

DOI: 10.12737/21047

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРА РФ

О.Е. ФИЛАТОВА, С.Н. РУСАК, Е.В. МАЙСТРЕНКО, И.Ю. ДОБРЫНИНА

БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», проспект Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия

Аннотация. Рассматривается возрастная эволюция биосистем на примере изменения параметров квазиаттракторов и значений энтропии Шеннона женщин и мужчин трех возрастных групп коренного (аборигены) и пришлого населения Югры. Параметры x_i состояния сердечно-сосудистой системы трёх возрастных групп женщин и мужчин изменялись в пределах ограниченных объемов V_G фазового пространства состояний, которые определялись как квазиаттракторы. По параметрам квазиаттрактора женщин коренного населения Югры строилась модель Ферхлюста-Пирла, а для женщин и мужчин пришлого населения изменение параметров квазиаттракторов демонстрировало параболическую зависимость с минимумом в среднем возрасте, что и представляет реальную эволюцию биосистем (переход от одного устойчивого состояния в другое). Представлены общие критерии оценки эволюции параметров организма человека в норме и при патологии. Многочисленные примеры такой эволюции представлены в работе.

Ключевые слова: неопределенность, нейрокомпьютинг, эффект Еськова-Зинченко.

AGING DYNAMICS OF CARDIO-VASCULAR SYSTEM PARAMETERS OF THE RUSSIAN NORTH CITIZEN

O.E. FILATOVA, S.N. RUSAK, E.V. MAISTRENKO, I.Y. DOBRYNINA

Surgut state university, Lenin Avenue, 1, Surgut, 628400, Russia

Abstract. It was presented the aging evolution of biological systems as the example of changing the cardio-vascular parameters and values of the quasi-attractors and Shannon entropy of women and man body of three age groups of indigenous and alien population of Ugra. Parameters x_i of the cardio-vascular system of the three age groups of women and man ranged limiting volume V_G of the phase space of states, which are defined as quasi-attractor. According to the Native Women's aborigines quasi-attractor parameters the population of Ugra build models Ferhlyust-Pearl. A woman and man who is not aborigines changes it parameters of quasi-attractors as a parabolic relationship with a minimum average age. Now we present a real evolution of biosystems (transition from one stable state to another). It was presented common criteria for estimation of pathological or normal state of human body. Numerical examples of such evolution was presented too.

Key words: uncertainty, neurocomputing, effect Eskova-Zinchenko.

Введение. При изучении различий в параметрах сердечно-сосудистой системы организма между представителями коренного и пришлого населения, между разными этническими группами, выходцами из разных территорий, но уже проживающими на одной территории, часто возникают задачи разделения разных групп населения, имеющих одинаковые (возрастные, половые и др.)

характеристики признаков x_i . После выявления различий в параметрах (для сравниваемых групп) сразу возникает вопрос о значимости (ранжировании) используемых диагностических признаков. Это задача системного синтеза, т. е. отыскание параметров порядка наиболее значимых x_i из всего набора $j=1,2,...,m$. В физиологии человека такая процедура укажет, на какие процессы следует

обратить особое внимание: какие диагностические признаки x_i функциональных систем наиболее значимы и как реагируют *функциональные системы организма* (ФСО) на внешние воздействия [2-10].

Следует отметить, что при идентификации состояний сложных физиологических систем (как и любых других сложных биосистем) очень часто возникают задачи, которые требуют выявления и идентификации появления существенных отличий между исходным состоянием ФСО (до каких-либо воздействий) и последующим состоянием этой же системы после действия физических, химических, биологических и других факторов, способных существенно влиять на состояние изучаемой экосистемы. Подобные задачи возникают в медицине, хронофизиологии, физиологии человека, в целом, при изучении особенностей состояния функциональных систем организма человека на Севере [1-8].

С математической точки зрения подобные задачи обычно решаются в рамках анализа статистических функций распределения для всех компонент x_i *вектора состояния системы* (ВСС) $x=x(t)=(x_1, x_2 \dots x_m)^T$ на основе статистической проверки гипотез или методами теории рисков. Последние годы к решению такой проблемы диагностики стали привлекаться методы нечетких множеств и теории нейросетей мозга. В последнем случае при использовании нейроэмуляторов возможно решение задачи бинарной классификации, которая определяет не только возможность (или невозможность) разделения двух разных в экологическом отношении сравниваемых групп, но и одной группы, находящейся в состоянии до воздействия внешних факторов и после такого воздействия (это часто встречается именно в экологии человека, в физиологии).

