

DOI: 10.12737/article_59df7691b4d5d5.71362072

ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ЖИТЕЛЕЙ ЮГРЫ С ХРОНИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

О.Л. НИФОНТОВА¹, А.А. СОКОЛОВА², Я.И. УРАЕВА², С.В. МАКЕЕВА²

¹*БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет», пр. 50 лет ВЛКСМ,
10/2, Сургут, Россия, 628417*

²*БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400*

Аннотация. Представлены результаты биоинформационного синтеза спектральных характеристик variability сердечного ритма у больных (проживающих в ХМАО-Югре) с остеохондрозом и с сопутствующей гипертензией (2-ая исследуемая группа). Доказана целесообразность применения физиотерапевтических воздействий и их оценка на основе анализа параметров квазиаттракторов спектральных плотностей variability сердечного ритма. Показаны суммарные различия между пациентами с остеохондрозом до и после физиотерапевтического воздействия и аналогично в группе с остеохондрозом и отсутствующей гипертензией.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, остеохондроз, теория хаоса-самоорганизации, квазиаттрактор.

CHAOTIC DYNAMICS OF SPECTRAL INDICES OF HEART RATE VARIABILITY OF THE PEOPLE OF YUGRA WITH CHRONIC DISEASES

O.L. NIFONTOVA¹, A.A. SOKOLOVA², Ja.I. URAEVA², S.V. MAKEEVA²

¹*Surgut State Pedagogical University, pr. 50 let VLKSM, 10/2, Surgut, Russia, 628417*

²*Surgut State University, Lenin av., 1, Surgut, Russia, 628400*

Abstract. It was presented results of the bioinformation analysis of spectral indicators of heart rate variability of inhabitants of Yugra with diseases an osteochondrosis and cardiovascular system in the conditions of application of a complex of operating physiotherapeutic influences are resulted. The quasiattractors parameters of spectral the real results of physiotherapy influences on two groups of patients with osteochondrosis and osteochondrosis with pathology.

Key words: heart rate variability, osteochondrosis, theory of chaos-selforganization, quasiattractor.

Введение. Организм жителей северных территорий РФ функционируют в условиях воздействия ряда довольно жестких климатических факторов. Последние оказывают влияние на состояние показателей здоровья населения в силу того, что часть резервов как отдельных органов, так и *функциональных систем организма* (ФСО) задействована в процессах адаптации к этим сложным условиям и направлена на формирование приспособительных реакций гомеостаза. При воздействии экстремальных факторов приспособляемость организма (порой путем сложных перестроек), его адаптированность достигается за счет определенных изменений, называемых «биосоциальной платой».

Длительное существование в особых условиях Севера РФ не может не приводить к более частому возникновению предпатологических и патологических сдвигов, особенно в тех системах и органах, в которых наиболее полно задействованы резервы и выражены адаптивные перестройки. Известно, что северяне отличаются меньшими адаптационными способностями органов дыхания и кровообращения, сниженным уровнем физического здоровья, ускоренными возрастными изменениями ряда показателей ФСО. Довольно часто у лиц старшей возрастной группы выявляются определенные сдвиги приспособительных реакций, сходные по своему механизму с адаптивными

изменениями при хронической гипоксии. В этой связи изучение особенностей протекания патологических процессов (например, хроническая обструктивная болезнь легких, гипертоническая болезнь) в условиях Севера РФ приобретает особую остроту и актуальность [1-10].

Целью работы является определение закономерностей поведения вектора состояния вегетативного статуса организма пациентов с сердечно-сосудистой патологией и патологией опорно-двигательного аппарата в условиях применения методов восстановительной медицины.

Объект и методы исследований. В настоящей работе приводятся результаты исследования показателей variability ритма сердца пациентов на базе отделения восстановительной медицины и реабилитации НУЗ «Отделенческая клиническая больница на ст. Сургут ОАО «РЖД». За период 2008-2010 гг. обследовано 107 больных, страдающих хроническими заболеваниями опорно-двигательного аппарата (остеохондроз) и сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь). В группу наблюдений вошли: 1 – группа пациентов с остеохондрозом позвоночника ($n=31$); 2 – группа пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей гипертонической болезнью ($n=20$).

