

DOI: 10.12737/12010

**ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ
НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВЛИЯНИИ ЛОКАЛЬНОГО
ХОЛОДОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

В.В. КОЗЛОВА, Д.В. БЕЛОЩЕНКО, А.А. ПАХОМОВ, Б.К. УМАРОВ

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

Аннотация. Работа представляет экспериментальную проверку теоремы Пригожина-Глендсдорфа об эволюции сложных биосистем и проверку теоремы Пригожина в отношении открытых неравновесных термодинамических (биологических) систем. Энтропия может быть представлена как некая величина, показывающая насколько много в системе различных состояний, но она не отражает того, насколько они устойчивы, то есть не связывается с понятием беспорядка, порядок и беспорядок выступают как детерминированное и недетерминированное состояние системы. Таким образом, мы установили, что условия теоремы Пригожина-Глендсдорфа для изучения биосистем не выполняются, т.к. в основном (кроме весеннего периода для параметров треморограмм) энтропия параметров треморограмм и миограмм статистически не изменяется.

Ключевые слова: энтропийный подход, нервно-мышечная система, параметры порядка.

**ENTROPIC APPROACH IN ASSESSMENT OF SEASONAL DYNAMICS
OF NEUROMUSCULAR SYSTEM'S PARAMETERS IN HUMAN UNDER EXPOSURE
TO LOCAL COOLING**

V.V. KOZLOVA, D.V. BELOSCHENKO, A.A. PAKHOMOV, B.K. UMAROV

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

Abstract. The paper presents an experimental verification of Prigogine-Glansdorff's theorem for evolution of complex biological systems and verification of Prigogine's theorem for an open nonequilibrium thermodynamic (biological) systems. Entropy can be represented as a value that indicates how many different states are in the system, but it does not represent if they are stable, i.e. it is not linked to the concept of chaos, order and disorder act as deterministic and non-deterministic state of the system. Thus, we found that the conditions of Prigogine-Glansdorff's theorem for studying the biosystems don't suite because it is common (except for tremorogramm's parameters of the spring period) that the entropy of parameters of tremorogramms and myogramms statistically doesn't change.

Keywords: entropy approach, neuromuscular system, order parameters.

Введение. Энтропия – в классическом представлении есть мера неупорядоченно-

сти системы. Понятие энтропии было введено Клаузиусом в термодинамике в 1865 году

для определения меры необратимого рассеивания энергии, меры отклонения реального процесса от идеального. Энтропия, в классическом представлении является также функцией состояния системы, остающейся постоянной при замкнутых обратимых процессах; тогда как в необратимых процессах её изменение всегда положительно.

Производство энтропии положительно как в системах, в которых хаос рождается из порядка, так и в системах, в которых, наоборот, порядок рождается из хаоса – это показывает С. Хайтун. *«Производство энтропии положительно всегда и везде, в любой реальной системе и ее окружении (среде), в каждом элементе их объема. Это может означать только то, что применительно к реальным системам энтропия не является мерой беспорядка»* [12]. В теоретическом обосновании все идет к тому, что в реальных системах происходит постоянное изменение набора описывающих ее переменных, взаимодействий, появляются новые формы энергии и новые явления. Ведь мир не статичен, а формой существования материи является движение (изменение). *«Энтропия же реальной системы – это интегральная характеристика «ширины» всего множества распределений системы»* [12].

В неклассическом представлении энтропия может быть представлена как некая величина, показывающая насколько много в системе различных состояний, но она не отражает того, насколько они устойчивы, то есть не связывается с понятием беспорядка, ведь порядок и беспорядок выступают как детерминированное и недетерминированное состояние системы. Другими словами порядок и беспорядок показывают вероятность нахождения системы в том или ином состоянии, а неклассическое понятие энтропии – количество таких состояний. С признанием неклассической трактовки энтропии последуют изменения и в научной картине мира. И вместе с этим, наука сделает большой шаг вперед и, возможно, эти изменения окажутся полезными в практическом смысле.

Актуально представление энтропийного анализа параметров нервно-мышечной системы человека, т.е. представление эн-

тропийного подхода в оценке сезонной динамики параметров треморограмм и миограмм испытуемых при влиянии локального холодового воздействия [8,9].