Традиционно (в рамках стохастического подхода) такая задача решалась на основе анализа различий в функциях распределений $f(x)$ для каждого из признаков x , характеризующих состояние ФСО. Все такие состояния ФСО описываются вектором состояния системы $x(t)$, компоненты которого x_i могут принимать различные значения из некоторой области изменений $\Delta x_i(t)$ по каж-

дой такой координате ВСС в *фазовом пространстве состояний* (ФПС). При этом динамика поведения $x(t)$ может быть очень сложной, и такие системы *I. R. Prigogine* [20] и *H. Haken* относили к *complexity*, т. е. к уникальным системам с неповторимой динамикой и состояниями [6-11]. Все это лежит в основе эффекта Еськова-Зинченко [1,8,12,13], который сейчас широко изучается в психофизиологии [8-13].

Если мы не можем повторять биопроцессы одинаковым образом, то традиционный стохастический подход к *complexity* неприменим. В реальности любой биологический процесс не может быть повторён дважды не только одинаковым образом, но и в смысле одинаковых функций распределений. Это составляет основу современной *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС). Тем более что задача идентификации различий между двумя состояниями ФСО резко усложняется, если речь идёт о единичной траектории $x(t)$. Иными словами, если в момент времени t_1 мы имеем ВСС $x(t_1)$, а в другой момент t_2 имеем $x(t_2)$, то установить различие в этих состояниях ВСС и тем более выделить параметры порядка (по каким x_i эти два состояния различаются наиболее существенно) при разовой регистрации динамики процесса в рамках детерминизма или стохастики представляется весьма затруднительным. Существенно, что задачи системного синтеза в стохастике не имеют общего решения и мы сейчас предлагаем новый метод для их решения [1-13,21].

1. Неопределенность 1-го типа в биологии и медицине. Во всех подобных задачах мы имеем ВСС $x=x(t)$, где его компоненты x_i – это диагностические признаки изучаемой системы, а если объектов (входящих в ЭС) много, то мы имеем набор точек в фазовом пространстве состояний с координатами x_i ($i=1,2,\dots,m$). Использование нейроэмулятора (на основе некоторого входного сигнала для нейросетей мозга) для идентификации различий в состояниях ФСО до и после воздействия позволяет установить наличие различий (если факторы существенно повлияли на изучаемый объект) или установить отсутствие таких различий (тогда влияние факторов несущественное).

В первом случае *нейро-ЭВМ* (НЭВМ) разделяет обучающие выборки (характеризующие ФСО до воздействия и после воздействия), во втором случае задача бинарной классификации не решается, и мы принимаем решение о незначимом влиянии факторов на экосистемы. Отметим, что очень часто в таких задачах статистические методы становятся бесполезными, т.е. функции распределения (и их параметры, характеристики) могут не различаться существенно (даже по всем x_i сразу!). Для примера представим табл. 1, где имеются статистические сравнения 3-х возрастных групп женщин-ханты по основным параметрам нейровегетативной системы в регуляции. Очевидно, что для всех шести диагностических признаков x_i различий между группами нет (табл. 1).

Таблица 1

Результаты статистической обработки основных шести интегральных параметров x_i варибельности сердечного ритма женщин пришлого и некоренного населения Югры

Группы Параметры	Пришлое население			коренное население		
	1и2	1и3	2и3	1и2	1и3	2и3
<i>SIM</i>	0.00	0.00	0.25	0.37	0.00	0.00
<i>PAR</i>	0.00	0.00	0.39	0.11	0.00	0.09
<i>SDNN</i>	0.00	0.00	0.28	0.54	0.00	0.01
<i>INB</i>	0.00	0.00	0.33	0.84	0.02	0.03
<i>SpO2</i>	0.90	0.01	0.00	0.07	0.00	0.02
<i>HR</i>	0.91	0.19	0.21	0.01	0.02	0.21

Вслед за выявлением наличия или отсутствия существенных различий между двумя состояниями экосистемы (в момент времени t_1 – до воздействия и t_2 – после воздействия) возникает проблема выявления параметров порядка, т. е. наиболее важных диагностических признаков x_j ($j=1 \dots k$, где $k < m$). В физиологии человека в качестве x могут выступать параметры функциональных систем организма (например, параметры *сердечно-сосудистой системы* (ССС) или *нервно-мышечной системы*) или психофизиологических функций испытуемых.