Обследование проводилось до и после курса физиотерапевтических восстановительных процедур с использованием аппаратно-программного комплекса «ЭЛОКС-01С2» (ЗАО ИМЦ Новые Приборы, г. Самара). Показатели снимались до влияния методов управляющего физиотерапевтического воздействия (в начале лечения: исходные данные), затем после всего комплексного воздействия физиотерапевтических процедур (перед выпиской). Мониторинг происходил приблизительно в одинаковых условиях в течение 5 минут в положении сидя в относительно комфортных условиях. В каждой группе больных использовались методы восстановительного лечения больных (составившие основную часть

управляющих воздействий) и различные лечебно-терапевтические (медикаментозные) методы.

Статистическая обработка данных производилась с использованием программы *STATISTICA version 6.1 (data analysis software system, StatSoft, Inc., 2003)*. В виду несоответствия эмпирического распределения *вариабельность ритма сердца* (ВРС) теоретическому закону распределения (тип распределения определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка) все данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха. Интерквартильный размах указывается в виде 25% и 75% процентилей. Для оценки значимости различия показателей в связанных выборках (до и после применения *методов ультрафиолетового воздействия* (УФВ)) применялся непараметрический критерий Вилкоксона, за достоверно значимые принимали различия при значениях $p < 0,05$ [16-20].

Исследование параметров движения вектора состояния организма (ВСО) пациентов $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в фазовом пространстве *состояний* (ФПС) производилось методами ТХС, в рамках которой идентифицировались параметры квазиаттракторов с использованием авторского программного продукта «Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» (НИИ БМК при СурГУ ХМАО-Югры, проф. В.М. Еськов).

Методы основаны на идентификации объема квазиаттрактора в ФПС первоначально для одного кластера и далее для другого. Затем поэтапного (поочередного) исключения из расчета отдельных компонентов вектора состояния ФСО с одновременным анализом параметров *квазиаттракторов* и сравнением существенных или несущественных изменений в параметрах *квазиаттрактора* после такого исключения.

Результаты исследования и их обсуждение. Для анализа эффективности применяемых управляющих

физиотерапевтических воздействий особую значимость приобретают методы мониторинга ФСО и, в частности, неинвазивные методы вариационной пульсометрии. Ценность материалов, полученных при помощи методов биоинформационного анализа ВРС, подкрепляется использованием для анализа исследуемых массивов данных оригинальных авторских методов, базирующихся на теории хаоса и синергетики, основанных на исследовании параметров квазиаттракторов динамики поведения вектора состояния организма человека в фазовом пространстве состояний и идентификации расстояний Z_{ij} между центрами хаотических квазиаттракторов вектора состояния организма человека [1-10], характеризующих количественную меру эффективности воздействия управляющих физиотерапевтических воздействий.

Известно, что изменения показателей ритма сердца при стрессе наступают раньше, чем появляются выраженные гормональные и биохимические сдвиги, так

как реакция нервной системы обычно опережает действие гуморальных факторов. Это дает основание предполагать использование таких показателей для идентификации характера протекания различных хронических патологий.

Учитывая, что в методическом плане наиболее обоснованными и изученными на сегодняшний день являются показатели и методика исследования ВРС, предложенные в 1996 году группой экспертов Североамериканского общества электростимуляции и электрофизиологов и Европейского общества кардиологов, основное внимание уделяется методам математического анализа показателей *вегетативной регуляции среды* (ВРС) в соответствии с принятым стандартом [10-15].

По результатам статистического анализа показателей ВРС у пациентов с остеохондрозом позвоночника до и после применения методов УФВ (таб. 1) достоверно значимых изменений в показателях спектрального анализа не выявлено ($p>0,05$).

Таблица 1

Анализ показателей ВРС у пациентов с остеохондрозом позвоночника до и после применения методов УФВ (n=31)

Показатель	Медиана	25 процентиль	75 процентиль	Оценка значимости различия
$VLF, \text{ мс}^2/\text{Гц}$	2036,00	624,00	6545,00	$P_B = 0,28$
	1716,00	352,00	5124,00	
$LF, \text{ мс}^2/\text{Гц}$	1441,00	470,00	4648,00	$P_B = 0,60$
	1317,00	467,00	4414,00	
$HF, \text{ мс}^2/\text{Гц}$	816,00	293,00	2059,00	$P_B = 0,20$
	618,00	172,00	1638,00	
$TP, \text{ мс}^2/\text{Гц}$	5362,00	1523,00	12300,00	$P_B = 0,68$
	3803,00	1313,00	11291,00	

Примечание: верхняя строка – до применения методов УФВ; нижняя строка – после применения методов УФВ. P_B - критерий достоверности различий Вилкоксона (* - $p<0,05$; ** - $p<0,01$; *** - $p<0,001$).