Объекты и методы исследования. В настоящих исследованиях объектом наблюдения стали 30 юношей и девушек в возрасте от 20 до 30 лет в осенний и весенний периоды (сезонная динамика), которые проживали на Севере более 15 лет. Средний возраст обследуемых составил 22,8 лет.

Обследование испытуемых производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г.). Работа выполнялась в рамках плана научных исследований лаборатории «Функциональных систем организма человека на Севере» при институте естественных и технических наук ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры» и темой НИОКР «Исследование поведения функциональных систем организма человека на Севере РФ методами многомерных фазовых пространств состояний» (№ 01200965147). Критерии включения: возраст испытуемых 20-30 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия родителей на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь испытуемого в период обследования.

Информация о состоянии параметров произвольных микродвижений конечности была получена с помощью прибора «Тремограф», который обеспечивает регистрацию кинематограмм (движения пальцев руки). Во всех случаях фиксировались треморограммы для кисти (фиксация руки в лучезапястном суставе) верхней свободной конечности испытуемых.

Записи миограмм мышц (сгибателя мизинца) обрабатывались программным комплексом для формирования вектора $x=(x_1, x_2)^T$, где $x_1=x(t)$ – абсолютное значение биопотенциалов мышцы (БПМ) на некотором интервале времени Δt , а x_2 – скорость изменения x_1 , т.е. $x_2=dx_1/dt$. Изначально испытуемые находились в положении сидя с вытянутыми руками вдоль туловища в относительно комфортных условиях при полном

отсутствии какой-либо нагрузки на мускулатуру. Испытуемому закреплялись 2 электрода: к мышце (передних пучков дельтовидной правой руки) отводящей мизинец кисти был прикреплен накожный вилочковый электрод с постоянным межэлектродным расстоянием, а к самой кисти (где находится лучезапястный сустав) был прикреплен заземляющий электрод. Находясь в комфортном сидячем положении испытуемым необходимо было сжимать рабочую часть динамометра (ДК) мышечной силой 10 *деканьютон* (даН) кистью правой верхней конечности, вытянутой в горизонтальном положении. В течение 5 секунд по 4 раза записывались показания датчика. Показатели снимались в осенний и зимний периоды до и после локального холодового воздействия. Всего было исследовано 30 человек.

В табл. 1 представлена динамика изменения энтропии Шеннона для группы испытуемых в осенний и весенний периоды года до и после локального холодового воздействия. Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи следующих программных пакетов: «*Excel MS Office-2003*» и «*Statistica 6.1*». Соответствие структуры данных закону нормального распределения оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка (для выборок $n < 50$). Производилась идентификация параметров энтропии Шеннона на соответствие закону нормального распределения. Закон Гаусса подтвердился, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами параметрической статистики. Полученные результаты расчета энтропии представлены средними значениями в группе в разные сезоны исследования. Сравнение групп осуществлялось с использованием параметрического критерия Стьюдента для оценки наличия различий между группами [11].

Для параметров треморограмм и миограмм у группы из 30 испытуемых в осенний и весенний периоды года была рассчитана энтропия Шеннона E для до и после локального холодового воздействия, где E определяется по формуле

$$E(x) = -\sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i),$$
 где p – функция вероятности. Для всех полученных значений были построены графики (гистограммы)

[5,10,13].

Таблица 1

Результаты статистической обработки значений энтропии Шеннона, рассчитанной для параметров координат треморограмм в группе испытуемых в разные сезоны года до и после локального холодового воздействия

№		Значения энтропии E			
		Осенний период		Весенний период	
		до воздействия	после воздействия	до воздействия	после воздействия
Описательная статистика	X_{cp}	3,748	3,738	3,778	3,709
	σ	0,080	0,090	0,092	0,120
	Доверит,-95%	3,718	3,704	3,743	3,664
	Доверит,+95%	3,778	3,771	3,813	3,754
	min	3,586	3,498	3,608	3,397
	max	3,908	3,910	4,073	3,936
W		0,978	0,979	0,933	0,935
P		0,792	0,819	0,061	0,070