Состояние ФСО организма испытуемых, их психофизиологических функций

может характеризовать эффект экологического напряжения или экологического стресса. Поэтому попытки использования нейроэмуляторов для идентификации наиболее важных диагностических признаков x_i представляет весьма важное направление как в экологии человека, так и в экологии природных экосистем в целом [15-19]. Из табл. 1 следует, что для всех признаков x_i мы имеем неопределенность 1-го типа.

2. Нейрокомпьютеры в устранении неопределенности 1-го типа. Применение нейросетевых технологий в идентификации параметров порядка связано всё-таки с определёнными трудностями, которые присущи работе любых нейроэмуляторов, т. е. систем, подобных работе мозга человека. Эта трудность базируется на невозможности однозначного повторения любого состояния мозга, его нейронных систем. Действительно, если при каждой j -й итерации задавать начальные значения весов признаков x_i из области равномерного распределения на отрезке (0, 1), то после настройки нейросети мы будем получать уникальные и неповторимые значения весов признаков x .

На графике можно это представить в виде ординат (столбцы на рисунке), а по горизонтальной оси можно откладывать j -й номер итерации ($j=1, 2 \dots p$). Наборы этих ординат для всех $p=50$ итераций образуют выборку по каждой координате x всего ВСС (это выборка весов признаков x). Каждый такой набор из 50-и столбцов $w_{..}$ (величин весовых признаков) образует хаотическую динамику для каждого признака x . (координаты x . всего ВСС), а общая картина для всех x . представлена на рисунке 1 в виде 11 различных диаграмм (т.е. $m=1 \dots 11$). Они различаются между x_i , но при повторях итераций по $p=50$ мы будем получать каждый раз разные функции распределения.



Рис. 1. Диаграмма распределения весовых коэффициентов w_i ($i = 1 \dots 11$) каждого из параметров (x_i) для каждого j -го обучения (метод градиентного спуска) искусственной нейронной сети ($j = 1 \dots 50$). В качестве x_i выступали: x_1 – СИМ – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС, у. е.), x_2 – ПАР – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у. е.), x_3 – ЧСС – частота сердечных сокращений (уд./мин), x_4 – ИНБ – показатель индекса напряжения по РМ. Баевскому (у. е.), x_5 – SPO2 – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых; x_6 – VLF – мощность спектра сверхнизкочастотного компонента вариабельности ($\text{мс}^2/\text{Гц}$), x_7 – LF – мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности ($\text{мс}^2/\text{Гц}$), x_8 – HF – мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности ($\text{мс}^2/\text{Гц}$), x_9 – Total – общая спектральная мощность ($\text{мс}^2/\text{Гц}$), x_{11} – LFnorm – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%), x_{10} – HFnorm – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%)

На рис. 1 представлена диаграмма расчета весов w_i признаков x_i для $m=11$ компонент x (координат ВСС) при сравнении группы из 19 человек по параметрам ССС до начала работы в ночную смену и после работы в ночную смену. Это пример из хронофизиологии, когда мы сравниваем состояние ССС для группы, находящейся в разных хроноэкологических условиях. Ординаты x для каждого ряда – общий набор всех рядов представляет m -мерную размерность ($m=11$) всего ФПС) представляют величины w_i весовых коэффициентов для каждого цикла (из общего числа p циклов, $p = 50$), причем начальные веса w_0 укладываются в интервале w_{i0} (0, 1). Каждая колонка для каждого признака x представляет величину каждого значения выходного весового коэффициента w_j на j -й ($j = 1 \dots 50$)

итерации для k -го набора итераций ($k=1,2,\dots,N$). Таким образом, осуществляется j -я настройка искусственной нейронной сети каждый раз для нового, хаотического набора весовых признаков w_0 , при этом повторяется решение каждой задачи бинарной классификации $p=50$ раз. На выходе НЭВМ мы каждый раз получаем свое значение w_{ij} ($i=1..11$) для соответствующей задачи бинарной классификации. Существенно, что при каждом повторении настройки нашей нейронной сети мы получаем различные значения каждого w_{in} на каждой j -й настройке (итерации) и совпадения этих весов w_{ij} (i -й номер координаты и j -я итерация) никогда не наблюдается даже для $N=10^6$ (мы делали миллион итераций). Тем более если мы используем

только 1-ую или 2-ую итерации ($j=1, 2$), как это обычно делалось ранее в разных работах. При этом мы получили единичное (разовое) распределение выходных весов признаков, которые не обладают информацией. Это означает, грубую ошибку в использовании НЭВМ при решении задачи системного синтеза. При этом мы можем найти параметры порядка [2-6,10,11,14].