В структуре спектральной мощности ВРС (рис. 1) отмечается преобладание волн диапазона очень низких частот как до применения УФВ, так и после применения

УФВ (расчетные показатели $VLF_{\text{до}} \approx 47\%$; $VLF_{\text{после}} \approx 47\%$).

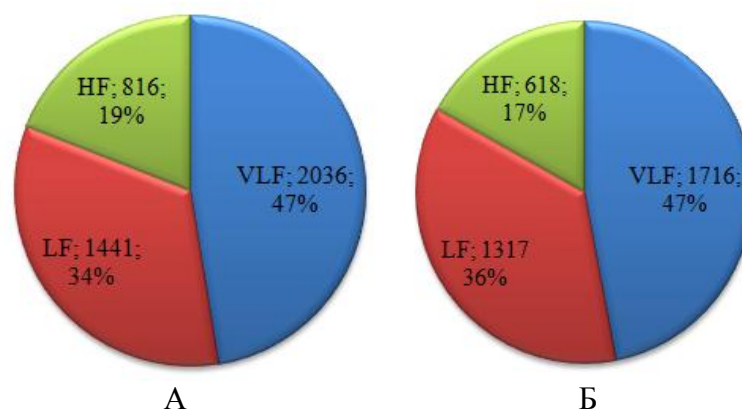


Рис. 1. Структура спектральной мощности показателей ВРС у пациентов с остеохондрозом позвоночника. А – до применения УФВ; Б – после применения УФВ

Преобладание в структуре спектральной мощности низкочастотной и очень низкочастотной составляющей: $VLF > LF > HF$ (соответственно 47 % > 34 % > 19 % до применения УФВ; 47 % > 36 % > 17 % после применения УФВ) указывает на довольно низкие реабилитационные возможности на фоне дисбаланса влияний стрессреализующих и стресслимитирующих ФСО (анализируемых соответственно по мощности LF и HF компонент ВРС).

Результаты статистического анализа показателей ВРС у пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей ГБ до и после применения методов УФВ (табл. 2) показали наличие достоверно значимых изменений по спектральным характеристикам LF (\downarrow на 565,50 $мс^2$ при $p < 0,01$), HF (\downarrow на 228,50 при $p < 0,01$), TP (на 2309,50 $мс^2$ при $p < 0,05$) после применения методов УФВ.

Таблица 2

Анализ показателей ВРС у пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей гипертонической болезнью до и после применения методов УФВ (n=20)

Показатель	Медиана	25 процентиль	75 процентиль	Оценка значимости различия
$VLF, мс^2/Гц$	1580,00	358,50	7222,50	$P_B = 0,09$
	1096,00	362,50	4918,00	
$LF, мс^2/Гц$	996,50	297,50	3620,50	$P_B = 0,004^{**}$
	431,00	120,00	1893,50	
$HF, мс^2/Гц$	417,00	77,50	1967,00	$P_B = 0,002^{**}$
	188,50	78,00	795,00	
$TP, мс^2/Гц$	3974,00	1056,00	18916,50	$P_B = 0,01^*$
	1664,50	647,00	7115,00	

Примечание: верхняя строка – до применения методов УФВ; нижняя строка – после применения методов УФВ.
 P_B - критерий достоверности различий Вилкоксона (* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$).

В структуре спектральной мощности ВРС у пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей гипертонической болезнью (рис. 2) отмечается преобладание волн диапазона

ультранизких частот как до применения УФВ, так и после применения УФВ (расчетные показатели $VLF_{до} \approx 53\%$; $VLF_{после} \approx 64\%$).

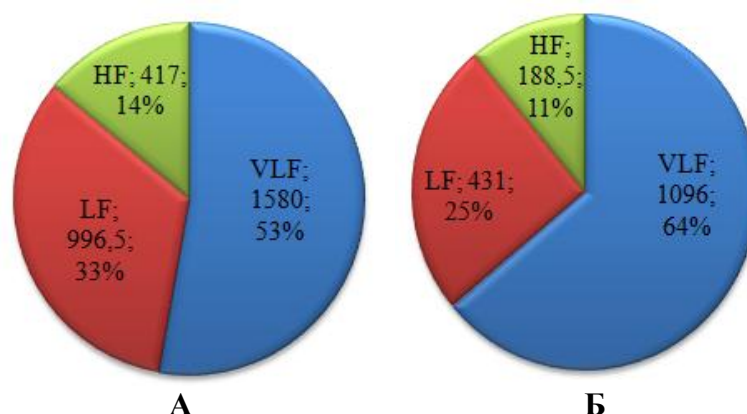


Рис. 2. Структура спектральной мощности показателей ВРС у пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей гипертонической болезнью. А – до применения УФВ; Б – после применения УФВ

Преобладание в структуре спектральной мощности волн диапазона низких (LF) и очень низких частот (VLF), т.е. $VLF > LF > HF$ (соответственно 53 % > 33% > 14 % до применения УФВ; 64 % > 25 % > 11 % после применения УФВ) свидетельствует о достаточно низких реабилитационных возможностях на фоне дисбаланса влияний стрессреализующих и стресслимитирующих ФСО (анализируемых соответственно по мощности LF и HF компонент ВРС).