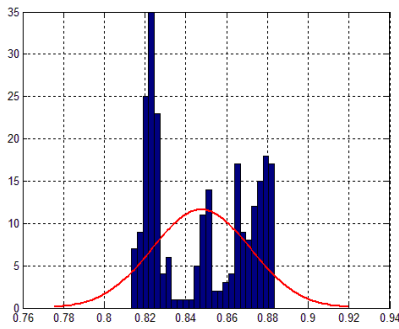
Примечание: W – критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) для проверки типа распределения признака; p – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка (критическим уровнем значимости принят $p < 0,05$), X_{cp} – средние арифметические значения; σ – стандартные отклонения; min – минимальные значения; max – максимальные значения

Результаты их обсуждение. В табл. 1 представлены результаты статистической обработки данных значений энтропии параметров координат треморограмм группы испытуемых в осенний и весенний периоды года до и после локального холодового воздействия. Так как данные параметров треморограмм распределены нормально, поэтому результаты представлены средними значениями и доверительным интервалом.

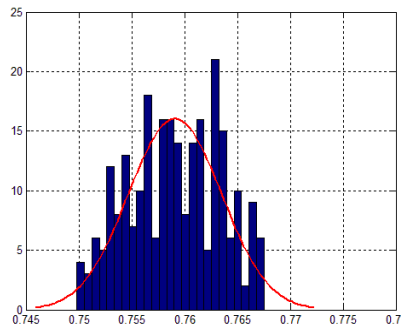
Установлено устойчивое снижение энтропии E , как в осенний, так и в весенний периоды года после локального холодового воздействия: причем средние значения энтропии в осенний период на 0,01 у.е. (с 3,748 у.е до 3,738 у.е.), в весенний период на 0,069 у.е. (с 3,778 у.е. до 3,709 у.е.) что говорит об ответной реакции нервно-

мышечной системы на внешнее неблагоприятное воздействие.

воздействия составляет 3,908 у.е, а минимальное значение 3,586 у.е; после локального



а)



б)

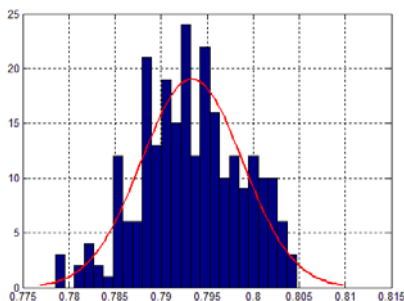
Рис. 1. Энтропия параметров треморограмм испытуемого Г.О.М в осенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодного воздействия $E=4,004$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодного воздействия $E=3,814$ у.е.

го холодного воздействия максимальное значение энтропии незначительно изменяется до 3,910 у.е, а минимальное значение составляет 3,648 у.е.

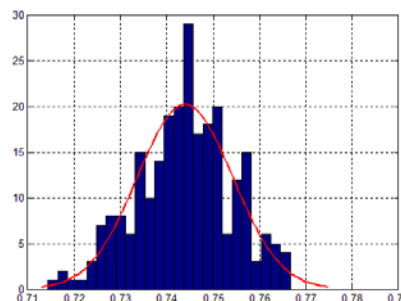
Разброс параметров в весенний период следующий: максимальное значение энтропии до локального холодного воздействия составляет 4,073 у.е, а минимальное значение 3,638 у.е; после локального холодного воздействия максимальное значение энтропии составляет 3,856 у.е, а минимальное значение 3,397 у.е.

На рис. 1-2 представлены гистограммы изменения энтропии в осенний период: установлена разнонаправленная динамика изменения этого показателя. У испытуемого Г.О.М в осенний период года значение энтропии E до локального холодного воздействия составило $E=4,004$ у.е.; происходит снижение энтропии после локального холодного воздействия до $E=3,814$ у.е.

У испытуемого К.В.В., в отличие от предыдущего испытуемого, наблюдается увеличение значение энтропии с 3,783 у.е. до 3,943 у.е.