Осуществив многократное повторение ($p=1000$) данной процедуры, для каждого x_i после j -го повторения мы можем получить общее число хаотической генерации значений весовых коэффициентов w_{ij} . Из таких повторений мы получаем хаотическую динамику в виде матрицы: $W=\{w_{ij}\}$

В этом хаосе поведения ФСО раскрывается механизм работы (в нашем случае это

нейроэмулятор, а в физиологии – ФСО с параметрами x) системы «чёрный ящик» – его структура и внутренние функции никогда не будут определены, т. к. он представляет из себя хаотический объект с самоорганизацией и любое конкретное состояние (т.е. w .) неповторимое в принципе, оно не имеет информационного значения (это составляет основу базового 2-го постулата ТХС) [2-7]. В каждый следующий момент «чёрный ящик» (параметры экосистемы, набор её x) будет другим, при этом выполняемая им функция остается неизменной (например, удерживается гомеостаз организма или экосистемы, сохраняются рефлексy и т.д.).

Подчеркнем, что структуру, т.е. внутренние связи нейросети можно будет определить, но эта информация не имеет смысла, будучи лишь одной реализацией из многих миллиардов других. В следующую секунду нейросеть уже будет другой и так до бесконечности. И это для сети из нескольких нейронов. В действительности, если мы используем свой мозг из миллиардов нейронов, то хаос в нём будет бесконечным (и неповторимым). Этот хаос образует эффект Еськова-Зинченко [1,8,12] в психологии, но он лежит в основе и понятия гомеостаза.

Переход хаоса в порядок реализуется за счёт ревербераций в нейросетях мозга и в подобных нейросетевых системах не возникают флуктуации, которые закономерно возникают в стохастических системах. Для систем с хаосом и самоорганизацией (в нашем случае роль хаоса играет генератор равномерного распределения для x_i , а роль самоорганизации выполняет нейроэмулятор и нейронные сети мозга, которые контролируют тремор, теппинг, кардиоинтервалы, электромиограммы и гомеостаз человека в целом), картина получается другой. Все наблюдаемые распределения получаются или нормальными, или непараметрическими и при малых выборках (числе итераций), т. е. $N < 100$, мы будем иметь непрерывно изменяющиеся функции распределения, которые для каждой выборки итерации имеют свои значения.

Анализируя результаты, полученные на нашей модели с нейроэмулятором, кото-

рая демонстрирует переход хаоса в порядок, можно сделать ряд важных выводов, которые следует учитывать всем, кто использует НЭВМ для диагностических целей в медицине, биологии и экологии человека, если число повторов итераций в работе нейросети будет невелико (например, у человека число ревербераций в гиппокампе будет невелико), то когнитивная деятельность реализуется с низкой эффективностью, параметры порядка будут неправильно выбраны нейросетью. Отсюда следует бесперспективность применения нейроэмуляторов для диагностики наиболее важных диагностических признаков в медицине при числе итераций $N < 100$. Все такие попытки (при малых N) обречены на ошибки, а полученные ранее результаты следует пересмотреть, т. к. мы имеем каждый раз одну особую реализацию из многих возможных.

С другой стороны нарастание числа итераций ($N > 100$ в табл. 2 имеем $N \geq 1000$) повышает точность идентификации параметров порядка, и результаты когнитивной деятельности при многократных реверберациях нейросетей мозга могут быть весьма высокими. Очевидно, что гениальные люди отличаются от обычных людей именно из-за числа повторов решения одной и той же задачи (анализа данных, процессов, явлений). Эвристическая деятельность мозга (как и НЭВМ при идентификации параметров порядка) невозможна без многократных повторов решения задачи (при минимальной неопределённости в состоянии сети и при одинаковых обучающих выборках). Однако в условиях Севера Российской Федерации преобладают парасимпатотоники, у которых возбудимость центральной нервной системы понижена и они демонстрируют в целом более низкие параметры сомоторных реакций. Реверберации необходимы для повышения точности при выборе правильного значения в диагностических задачах как человеку, так и НЭВМ.

