов измерений $N=15$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p<0,05$, число совпадений $k=17$)

	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	1.00	1.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.33	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00		0.48	0.00	0.91	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.48		0.00	0.86	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.40	0.84	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.05	0.91	0.86	0.00		0.04	0.00	0.00	0.00	0.13	0.08	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.05		0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.02		0.56	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	0.01	0.56		0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.63	0.99		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.19	0.00	0.02	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00		0.55	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.33	0.00	0.03	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55		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		0.00	0.00
14	1.00	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	1.00	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	

На сегодня мы обследовали более 20000 человек (больных и здоровых) и получили более одного миллиона выборок КИ, для которых везде соблюдаются указанные выше закономерности из трех условий. Для иллюстрации сказанному представим три характерные таблицы. В табл. 1 мы приводим типичную матрицу парных сравнений выборок $N=15$, т.е. регистрировались подряд не менее 300 КИ (время регистрации не менее 5 минут) в каждой выборке, а число этих выборок было 15. Далее, строилась мат-

рица парных сравнений, содержащая 225 пар, из которых независимых пар было всего 105 (диагональные элементы исключались, а оставшиеся 210 пар делились пополам из-за симметрии этой матрицы по диагонали). В табл. 1 мы имеем $k_f=17$, что из 105 различных пар не превышает 16% пар совпадений выборок КИ (такие две выборки по критерию Вилкоксона $p>0,05$ можно отнести к одной генеральной совокупности). Это означает крайне низкую долю стохастичности в работе сердца вообще (процент стохастичности около 16%, остальные выборки все разные) и у конкретного человека (при повторных измерениях) в частности.

Отметим, что в табл. 1 мы имеем $k_s=4$ из всех $k=17$, где (выборки 3-4, 8-12) подряд полученные выборки КИ могут показать совпадение двух соседних выборок КИ. Это очень редкая матрица, обычно $k_s<2$ и тогда вероятность P совпадений подряд полученных выборок для КИ обычно $p<0,03$. Это и есть доля стохастичности (справедливость статистики) в медицине. Напомним, что доверительная вероятность начинается обычно с $p>0,95$. В табл. 2 для сравнения представлена матрица (15×15), которая составлена при сравнении 15-ти выборок КИ для 15-ти разных испытуемых, находящихся приблизительно в одинаковых физиологических и психического состояниях (одного пола и возраста). Очевидно, что число пар совпадений выборок $k_2=20$ (при $k_s=5$), что существенно не отличается от предыдущей таблицы 1, где $k_f=17$. Это демонстрирует статистическое подобие систем регуляции кардиоритма у всех людей, если они физиологически существенно не различаются. В этом случае мы будем говорить об исходном (подобном) гомеостазе одного человека или группы людей. Более того число наддиагональных элементов, у которых совпадают две соседние выборки (мы обозначили это как $k_{s,}$) для разных людей даже получилось выше, чем для одного человека, находящегося в одном гомеостазе (там $k_s=4$ в табл. 1). Получается, что разные люди даже стохастически более близки, чем один человек (для самого себя) [8-11, 14-16].

Таблица 2

Матрица парных сравнений выборок кардиоинтервалов группы испытуемых из 15 человек, использовался критерий Краскела-Уоллиса (уровень значимости $p<0.05$, число совпадений $k=20$)

	1 R:1569,2	2 R:2655,7	3 R:2710,1	4 R:3044,4	5 R:151,01	6 R:1051,8	7 R:741,24	8 R:2402,1	9 R:1074,3	10 R:2320,7	11 R:2019,3	12 R:2653,9	13 R:1355,1	14 R:1174,4	15 R:3209,3
1		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	0.00
2	0.00		1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.06	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	1.00		0.06	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.01	0.06		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.14	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.18	1.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14		0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.93	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	1.00	0.01	0.98	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.06	0.00		0.00	0.00	0.00	0.39	1.00	0.00
10	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		0.19	0.06	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.19		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	1.00	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.06	0.00		0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00		1.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00		0.00
15	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	0.00	

Поскольку в рамках эффекта Еськова-Зинченко [16] ставится под сомнение статистическая устойчивость получаемых выборок КИ, то были отдельно выполнены исследования по многократному повторению регистрации выборок КИ у одного и того же человека или больших групп разных людей (различий в КРС у них особых нет). В этом случае для одного человека мы получали 15 матриц подобных табл. 1 у одного и того же испытуемого при регистрации подряд 15-ти выборок в каждой серии наблюдения. Всего получилось 15 матриц по 15 выборок в каждой для каждого испытуемого (в каждой выборке мы имели по 300 кардиоинтервалов, т.е. время регистрации было не менее 5 минут), все эти 15 матриц представили свои k в табл. 3.