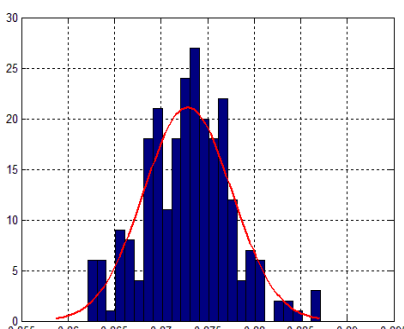


а)

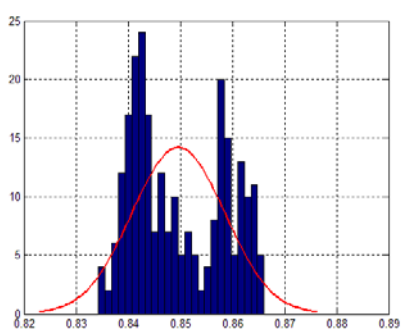


б)

Рис. 2. Энтропия параметров треморограмм испытуемого К.В.В. в осенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодного воздействия $E=3,783$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодного воздействия $E=3,943$ у.е. В весенний период отмечается похожая динамика при изменении энтропии



а)



б)

Рис. 3. Энтропия параметров треморограмм испытуемого А.Ю.И в весенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодного воздействия $E=3,943$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодного воздействия $E=3,733$ у.е.

Максимальное значение энтропии в осенний период до локального холодного

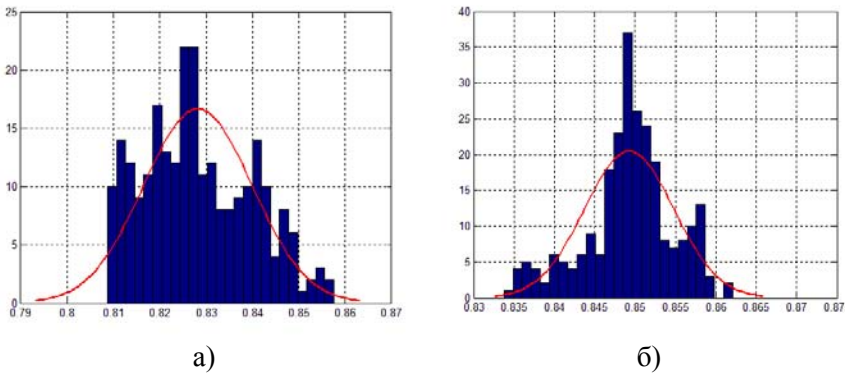


Рис. 4. Энтропия параметров треморограмм испытуемого В.К.И в весенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодого воздействия $E=3,673$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодого воздействия $E=4,024$ у.е.

Результаты применения парного критерия Стьюдента для оценки различий между средними значениям энтропии E параметров треморограмм группы испытуемых до и после локального холодого воздействия в осенний и весенний периоды года

сезон	воздействие	Среднее	Стд.откл.	N	Разн.	Стд.ош. разн.	t	df	p
Осень	До	3,748	0,080	30					
	После	3,738	0,090	30	0,010	0,111	0,531	29	0,599
Весна	До	3,778	0,092	30					
	После	3,709	0,120	30	0,068	0,143	2,633	29	0,013
Осень	До	3,748	0,080	30					
Весна	До	3,778	0,092	30	0,029	0,141	1,149	29	0,259
Осень	После	3,738	0,090	30					
Весна	После	3,709	0,120	30	0,028	0,136	0,137	29	0,264

Примечание: среднее значение разности энтропии E (Среднее); стандартное отклонение для разности значений (Стд.от); среднее значение разности показателей (Разн.); стандартная ошибка среднего значения разности (Стд.от.раз); значение критерия Стьюдента для парных выборок (t); число степеней свободы (df); уровень значимости (p) для двустороннего теста, который не позволяет отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии различий между средними значениями энтропии E

В весенний период наблюдается больший разброс в параметрах энтропии, по сравнению с осенним периодом.

В табл. 2 представлены результаты применения парного критерия Стьюдента для оценки различий между средними значениям в связанных группах (до и после локального холодого воздействия).

Результаты табл. 2 демонстрируют то, что среднее значение энтропии E статистически различалось в весенний период года до холодого воздействия и после него ($t_{29}=2,633, p=0,013$), в остальных сравни-

ваемых случаях среднее значение энтропии E статистически не различались ($p>0,05$).

В табл. 3 представлена динамика изменений энтропии Шеннона для группы испытуемых в осенний и весенний периоды года до и после локального холодого воздействия. Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи следующих программных пакетов: «Excel MS Office-2010» и «Statistica 6.1».