Таблица 2

Усредненные значения отдельных координат весов признаков w_i вектора состояния системы (параметры w . – это показатели ССС людей перед их работой в ночную смену и после) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $p \geq 1\,000$ итераций (настроек НЭВМ) в режиме бинарной классификации

Нейросети с $p \leq 5000 = 5 \times 1000$						
расчеты итераций по выборкам ($N > 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i по наибольшим и наименьшим весам					
	LF для $\langle w_1 \rangle$	SIM для $\langle w_2 \rangle$	HF для $\langle w_3 \rangle$	CSS для $\langle w_{13} \rangle$	NN для $\langle w_{14} \rangle$	$SPO2$ для $\langle w_{15} \rangle$
$P=5000$ $j=(1...5000)$	0,8012	0,5655	0,5603	0,4413	0,3709	0,337
$P=1000$ $j=(1.1000)$	0,7985	0,565	0,557	0,4443	0,3647	0,3337
$P=1000$ $j=(1000...2000)$	0,8058	0,5663	0,5641	0,4371	0,3642	0,3362
$P=1000$ $j=(2000,...,3000)$	0,7957	0,5678	0,558	0,4426	0,3678	0,3339
$P=1000$ $j=(3000,...,4000)$	0,8032	0,5571	0,558	0,4353	0,3774	0,3336
$P=1000$ $j=(4000,...,5000)$	0,8074	0,5741	0,5666	0,4526	0,3786	0,3536
$\langle \Delta w \rangle$	0,0117	0,017	0,0096	0,0173	0,0144	0,0166

Примечание: LF (мс^2) – спектральная мощность колебаний ритма в диапазоне низких частот (0,04...0,15 Гц), HF (мс^2) – спектральная мощность колебаний ритма в диапазоне высоких частот (0,15.0,4 Гц), SIM – индекс активности симпатического звена вегетативной нервной системы, NN – кардиоинтервалы в анализируемой выборке, $SPO2$ – содержание оксигемоглобина в крови, CSS – частота сердечных сокращений

3. Неопределенности 2-го типа в физиологии ССС. Резкие перепады температуры, давления и влажности воздуха влияют на кардиореспираторную систему человека (особенно с выраженной патологией или со склонностью к этой патологии) [2-15]. Известна метеочувствительность людей с гипертензией, стенокардией и другими заболеваниями ССС к этим перепадам. Велика чувствительность больных хроническими обструктивными болезнями лёгких, астмой, другими лёгочными заболеваниями к большим градиентам параметров атмосферы (давление, влажность, температура) и их скоростным изменениям [2]. Причём, если человек уже предрасположен к этим заболеваниям, то скорость развития патологии будет только усиливаться и заболевание будет сдвигать возрастные рамки [17]. В настоящее время известно не только о многих сдвигах в организме чело-

века в области патологии кардиореспираторной системы жителей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югра), но и об особенностях ряда других физиологических (патофизиологических) процессов в организме человека на Севере [17, 19, 21].

На статистическом уровне нами установлены выраженные сдвиги по заболеваемости населения в Югре. Речь идёт о возрастных сдвигах: более ранней патологии (инфаркты, инсульты, диабет у молодёжи), раннем начале климактерического периода, более раннем старении, сдвиге абсолютного максимума смертности мужского населения до 46-47 лет (в РФ 57 лет), более раннем сдвиге соотношения (пропорций численности) между мужчинами и

женщинами (речь идёт о соотношении численности мужского и женского населения Югры в пропорциях 1/2, 1/3 и т. д.). Не случайно власти ещё в СССР определили пенсионный возраст для северян на пять лет меньше.

В настоящее время на решение проблем северной медицины как в области патологии, так и в области нормогенеза, направлены усилия многих учёных [13]. При этом используются и новые методические подходы. Нами разработана специальная ТХС, которая учитывает хаотическую динамику поведения многих параметров *вектора состояний организма человека* (ВСОЧ) $x=x(t)=(x_1, x_2... x_m)^T$ в *фазовом пространстве состояний* (ФПС) с размерностью m .

Существенно, что именно ВСОЧ описывает состояние гомеостаза организма

любого человека в особых экологических условиях, а параметры квазиаттракторов (области фазового пространства состояний, внутри которых непрерывно и хаотически движется ВСОЧ) являются моделью гомеостаза [12-14]. Однако следует признать, что в настоящее время имеются всё-таки весьма ограниченные и однозначные представления о гомеостазе, который связан со старением человека в особых условиях проживания на Севере России [5,6,11], поэтому следует рассмотреть их более подробно с позиции ТХС и нейрокомпьютинга путём анализа параметров квазиаттракторов разных возрастных групп коренного женского населения ХМАО-Югры.