Как показали такие многократные наблюдения для каждого испытуемого, имеется некоторая статистическая устойчивость по значению k , если выборки регистрировать приблизительно в одно и то же время, в одних и тех же условиях. Имеет значение время суток (регистрация утром, днем, вечером или ночью). В этих случаях мы наблюдаем увеличение разброса по k , но в целом имеется некоторая стати-

стическая закономерность распределения k_n , где n – номер серии измерения ($n=1, 2, \dots, 15$). Характерный пример такого распределения k_n для одного испытуемого во всех 15-ти сериях наблюдений (по 15 выборок из 300 КИ в каждой серии) представлен в табл. 3.

Таблица 3

Таблица распределения числа пар совпадений парного сравнения k для 15-ти серий по 15 измерений кардиоинтервалов в каждой серии

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	< k >
k	17	18	15	14	18	17	15	19	16	13	17	16	14	18	16	16.2

Таким образом, более 20000 испытуемых показывают, в целом, значения k , которые не выходят за пределы 20-25% (обычно $k < 17\%$), что составляет крайне малую величину и показывает низкую роль статистической закономерности в генерации КИ системой *регуляции ритма сердца* (КРС). А сейчас в доказательной медицине пытаются перейти от доверительной вероятности $\beta_1=0,95$ к $\beta_2=0,99$ (и даже выше). Однако у нас такие вероятности не поднимаются обычно выше $\beta_3=0,2$. Это можно представить как статистически незначимые совпадения получаемых выборок вообще, а для подряд полученных выборок величина $p < 0,03$, что является крайне низким значением [13-19].

Однако $\beta_3=0,2$ касается просто числа совпадений пар (хаотическое совпадение выборок) k и речь не идет о получении двух выборок подряд (!). Получить статистическое совпадение для любой j -й и $j+1$ -й выборки КИ задача почти невозможная, особенно для *электромиограмм* (ЭМГ), *треморграмм* (ТМГ) и *электроэнцефалограмм* (ЭЭГ). Обычно частота такого события (причем оно возникает спонтанно, хаотически) $p^* < 0,01$ (довольно часто в 225-ти выборках КИ мы имеем $p^* < 0,02$). С позиций стохастики это невозможное событие, т.к. существует правило трех сигм – 3σ (когда x_i выходит за пределы 3σ) и частота такого события для нормального распределения не превышает $p=0,003$.

Такие редкие события (с частотой $p > 0,003$) отбрасываются и расчет должен повториться заново. У нас очень часто $p_3 < 0,001$ для выборок ЭМГ, ЭЭГ и ТМГ при их парном сравнении, когда две статистические функции распределения показывают равенство ($f_j(x_i) = f_{j+1}(x_i)$). Следуя логике статистики надо отбрасывать эти выборки как недостоверные (с чем тогда останемся?). Обычно мы наблюдаем неравенство (с частотой $p > 0,95$, $p > 0,99$ или даже $p > 0,999$), т.е. $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$. Это доказывает отсутствие статистической устойчивости для выборок КИ и невозможность применения расчетов статистических функций распределения $f(x_i)$ для диагностики состояния КРС как у здоровых людей, так и у больных (пациентов). Возникает закономерный вопрос: с чем тогда до настоящего времени работает биология, физиология, медицина?

3. Поведение статистических характеристик параметров КРС. Следует отметить, что у всех 20000 испытуемых (и в их почти один миллион выборок) почти не наблюдается нормальное распределение КИ для этих выборок (по 5 минут регистрации КИ). Частота того, что выборка КИ может иметь распределение Гаусса, не превышает 1-2% из всех исследованных выборок. Это еще одна иллюзия в биологии и медицине (четвертая по счету особенность КРС). В этих случаях мы использовали непараметрические распределения и эти непараметрические распределения применялись не только для расчета выборок x_i и построения их статистических функций распределения, но и для расчета параметров статистических характеристик КИ. В частности, в этом параграфе мы представим примеры расчета спектральных плотностей сигнала и их статистических сравнений по критерию Вилкоксона и по расчету автокорреляций $A(t)$. Как и в предыдущем случае использовалась система многократных повторений выборок КИ (по 15 выборок в каждой из 15-ти серий наблюдений). Для этих 225 выборок КИ строились матрицы сравнения статистических функций распределения спектральных плотностей сигнала и их $A(t)$.