Таблица 2

Соответствие структуры данных закону нормального распределения оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка (для выборок $n<50$). Производилась идентификация параметров энтропии Шеннона на соответствие закону нормального распределения. Закон Гаусса не подтвердился,

поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. Полученные результаты расчета энтропии представлены в виде медианы и интерперцентильного размаха в группе испытуемых в разные сезоны года. Интерперцентильный размах указывается в виде 5 и 9 5% перцентилей. Дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики [10].

Таблица 3

Результаты статистической обработки значений энтропии Шеннона, рассчитанной для параметров миограмм (сокращений мышцы (отводящей мизинец)) в группе испытуемых в разные сезоны года до и после локального холодого воздействия

№	Значения энтропии E				
	Осенний период		Весенний период		
	до воздей-ствия	после воз-действия	до воздей-ствия	после воз-действия	
1	2,412	2,452	2,723	2,690	
2	2,791	2,618	2,707	2,704	
3	2,586	2,778	2,768	2,719	
4	2,701	2,621	2,414	2,531	
5	1,624	2,523	2,817	1,937	
6	2,664	2,390	2,686	2,682	
7	2,831	2,585	2,753	2,681	
8	2,701	2,656	1,308	2,804	
9	2,385	2,492	2,763	2,524	
10	2,469	2,509	2,545	2,484	
11	2,743	2,492	1,584	2,743	
12	2,649	2,855	2,377	2,655	
13	2,758	2,803	2,446	1,378	
14	2,603	2,588	2,766	1,689	
15	2,661	2,543	1,895	2,513	
16	2,637	2,371	2,233	2,249	
17	1,731	1,394	2,108	2,827	
18	2,594	2,599	2,508	2,760	
19	2,807	2,803	2,649	2,740	
20	2,738	2,737	2,720	2,149	
21	2,707	2,673	2,803	2,442	
22	2,750	2,596	1,696	2,600	
23	2,768	2,502	2,567	2,724	
24	2,601	2,537	2,752	2,515	
25	2,727	2,233	2,753	2,674	
26	1,412	2,728	2,759	2,868	
27	2,251	1,914	2,010	1,245	
28	2,546	2,888	2,689	2,637	
29	2,529	2,520	2,583	2,745	
30	2,512	2,801	2,694	2,696	
X_{cp}	2,529	2,540	2,469	2,486	
W	0,700	0,771	0,781	0,729	
P	0,000	0,000	0,000	0,000	
Процентили %	50, Me (медиана)	2,643	2,586	2,667	2,664
	5, %	1,624	1,914	1,584	1,378
	95, %	2,807	2,855	2,803	2,827

Примечание: W – критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) для проверки типа распределения признака; p – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка (критическим уровнем значимости принят $p < 0,05$), X_{cp} – средние арифметические значения; σ – стандартные отклонения; \min – минимальные значения; \max – максимальные значения

В табл. 3 представлены результаты статистической обработки данных значений энтропии параметров миограмм группы ис-

пытуемых в осенний и весенний периоды года до и после локального холодого воздействия. Отмечается снижение энтропии E , как в осенний период так и в весенний период года после локального холодого воздействия: причем в осенний период на 0,06 у.е. (с 2,643 до 2,586 у.е.), в весенний период на 0,003 (с 2,667 до 2,664 у.е.). Похожая реакция была отмечена при анализе параметров треморограмм на холодое воздействие.

Максимальное значение энтропии E параметров миограмм индивидуально у 30 испытуемых в осенний период года до локального холодого воздействия составляет 2,831 у.е, а минимальное значение 1,412 у.е; после холодого воздействия максимальное значение энтропии составляет 2,888 у.е, а минимальное значение 1,394 у.е.

В весенний период года максимальное значение энтропии до локального холодого воздействия составляет 2,817 у.е, а минимальное значение 1,308 у.е., после холодого воздействия максимальное значение энтропии составляет 2,868 у.е, а минимальное значение 1,245 у.е.

На рис. 5. представлена динамика значений медиан энтропии Шеннона – E , параметров миограмм (сокращений мышцы (отводящей мизинец)) в группе испытуемых (30 человек) в осенний и весенний перио-

ды года до и после локального холодого воздействия.