В наших исследованиях методами электрокардиографии и вариационной пульсоинтервалографии было обследовано 114 человек – представителей народа ханты трёх (одинаковых по численности $n_1=n_2=n_3=38$) возрастных групп: 1-я группа – 20 – 34 года; 2-я – 35–49 лет; 3-я – 50–102 года. Использовались автоматизированные комплексы «Кардиовизор» и Элокс-01 М. Для обработки данных применялись традиционные статистические методы и методы ТХС, которые обеспечили расчет параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния системы $x(t)$ в ФПС. Для этих целей динамика кардиоинтервалов быстрым преобразованием Фурье представлялась в виде амплитудно-частотной развертки и строились фазовые плоскости, где в качестве функции $x_1=x_1(t)$ использовались сами кардиоинтервалы (КИ), как функции времени t , а вторая фазовая координата $x_2=x_2(t)=dx_1/dt$ являлась скоростью изменения $x_1(t)$, т.е. КИ [2,5-19].

Для такого двумерного вектора $(x_1, x_2)^T$ его объем V_G переходит в площадь квазиаттрактора S , которая закономерно изме-

няется с возрастом. Рассмотрим эти закономерности в аспекте физиологии человека. Исследование функционального состояния организма у коренного населения северных территорий РФ (младшая возрастная группа) показало доминирование *парасимпатического* (PAR) отдела вегетативной нервной системы над *симпатическим* (SIM). Так, при сравнении величины SIM и PAR у трёх возрастных групп женщин, представительниц коренного населения Югры, установлено устойчивое увеличение с возрастом величины медианы SIM и устойчивое снижение среднего значения PAR. Конкретная динамика кардиоинтервалов представлена на рис. 2 для отдельных примеров. Это совершенно не характерно для пришлого мужского и женского населения, динамики изменения КА для КИ. Отметим, что для любых x_i всего $x(t)$ всегда существует неопределенность 2-го типа, которая проявляется в крайне низком числе совпадений выборок КИ.

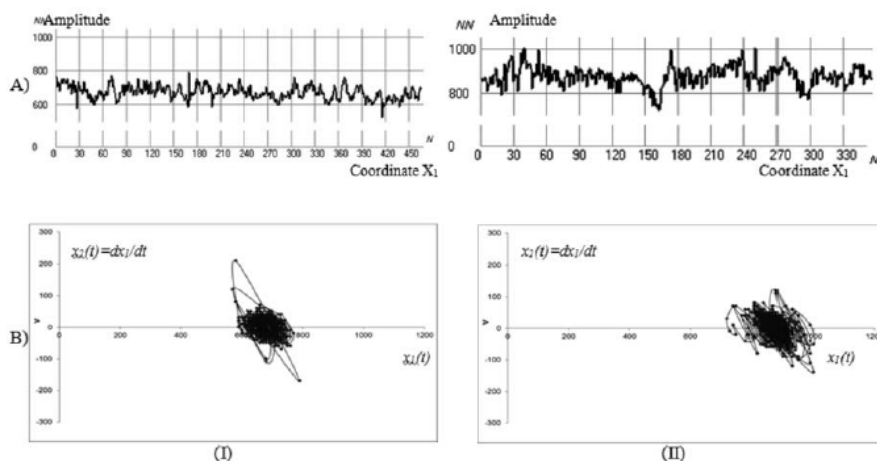


Рис. 2. Примеры кардиоинтервалов $x_i = x_i(t)$ по данным пульсоинтервалографии – А и фазовый портрет сигнала x_i на плоскости с координатами $x, x_2=dx/dt$ – В (для испытуемых двух возрастных групп): (I) испытуемая R3, возраст на момент обследования 25 лет ($S_1=83\ 600$); (II) испытуемая E, возраст на момент обследования 48 лет ($S_2=72\ 800$)

Заключение. В изучении параметров ССС населения Югры мы сталкиваемся с неопределенностью 1-го и 2-го типов. ССС испытуемых старшей возрастной группы ханты обладает очень низкой вариабельностью сердечного ритма. Это является маркером долгожительства (и не только у народов ханты). Фактически, ритмограммы

выстраиваются в порядке убывания, поэтому можно говорить о том, что сердце работает у пожилых и долгожителей (особенно) в крайне упорядоченном режиме (временные интервалы между ударами сердца практически одинаковые).