Доминирование очень низкочастотной составляющей (VLF) компоненты ВРС во всех трех рассматриваемых группах пациентов свидетельствует о регуляции сердечного ритма на гуморально-метаболическом уровне, который в меньшей мере способен обеспечить адекватный гомеостазис [5-11].

В целом, выявлена тенденция к незначительному снижению параметров квазиаттракторов больных с остеохондрозом позвоночника после применения комплекса УФВ (таб.): с $Vx_{доУФВ} = 3,27E16$ у.е. до $V_{послеУФВ} = 2,64E16$ у.е. (на 0,63 у.е.) и с $Rx_{доУФВ} = 10718,77$ у.е. до $R_{послеУФВ} = 10303,32$ у.е. (на 415,45 у.е.) соответственно до и после применения методов УФВ.

В условиях применения методов УФВ у пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей ГБ параметры квазиаттракторов, *General asymmetry value* R_x и *General V value* V_x , уменьшились соответственно: R_x с 9068,61 у.е. до 4293,65 у.е.; V_x с 3,64E16 у.е. до 0,03E16 у.е. (V_x в 121 раз; R_x в 2 раза).

Таблица 3

Идентификация параметров порядка ВСОЧ у пациентов двух обследуемых групп в условиях применения методов УФВ

Остеохондроз позвоночника ($n=31$)	Остеохондроз позвоночника с сопутствующей гипертонической болезнью ($n=20$)
$Z_0 = 1\ 164,11$	$Z_0 = 3\ 781,62$
$Z_1 = 854,24$	$Z_1 = 3\ 511,31$
$Z_2 = 1\ 110,07$	$Z_2 = 3\ 649,44$
$Z_3 = 1\ 106,11$	$Z_3 = 3\ 682,22$
$Z_4 = 938,07$	$Z_4 = 1\ 922,38$

Примечания: Z_0 – расстояние между центрами двух квазиаттракторов (до и после УФВ) без исключения признака; Z_1 – при исключении VLF ; Z_2 – при исключении LF ; Z_3 – при исключении HF ; Z_4 – при исключении *Total power*.

Применение комплексных методов УФВ имеет однонаправленную тенденцию в динамике параметров квазиаттракторов обследуемых групп больных в сторону количественного уменьшения как показателя асимметрии, характеризующего меру хаотичности системы, так и объемов 4-мерных ФПС, ограничивающих движение квазиаттракторов, что свидетельствует об улучшении адаптационно-компенсаторных возможностях организма больных после применения методов УФВ.

Использование алгоритма параллельной идентификации параметров квазиаттракторов ВСО человека обеспечило выделение параметров порядка, используемых для нахождения критериев, обладающих существенной значимостью при сравнительном анализе показателей ВРС обследуемых в условиях применения методов УФВ. Существенным диагностическим критерием у пациентов с остеохондрозом позвоночника является показатель X_9 (VLF – спектральная мощность ВРС в диапазоне очень низких частот), при исключении которого расстояние между центрами двух квазиаттракторов (до и после УФВ) составляет $Z_9=854,24$ у.е. (таб. 5). Параметрами порядка, определяющими идентификацию различий в квазиаттракторах спектральных показателей ВРС у пациентов, является

показатель X_{12} – общая мощности спектра (*Total Power*), отражающая суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм: у пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей ГБ $Z_{12}=1922,38$ у.е. (таб. 4).

Необходимо отметить, что при статистической обработке данных указанные выше параметры порядка (наиболее существенные диагностические критерии) в условиях применения непараметрического критерия Вилкоксона (используемого для оценки значимости различия показателей в связанных выборках), обозначены как не достоверно значимые (в группе с остеохондрозом позвоночника $P_B = 0,28$; в группе с ГБ $P_B = 0,36$), кроме группы с остеохондрозом позвоночника и с сопутствующей ГБ ($P_B = 0,01$).