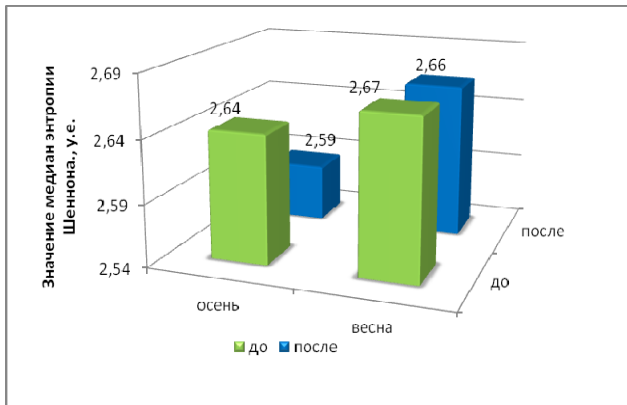


Рис.5. Динамика значений медиан энтропии Шеннона E , рассчитанной по параметрам миограмм (сокращений мышцы (отводящей мизинца)) группы испытуемых в осенний и весенний периоды года до и после локального холодого воздействия (суперпозиция 30 человек)

Согласно рис. 5 табл. 3 следует отметить, что у группы испытуемых в осенний и весенний периоды года наблюдается незначительное уменьшение значения медиан энтропии Шеннона E параметров миограмм после локального холодого воздействия в разные сезоны года.

Группа испытуемых в весенний период года характеризуется незначительным увеличением медианы до воздействия относительно осеннего периода на 0,03 у.е. (с 2,64 у.е. до 2,67 у.е.), значение медианы энтропии после локального холодого воздействия в весной увеличивается на 0,07 у.е. (с 2,59 у.е. до 2,66 у.е.), что может быть связано со сменой сезонов года и некоторым снижением способности организма к сопротивляемости внешним воздействиям.

Подводя итог выше сказанному отметим, что любое направленное холодое воздействие изменяет значения параметров миограмм (сокращений мышцы (отводящей мизинца)), о чем свидетельствуют изменения значений энтропии Шеннона, однако полученный результат статистически не значим, о чем говорят результаты табл. 4. Из данной таблицы видно, что статистически значимых различий в группе испытуемых в разные сезоны года до и после локального холодого воздействия по значениям энтропии E параметров миограмм не выявлено, их значения выше критического

уровня значимости ($p < 0,05$).

Таблица 4

Уровни значимости для попарных сравнений значений энтропии E параметров миограмм (сокращений мышцы (отводящей мизинца)) группы испытуемых до и после локального холодого воздействия в осенний и весенний периоды года с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (Wilcoxon Signed Ranks Test)

Попарные сравнения значений энтропии миограмм	N	T	Z	P-уров.
Осень до-после	30	118,000	1,197	0,231
Весна до-после	30	147,000	0,085	0,931
Осень до-Весна до	30	128,500	0,614	0,539
Осень после - Весна после	30	188,000	0,024	0,980

Примечание: T – сумма положительных и отрицательных рангов; Наименьшая из двух сумм (независимо от знака) используется для расчета величины Z , по которой рассчитывается уровень значимости критерия; p – достигнутый уровень значимости при попарном сравнении с помощью критерия Вилкоксона (критический уровень значимости принят равным $p < 0,05$)

На рис. 6-7 представлены гистограммы изменения энтропии в осенний период: установлена разнонаправленная динамика изменения этого показателя.

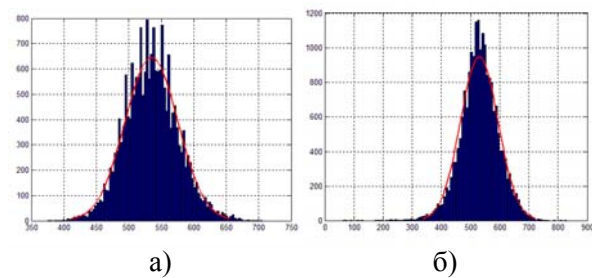
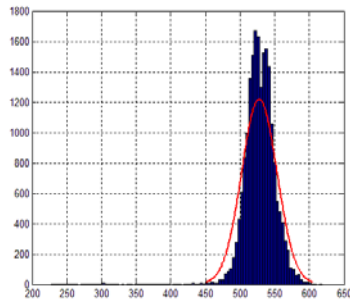
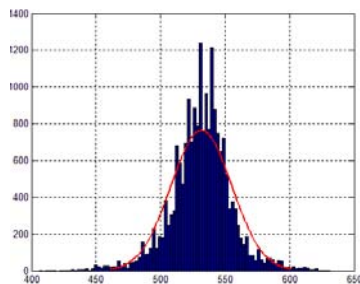


Рис.6. Энтропия параметров миограмм испытуемого А.Д.Д в осенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодого воздействия $E=2,737$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодого воздействия $E=2,435$ у.е.