Производились расчеты и для одного человека при 15-ти повторях и при 225-ти повторях (при 15-ти сериях КИ с 15-ю выборками КИ в каждой серии). Во всех этих расчетах результаты были получены приблизительно схожими с расчетом статистических функций распределения самих КИ. Строились матрицы парного сравнения СПС и $A(t)$ по 15-ти выборкам в каждой матрице и определялись числа k совпадений СПС и $A(t)$. Сразу отметим, что для КИ значения k были несколько выше чем для $f(x_i)$ по критерию Вилкоксона (когда $p > 0,05$). Однако, в любом случае, эти значения k не превышали 25-30% от общего числа пар сравнения выборок.

Для примера представим характерные таблицы, подобные табл. 1 из представленного выше материала. В табл. 4 мы демонстрируем матрицу парного сравнения СПС при 15-ти повторях по критерию Вилкоксона ($p > 0,05$). Очевидно, что число $k_{\text{спс}}=29$, что несколько больше числа k_I для $f(x_i)$. В табл. 5 мы представляем матрицу парных сравнений выборок для автокорреляций $A(t)$ при 15-ти повторных регистрациях. В этом случае $k_A=28$.

Таблица 4

Матрица парного сравнения выборок спектральных плотностей сигнала - СПС кардиоинтервалов от одного испытуемого ГДВ (число повторов $N=15$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p<0.05$, число совпадений $k=29$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.12	0.13	0.00	0.37
3	0.00	0.00		0.01	0.15	0.07	0.74	0.15	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00
4	0.22	0.00	0.01		0.10	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00
5	0.00	0.00	0.15	0.10		0.00	0.25	0.27	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
6	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00		0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.47
7	0.00	0.00	0.74	0.00	0.25	0.02		0.31	0.06	0.00	0.00	0.00	0.19	0.03	0.00
8	0.00	0.00	0.15	0.00	0.27	0.06	0.31		0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
9	0.03	0.00	0.07	0.07	0.96	0.00	0.06	0.00		0.00	0.00	0.00	0.01	0.78	0.00
10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
11	0.23	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	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00		0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.13	0.02	0.00	0.00	0.83	0.19	0.35	0.01	0.00	0.00	0.00		0.00	0.32
14	0.00	0.00	0.06	0.96	0.17	0.00	0.03	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
15	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	

Таблица 5

Матрица парного сравнения выборок автокорреляций $A(t)$ кардиоинтервалов от одного испытуемого ГДВ (число повторов $N=15$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p<0.05$, число совпадений $k=28$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.04	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.07	0.53	0.00	0.37
2	0.05		0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.65	0.00	0.00	0.01
3	0.15	0.81		0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.77	0.02	0.00	0.00	0.81	0.24	0.00
4	0.00	0.00	0.00		0.01	0.00	0.79	0.48	0.00	0.44	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.62	0.43	0.01		0.00	0.01	0.04	0.28	0.00	0.00	0.82	0.19	0.06	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	0.01	0.11
7	0.00	0.00	0.00	0.79	0.01	0.00		0.27	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.48	0.04	0.00	0.27		0.01	0.84	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
9	0.20	0.49	0.77	0.00	0.28	0.00	0.00	0.01		0.02	0.00	0.58	0.94	0.34	0.01
10	0.00	0.01	0.02	0.44	0.16	0.00	0.09	0.84	0.02		0.01	0.04	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.36	0.05	0.00	0.01		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.07	0.65	0.64	0.00	0.82	0.00	0.00	0.04	0.58	0.05	0.00		0.38	0.10	0.01
13	0.53	0.49	0.81	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.38		0.00	0.04
14	0.51	0.24	0.24	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.10	0.38		0.10
15	0.37	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.10	

Очевидно, что как для СПС, так и для автокорреляций $A(t)$, мы не можем получить статистическую устойчивость их распределения. Подряд получаемые статистические характеристики КИ у одного и того же испытуемого не имеют статистической устойчивости. Более того, для СПС и $A(t)$ обычно мы получаем число k_s пар (подряд полученных выборок КИ) совпадающих, т.е. для которых $f_j(x_i) = f_{j+1}(x_i)$, не более 2-3 единиц. Это меньше, чем для самих КИ. Все это доказывает отсутствие статистической устойчивости параметров КРС для подряд регистрируемых выборок.

Поскольку и разные люди (при их сравнении) дают аналогичный результат, то возникает глобальный вопрос для медицины: как сравнить параметры КРС разных людей, если с позиции ТХС они похожи друг на друга? Ответ на этот вопрос дает нам расчет параметров квазиаттракторов отдельного человека и группы людей, находящихся в разных физиологических условиях [3-8, 13-19].