Построение матриц межаттракторных расстояний движения вектора состояния организма больных производилось на основе попарного сравнения расстояний между центрами для всех пар квазиаттракторов движения ВСО пациентов до и после применения методов УФВ (таб. 6,7).

При расчете были использованы данные 6-ти квазиаттракторов из 6 измерений пациентов.

Таблица 4

Матрица межаттракторных расстояний Z_s (у.е.) между статистическими центрами хаотических квазиаттракторов движения вектора состояния показателей ВРС у пациентов в 4-мерном фазовом пространстве состояний до и после применения методов УФВ

		1. ОП	3. ОП и СГБ
		До	До
1. ОП	После	$Z_{11}=1\ 164,1095$	$Z_{31}=1\ 236,63$
2. ГБ	После	$Z_{12}=2\ 542,4571$	$Z_{32}=2\ 232,8566$
3. ОП и СГБ	После	$Z_{13}=4\ 161,6290$	$Z_{33}=3\ 781,6236$

В группе с ОП и СГБ отмечались следующие значения Z_s : $Z_{31}=1\ 236,63$ у.е. (ОП и СГБ до УФВ и ОП после УФВ), $Z_{32}=2\ 232,8566$ у.е. (ОП и СГБ до УФВ и ГБ после УФВ), $Z_{33}=3\ 781,6236$ у.е. (ОП и СГБ до УФВ и ОП СГБ после УФВ).

В группе с ОП наблюдалась следующие значения Z_s : $Z_{11}=1\ 164,1095$ у.е. (ОП до УФВ и ОП после УФВ), $Z_{12}=2\ 542,4571$ у.е. (ОП до УФВ и ГБ после УФВ), $Z_{13}=4\ 161,6290$ у.е. (ОП до УФВ и ОП СГБ после УФВ).

Выводы. Применение новых методов биоинформационного анализа и расчет матриц межаттракторных расстояний при лечении пациентов с остеохондрозом позвоночника и гипертонической болезнью методами восстановительной медицины позволяет выявлять различия в состояниях функциональных систем больных в ответ на физиотерапевтические воздействия на основе анализа параметров квазиаттракторов вектора состояния их организма и межаттракторных расстояний [-20].

Управляющие физиотерапевтические воздействия однонаправлено изменяют размеры квазиаттракторов вектора состояния организма в двух группах обследуемых пациентов в сторону уменьшения объемов *General V value* V_x (в группе пациентов с остеохондрозом позвоночника и сопутствующей ГБ ($V_{x_{доУФВ}} > V_{у_{послеУФВ}}$ в 121 раз; $R_{x_{доУФВ}} > R_{у_{послеУФВ}} \approx$ в 2 раза)). В группе пациентов с остеохондрозом позвоночника изменения параметров квазиаттракторов выражены менее явно, причем $V_{x_{доУФВ}} > V_{у_{послеУФВ}}$ на 0,63 у.е., $R_{x_{доУФВ}} > R_{у_{послеУФВ}}$ на 415,45 у.е.

Литература

1. Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Мирошниченко И.В., Воробьева Л.А. Проблема статистической неустойчивости кардиоинтервалов в получаемых подряд выборках неизменного гомеостаза в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 36-42. DOI: 12737/25260
2. Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потетюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 26-31.
3. Болтаев А.В., Газя Г.В., Хадарцев А.А., Синенко Д.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на хаотическую динамику параметров сердечно-сосудистой системы работников

нефтегазовой отрасли // Экология человека. – 2017. – № 8. – С. 3-7.

4. Еськов В.В. Термодинамика неравновесных систем I.R. Prigogine и энтропийный подход в физике живых систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 2. – С. 7–15.
5. Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Феномен статистической неустойчивости систем третьего типа – complexity // Журнал технической физики. – 2017. – Т. 87. – № 11. – С. 1609-1614.
6. Еськов В.М., Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В. Эволюция понятия гомеостаза: детерминизм, стохастика, хаос-самоорганизация // Биофизика. – 2017. – Т. 62, № 5. – С. 984–997.
7. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 158-167. DOI: 12737/25253.
8. Зиллов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Еськов В.М. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136-139.
9. 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.
10. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.
11. Широков В.А., Томчук А.Г., Роговский Д.А. Стохастический и хаотический анализ вертеброневрологических показателей пациентов при остеохондрозе позвоночника в условиях севера // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 34-38

12. Яхно В.Г., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Башкатова Ю.В. Парадокс Еськова–Филатовой в оценке параметров биосистем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 20–26.