Фазовый портрет испытуемых 3-й группы сжимается в точку, что в рамках

ТХС свидетельствует о крайне низкой вариабельности сердечного ритма [2–9] и существенном управлении ритмикой со стороны центральных нервных структур. В любом случае для ССС мы имеем хаос статистических функций, что доказывает эффект Еськова-Зинченко в психологии и физиологии.

Литература

References

1. Веракса А.Н., Горбунов Д.В., Шадрин Г.А., Стрельцова Т.В. Эффект Еськова-Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 17–24.
 2. Еськов В.В., Еськов В.М., Карпин В.А., Филатов М.А. Синергетика как третья парадигма, или понятие парадигмы в философии и науке // Философия науки. 2011. № 4. С. 126–128.
 3. Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 2. С. 42–56.
 4. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний // Измерительная техника. 2010. № 12. С. 53–57.
 5. Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 3. С. 106–110.
 6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Гудков А.В., Гудкова С.А., Сологуб Л.А. Философско-биофизическая интерпретация жизни в рамках третьей парадигмы // Вестник новых медицинских технологий. 2012. № 1. С. 38–41.
 7. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатова О.Е. Использование статистических методов и методов многомерных фазовых пространств при оценке хаотической ди-
- Veraksa AN, Gorbunov DV, Shadrin GA, Strel'tsova TV. Effekt Es'kova-Zinchenko v otsenke parametrov teppinga metodami teorii khaosa-samoorganizatsii i entropii [Effect Eskova Zinchenko-estimation of parameters in tapping methods of the theory of chaos and entropy, self-organization]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;1:17-24.
 - Es'kov VV, Es'kov VM, Karpin VA, Filatov MA. Sinergetika kak tret'ya paradigma, ili ponyatie paradigmy v filosofii i nauke [Synergetics as a third paradigm, or the concept of a paradigm shift in philosophy and science]. Filosofiya nauki. 2011;4:126-8. Russian.
 - Es'kov VV, Vokhmina YuV, Gavri-lenko TV, Zimin MI. Modeli khaosa v fi-zike i teorii khaosa-samoorganizatsii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;2:42-56. Russian.
 - Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE. Osobennosti izmereniy i modelirovaniya biosistem v fazovykh prostranstvakh sostoyaniy [Features of measurements and modeling of biological systems in the phase space of states]. Izmeritel'naya tekhnika. 2010;12:53-7. Russian.
 - Es'kov VM, Es'kov VV, Khadartsev AA, Filatov MA, Filatova DYU. Metod sistemnogo sinteza na osnove rascheta mezhattraktornykh rass-toyaniy v gipoteze ravnomernogo i neravnomernogo raspredeleniya pri izuchenii effektivnosti kinezi-terapii [system synthesis method based on the calculation of distances mezhattraktornykh in the hypothesis of uniform and non-uniform distribution in the study of the effectiveness of kinesitherapy]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010; 17(3):106-10. Russian.
 - Es'kov VM, Khadartsev AA, Gudkov AV, Gudkova SA, Sologub LA. Filosofsko-biofizicheskaya interpretatsiya zhizni v ramkakh tret'ey paradigmy [Philosophical and geophysical interpretation of life in the third paradigm]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;1:38-41. Russian.
 - Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova OE. Ispol'zovanie statisticheskikh metodov i metodov mnogomernykh fazovykh prostranstv pri otsenke khaoticheskoy dinamiki parametrov