Выводы:

1. Основу третьей парадигмы и ТХС составляет проблема определенности и неопределенности биосистем-*complexity* (СТТ), которая в итоге сводится к проблеме порядка и беспорядка в 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. Адайкин В.И., Еськов В.М., Зилов В.Г., Логинов С.И., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Новые информационно-системные подходы и парадигмы в клинической кибернетике // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, №5. С. 32–39.
2. Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Даянова Д.Д., Берестин Д.К. Параметры квазиаттракторов в оценке стационарных режимов биологических динамических систем с позиций компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 1. С. 134–137.
3. Башкатова Ю.В., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Мороз О.А. Хаотическая динамика параметров кардиоинтервалов испытуемого до и после физической нагрузки при повторных экспериментах // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №3. С. 39–45.
4. Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю., Ключ Л.Г. Термодинамика в эффекте Еськова – Зинченко при изучении стационарных состояний сложных биомедицинских систем // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 18–25.
5. Еськов В.М., Филатова О.Е., Третьякова С.А. Разработка новых методов идентификации параметров порядка – основная задача современного системного синтеза и синергетики в целом // Вестник новых медицинских технологий. 2007. Т. 14, №1. С. 193–196.
6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Литовченко О.Г. Проблема оценки эффективности кинематической характеристики вектора состояния организма // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, №1. С. 143–152.
7. Еськов В.М., Вохмина Ю.В., Шерстюк Е.С. Групповая и индивидуальная динамика биопотенциалов мышц // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 26–33.
8. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса – самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 182–188.
9. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. К проблеме самоорганизации в биологии и психологии // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №3. С. 174–181.
10. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Развитие психологии и психофизиологии в аспекте третьей парадигмы естествознания // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №3. С. 187–194.
11. Живогляд Р.Н., Данилов А.Г., Алексеенко Я.В. Параметры вегетативной нервной системы у больных гипертонической болезнью с дислипидемией в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №1. С. 31–39.
12. Пригожин И. Конец определенности. Ижевск: РХД, 2001. 216 с.
13. Русак С.Н., Филатова О.Е., Бикмухаметова Л.М. Неопределенность в оценке погодноклиматических факторов на примере ХМАО – Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №1. С. 15–19.
14. Филатова Д.Ю., Горбунов Д.В., Эльман К.А., Ворошилова О.М. Теорема Гленсдорфа – Пригожина в оценке параметров кардиоинтервалов школьников при широтных перемещениях // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №1. С. 24–30.
15. Филатова О.Е., Даниелян В.В., Сологуб Л.И., Филатов М.А., Ярмухаметова В.Н. Три типа систем в природе и новые методы изучения биосистем в рамках третьей парадигмы // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 2. С. 21–23.

16. Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Соколова А.А., Еськов В.В., Эльман К.А. Сердечно-сосудистая система аборигенов и пришлого женского населения Севера РФ: модели и возрастная динамика // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 2. С. 43–49.
17. 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.
18. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Хадарцев В.А., Иванов Д.В. Клеточные технологии с позиций синергетики // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 4. С. 7–9.
19. Хадарцев А.А., Шакирова Л.С., Пахомов А.А., Полухин В.В., Синенко Д.В. Параметры сердечно-сосудистой системы школьников в условиях санаторного лечения // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №1. С. 7–14.