DOI:10.12737/article_59c49ca69df199.85201052

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

14. 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. – P. 143–150.

15. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol. 21, No. 1. – P. 14–23.

16. 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. – P. 38–42.

17. 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. – P. 309–317.

18. 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. – P. 15–20.

19. Khadartsev

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

20. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // *Bulletin of experimental*

biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – P. 4–8.

References

1. Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Miroshnichenko I.V., Vorob'eva L.A. Problema statisticheskoi neustoichivosti kardiointervalov v poluchaemykh podryad vyborkakh neizmennogo gomeostaza v usloviyakh Severa RF [Problem of statistical instability in samples of rr intervals recorded consecutively during constant homeostasis in conditions of the Russian North] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. – 2017. – T. 24, № 1. – S. 36–42. DOI: 12737/25260

2. Beloshchenko D.V., Yakunin V.E, Potetyurina E.S., Korolev Yu.Yu. Otsenka parametrov elektromiogramm u zhenshchin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtoreniya [Assesment of electromyograms parameters in women with different static physical loads during repetitions] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. – 2017. – T. 3. – № 1. – S. 26–31.

3. Boltaev A.V., Gazya G.V., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polei na khaoticheskuyu dinamiku parametrov serdechno-sosudistoi sistemy rabotnikov neftegazovoi otrasli [The electromagnetic fields effect on chaotic dynamics of cardiovascular system parameters of workers of oil and gas industry] // *Ekologiya cheloveka*. – 2017. – № 8. – S. 3–7.

4. Es'kov V.V. Termodinamika neravnovesnykh sistem I.R. Prigogine i entropiinyi podkhod v fizike zhivykh system [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine and entropy approach in the physics of living systems] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. – 2017. – T. 24, № 2. – S. 7–15.

5. Es'kov V.V., Gavrilenko T.V., Es'kov V.M., Vokhmina Yu.V. Fenomen statisticheskoi neustoichivosti sistem tret'ego tipa – complexity [Static instability phenomenon in type-three secretion systems: complexity] // *Zhurnal tekhnicheskoi fiziki*. – 2017. – T. 87. – № 11. – S. 1609–1614.

6. Ec'kov V.M., Filatova O.E., Ec'kov V.V., Gavpilenko T.V. Evolyutsiya ponyatiya

gomeostaza: detepminizm, stohastika, хаос-самоорганизация [Static instability phenomenon in type-three secretion systems: complexity] // *Biofizika*. – 2017. – Т. 62, № 5. – С. 984–997.

7. Es'kov V.M., Filatova O.E., Polukhin V.V. Problema vybora abstraktsii pri primenении biofiziki v meditsine [Problem of a choice of abstractions: application the biophysics in medicine] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 158–167. DOI: 12737/25253.

8. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Es'kov V.M. Eksperimental'nye issledovaniya statisticheskoi ustoychivosti vyborok kardiointervalov [The absence of statistical stability in rr-intervals of human body] // *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136–139.

9. Filatova O.E., Maistrenko E.V., Boltaev A.V., Gazya G.V. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polei na dinamiku serdechno-sosudistykh sistem rabotnits neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems of oil-gas industry complex female workers] // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. – 2017. – Т. 21. – №7. – С. 46–51.

10. Khadartsev A.A., Es'kov V.M. Vnutrennie bolezni s pozitsii teorii khaosa i samoorganizatsii sistem (nauchnyi obzor) [Internal diseases from the point of the theory of chaos and self-organizing of systems (scientific review)] // *Terapevt*. – 2017. – № 5-6. – С. 5–12.

11. Shirokov V.A., Tomchuk A.G., Rogovskii D.A. Stokhasticheskii i khaoticheskii analiz vertebronevrologicheskikh pokazatelei patsientov pri osteokhondroze pozvonochnika v usloviyakh severa [Stochastic and chaotic analysis of vertebroneurological indicators of patients with osteochondrosis of the vertebra in the north] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 34–38

12. Yakhno V.G., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Bashkatova Yu.V. Paradoks Es'kova–Filatovoi v otsenke parametrov biosistem [The Eskov-Filatova paradox to the

estimation of the parameters of biosystems] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 20–26. DOI:10.12737/article_59c49ca69df199.85201052

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

14. 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. – P. 143–150.

15. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol. 21, No. 1. – P. 14–23.

16. 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. – P. 38–42.

17. 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. – P. 309–317.

18. 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. – P. 15–20.

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

20. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2017. – Vol. 1. – P. 4–8.