В отличие от предыдущего испытуемого А.Д.Д., наблюдается увеличение значение энтропии с 1.8850 до 2.6996 (испытуемый А.Ю.И).



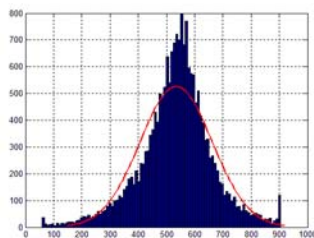
а)



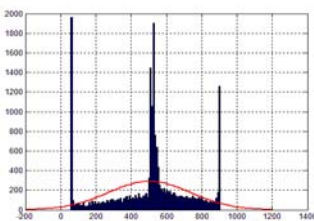
б)

Рис.7. Энтропия параметров миограмм испытуемого А.Ю.И. в осенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодого воздействия $E=1,885$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодого воздействия $E=2,699$ у.е.

В весенний период года отмечается похожая динамика при изменении энтропии рис. 8-9.

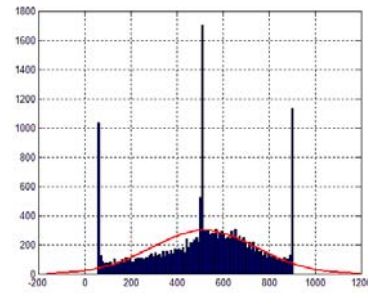


а)

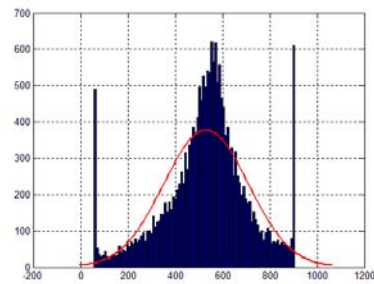


б)

Рис.8. Энтропия параметров миограмм испытуемого Б.Д.В. в весенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодого воздействия $E=2,909$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодого воздействия $E=1,904$ у.е.



а)



б)

Рис.9. Энтропия параметров миограмм испытуемого К.К.О. в весенний период года с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) значение энтропии E до локального холодого воздействия $E=2,118$ у.е.; б) изменение энтропии после локального холодого воздействия $E=2,726$ у.е.

Таким образом, мы установили, что условия теоремы Пригожина-Гленсдорфа для изучения биосистем не выполняются, т.к. в основном (кроме весеннего периода параметров треморограмм) энтропия параметров треморограмм и миограмм статистически не изменяется [1-6,12-15].

Литература

1. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А. Фрактальная динамика поведения человекомерных систем // Вестник новых медицинских технологий.– 2011.– Т. 18, № 3.– С. 330–331.
2. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Неопределенность в квантовой механике и биофизике сложных систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия.– 2014.– № 5.– С. 41–46.
3. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Кинематика биосистем как эволюция: стационарные режимы и скорость движения сложных систем –

complexity // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физ. Астрон.– 2015.– № 2.– С. 62–73.

4. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Зимин М.И., Филатов М.А. Измерение хаотической динамики двух видов теппинга как произвольных движений // Метрология.– 2014.– № 6.– С. 28–35.

5. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова Д.Ю. Неопределенность и непрогнозируемость – базовые свойства систем в биомедицине // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2013.– № 1.– С. 67–82.

6. Козупица Г.С., Даянова Д.Д., Бурькин Ю.Г., Берестин Д.К. Компарментно-кластерное моделирование неопределённостей в рамках детерминизма // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2014.– № 2.– С. 68–80.

7. Пат.2432895 МПК А61В5/00 Российская Федерация. Способ корректировки лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний [Текст] / Еськов В.М., Еськов В.В., Козлова В.В., Филатов М.А.; заявитель и патентообладатель Еськов В.М. (RU). - 2010108496/14 заявл. от 09.03.2010; опубл. 10.11.2011.

8. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Пат.2433788 МПК А61В10/00 Российская Федерация. Способ корректировки лечебного или лечебно-оздоровительного воздействия на пациента [Текст]; заявитель и патентообладатель Еськов В.М. (RU).– 2010103229/14 заявл. от 01.02.2010, опубл. 20.11.2011.

9. Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Даянова Д.Д., Берестин Д.К. Параметры квазиаттракторов в оценке стационарных режимов биологических динамических систем с позиций компарментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий.– 2014.– Т. 21, № 1.– С. 134–137.

10. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека.– 2011.– № 5.– С. 55–60.

11. Хайтун С.Д. Трактовка энтропии

как меры беспорядка и ее воздействие на современную научную картину мира // Вопросы философии.– 2013.– №2 – С. 62–74.

12. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development, Emergence // Complexity and Self-organization.– 2014.– V. 16, №2.– P. 107–115.

13. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Kozlova V.V., Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques.– 2012.– Т. 55, № 9.– С. 1096–1101.

14. Eskov V.M., Kulaev S.V., Popov Yu.M., Filatova O.E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement Techniques.– 2006.– Т. 49, № 1.– P. 59–65.

References

1. Es'kov VM, Filatova OE, Khadartsev AA, Khadartseva KA. Fraktal'naya dinamika povedeniya chelovekomernykh sistem. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;18(3):330-1. Russian.

2. Es'kov VM, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Zimin MI. Neopredelennost' v kvantovoy mekhanike i biofizike slozhnykh sistem. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya. 2014;5:41-6. Russian.

3. Es'kov VM, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Vokhmina YuV. Kinematika biosistem kak evolyutsiya: statsionarnye rezhimy i skorost' dvizheniya slozhnykh sistem – complexity. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 3. Fiz. Astron. 2015;2:62-73. Russian.

4. Es'kov VM, Gavrilenko TV, Vokhmina YuV, Zimin MI, Filatov MA. Izmerenie khaoticheskoy dinamiki dvukh vidov teppinga kak proizvol'nykh dvizheniy. Metrologiya. 2014;6:28-35. Russian.

5. Es'kov VM, Filatova OE, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatova DYu. Neopredelennost' i neprognoziruemost' – bazovye svoystva sistem v biomeditsine. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;1:67-82. Russian.

6. Kozupitsa GS, Dayanova DD, Burykin YuG, Berestin DK. Kompartmentno-klasterное моделирование неопределенностей в

ramkakh determinizma. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2014;2:68-80. Russian.

7. Es'kov VM, Es'kov VV, Kozlova VV, Filatov MA, inventors; Sposob korrekcirovki lechebnogo ili fizkul'turno-sportivnogo vozdeystviya na organizm cheloveka v fazovom prostranstve sostoyaniy s pomoshch'yu matrits rasstoyaniyyu Russian Fwederation patent RU243289. 2010. Russian.

8. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, inventors; Sposob korrekcirovki lechebnogo ili lechebno-ozdorovitel'nogo vozdeystviya na patsienta. Ruswsian Federation patent RU 2433788. 2010. Russian.

9. Gavrilenko TV, Vokhmina YuV, Dayanova DD, Berestin DK. Parametry kvaziattraktorov v otsenke statsionarnykh rezhimov biologicheskikh dinamicheskikh sistem s pozitsiy kompartmentno-klasternogo podkhoda. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(1):134-7. Russian.

10. Unguryanu TN, Grzhibovskiy AM. Kratkie rekomendatsii po opisaniyu, statisti-

cheskomu analizu i predstavleniyu dannykh v nauchnykh publikatsiyakh. Ekologiya cheloveka. 2011;5:55-60. Russian.

11. Khaytun SD. Traktovka entropii kak mery besporyadka i ee vozdeystvie na sovremennuyu nauchnyu kartinu mira. Voprosy filosofii. 2013;2:62-74. Russian.

12. Eskov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development, Emergence. Complexity and Self-organization. 2014;16(2): 107-15.

13. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov MA. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-101.

14. Eskov VM, Kulaev SV, Popov YuM, Filatova OE. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems. Measurement Techniques. 2006;49(1):59-65.