References

1. Adaykin VI, Es'kov VM, Zilov VG, Loginov SI, Filatova OE, Khadartsev AA. Novye informatsionno-sistemnye podkhody i paradigmy v klinicheskoy kibernetike [New information systems approaches and paradigms in clinical cybernetics]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2006;13(5):32-9. Russian.
2. Gavrilenko TV, Vokhmina YV, Dayanova DD, Berestin DK. Parametry kvaziattraktorov v otsenke statsionarnykh rezhimov biologicheskikh dinamicheskikh sistem s pozitsiy kompartmentno-klasterного podkhoda [Parameters quasi-attractors in the evaluation of stationary regimes of dynamical systems with biological products kompartmentno-cluster approach]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(1):134-7. Russian.
3. Bashkatova YV, Beloshchenko DV, Bazhenova AE, Moroz OA. Khaoticheskaya dinamika parametrov kardiointervalov ispytuemogo do i posle fizicheskoy nagruzki pri povtornykh eksperimentakh [Chaotic dynamics of cardio test parameters before and after exercise in repeated experiments]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(3):39-45. Russian.
4. Veraksa AN, Filatova DY, Poskina TY, Klyus LG. Termodinamika v effekte Es'kova – Zinchenko pri izuchenii statsionarnykh sostoyaniy slozhnykh biomeditsinskikh sistem [Thermodynamics in effect Eskova - Zinchenko in the study of stationary states of complex biomedical systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):18-25. Russian.
5. Es'kov VM, Filatova OE, Tret'yakova SA. Razrabotka novykh metodov identifikatsii parametrov porjadka – osnovnaya zadacha sovremennogo sistemnogo sinteza i sinergetiki v tselom [Development of new methods for identifying the order of the parameters - the main task of the modern system of synthesis and synergy in general]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2007;14(1):193-6. Russian.
6. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA, Litovchenko OG. Problema otsenki effektivnosti kinematicheskoy kharakteristiki vektora sostoyaniya organizma [The problem of evaluating the effectiveness of the kinematic characteristics of the vector state of the organism]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(1):143-52. Russian.
7. Es'kov VM, Vokhmina YV, Sherstyuk ES. Gruppovaya i individual'naya dinamika biopotentsialov myshts [Group and individual dynamics of muscle biopotentials]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):26-33. Russian.
8. Es'kov VM, Zinchenko YP, Filatova OE, Veraksa AN. Biofizicheskie problemy v organizatsii dvizheniy s pozitsiy teorii khaosa – samoorganizatsii [Biophysical problems in the organization of movement from the point of chaos theory - self]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):182-8. Russian.
9. Es'kov VM, Zinchenko YP, Filatova OE. K probleme samoorganizatsii v biologii i psikhologii [On the problem of self-organization in biology and psychology]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(3):174-81. Russian.
10. Es'kov VM, Zinchenko YP, Filatova OE. Razvitie psikhologii i psikhofiziologii v aspekte tret'ey paradigmy estestvoznaniya [The development of psychology and psychophysiology in the third aspect of natural science paradigm]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(3):187-94. Russian.
11. Zhivoglyad RN, Danilov AG, Alekseenko YV. Parametry vegetativnoy nervnoy sistemy u bol'nykh gipertonicheskoy bolezn'yu s dislipidemiye v usloviyakh Severa RF [The parameters of the autonomic nervous system in patients with hypertension and dyslipidemia under Russian North]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(1):31-9. Russian.
12. Prigozhin I. Konets opredelennosti [The end of certainty]. Izhevsk: RKhD; 2001. Russian.
13. Rusak SN, Filatova OE, Bikmukhametova LM. Neopredelennost' v otsenke pogodno-klimaticheskikh faktorov na primere KhMAO – Yugry [The uncertainty in the assessment of climatic factors on the example of Khanty-Mansiysk - Ugra]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(1):15-9. Russian.
14. Filatova DY, Gorbunov DV, El'man KA, Voroshilova OM. Teorema Glensdorfa – Prigozhina v otsenke parametrov kardiointervalov shkol'nikov pri shirotnykh peremeshcheniyakh [Theorem Glansdorff - Prigogine in assessing cardio parameters of schoolboys at latitudinal displacements]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(1):24-30. Russian.

15. Filatova OE, Danielyan VV, Sologub LI, Filatov MA, Yarmukhametova VN. Tri tipa sistem v prirode i novye metody izucheniya biosistem v ramkakh tret'ey paradigmy [Three types of systems in nature and new methods of studying biological systems in the third paradigm]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2):21-3. Russian.

16. Filatova OE, Khadartseva KA, Sokolova AA, Es'kov VV, El'man KA. Serdechno-sosudistaya sistema aborigenov i prishlogo zhenskogo naseleniya Severa RF: modeli i vozrastnaya dinamika [Cardiovascular system and aboriginal alien female population of the Russian Federation of the North: the model and age dynamics]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(2):43-9. Russian.

17. Filatova OE, Khadartseva KA, Filatova DY, Zhivaeva NV. Biofizika slozhnykh sistem – complexity [Biophysics of complex systems – complexity]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):9-17. Russian.

18. Khadartsev AA, Es'kov VM, Khadartsev VA, Ivanov DV. Kletochnye tekhnologii s pozitsiy sinergitiki [Cellular technology from the standpoint of synergy]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(4):7-9. Russian.

19. Khadartsev AA, Shakirova LS, Pakhomov AA, Polukhin VV, Sinenko DV. Parametry serdechno-sosudistoy sistemy shkol'nikov v usloviyakh sanatornogo lecheniya [The parameters of the cardiovascular system of pupils in the conditions of sanatorium treatment]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(1):7-14. Russian.

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В Экспериментальное подтверждение статистической неустойчивости выборок кардиоинтервалов. Основы хаотической регуляции параметров КРС // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №4. Публикация 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/1-3.pdf> (дата обращения: 20.12.2016). DOI: 12737/23738.