- намики параметров нервно-мышечной системы человека в условиях акустических воздействий // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 2. С. 6–10.
8. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4. С. 66–73.
 9. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.
 10. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физ. Астрон. 2016. № 2.
 11. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3–24.
 12. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44–51.
 13. Филатов М.А., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова-Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 24–32.
 14. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015). DOI: 10.12737/10410
- nervno-myshechnoy sistemy cheloveka v usloviyakh akusticheskikh vozdeyst-viy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(2):6-10. Russian.
- Es'kov VM, Zinchenko YuP, Filatov MA, Poskina TYu. Effekt N.A. Bernshteyna v otsenke parametrov tremora pri razlichnykh akusticheskikh vozdeystviyakh [The effect of NA Bernstein in the evaluation of tremor parameters for different acoustic effects]. Natsional'nyy psikhologicheskiy zhurnal. 2015;4:66-73. Russian.
- Es'kov VM, Gazya GV, Maystrenko EV, Boltaev AV. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh poley na parametry serdechnososudistoy sistemy rabotnikov neftegazovoy otrasli [The impact of electromagnetic fields on the industrial parameters of the cardiovascular system of the oil and gas industry workers]. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016;1:59-63. Russian.
- Es'kov VM, Es'kov VV, Vokhmina YuV, Gavrilenko TV. Evolyutsiya khaoticheskoy dinamiki kollektivnykh mod kak sposob opisaniya povedeniya zhivyykh system [The evolution of chaotic dynamics of collective modes as a way to describe the behavior of living systems]. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 3. Fiz. Astron. 2016;2. Russian.
- Zinchenko YuP, Es'kov VM, Es'kov VV. Ponyatie evolyutsii Glensdorfa-Prigozhina i problema gomeostaticheskogo regulirovaniya v psikhofiziologii. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psikhologiya. 2016;1:3-24. Russian.
- Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Vokhmina YuV. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley korennoy i prishlogo naseleniya Yugry [Chaotic dynamics of cardio three age groups, the representatives of the radical and alien population of Ugra]. Uspekhi gerontologii. 2016;29(1):44-51. Russian.
- Filatov MA, Veraksa AN, Filatova DYU, Poskina TYu. Ponyatie proizvol'nykh dvizheniy s pozitivnyy effekta Es'kova-Zinchenko v psikhofiziologii dvizheniy [The concept of voluntary movements with positions Eskova-Zinchenko effect in psychophysiology of movements]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;1:24-32. Russian.
- Khadartsev AA, Es'kov VM, Filatova OE., Khadartseva KA. Pyat' printsipov funktsionirovaniya slozhnykh sistem, sistem tret'ego tipa [The five principles of the functioning of complex systems, systems of the third type]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2015[cited 2015 Mar 25];1[about 6 r.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf>. DOI: 10.12737/10410

15. Eskov V.M., Filatova O.E., Provorova O.V., Khimikova O.I. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology // Human Ecology. 2015. №5. P. 57–64.
16. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // Advances in Gerontology. 2016. Vol. 6 (1). P. 24–28.
17. Filatova O.E., Provorova O.V., Volokhova M.A. Assessment of vegetative status of oil-and-gas industry workers from perspective of chaos and self-organization theory // Human Ecology. 2014. № 6. P. 16–19.
18. Garaeva G.R., Eskov V.M., Eskov V.V., Gudkov A.B., Filatova O.E., Khimikova O.I. Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra // Human Ecology. 2015. №9. P. 50–55.
19. Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Sokolova A. A. New methods for gerontology in the longevity projections of the indigenous population of Ugra // Successes of Gerontology. 2014. Vol. 27, № 1. P. 30–36.
20. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Fudin N.A., Kozhemov A.A. The foundations of athletes' training based on chaos theory and self-organization // Theory and Practice of Physical Culture. 2013. № 9. C. 23.
21. Prigogine I. The philosophy of instability // Futures. 1989. P. 396–400.
22. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Medical and biological measurements: measuring order parameters based on neural network technologies // Measurement Techniques. 2015. T. 58, № 4. C. 65–68.
- Eskov VM, Filatova OE, Provorova OV, Khimikova OI. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology. Human Ecology. 2015;5:57-64.
- Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE, Khadartsev AA, Sinenko DV. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology. Advances in Gerontology. 2016;6(1):24-8.
- Filatova OE, Provorova OV, Volokhova MA. Assessment of vegetative status of oil-and-gas industry workers from perspective of chaos and self-organization theory. Human Ecology. 2014;6:16-9.
- Garaeva GR, Eskov VM, Eskov VV, Gudkov AB, Filatova OE, Khimikova OI. Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra. Human Ecology. 2015;9:50-5.
- Gavrilenko TV, Eskov VM, Khadartsev AA, Sokolova AA. New methods for gerontology in the longevity projections of the indigenous population of Ugra. Successes of Gerontology. 2014;27(1):30-36.
- Khadartsev AA, Nesmeyanov AA, Eskov VM, Fudin NA, Kozhemov AA. The foundations of athletes' training based on chaos theory and self-organization. Theory and Practice of Physical Culture. 2013;9:23.
- Prigogine I. The philosophy of instability. Futures. 1989. P. 396-400.
- Vokhmina YV, Eskov VM, Gavrilenko TV, Filatova OE. Medical and biological measurements: measuring order parameters based on neural network technologies. Measurement Techniques. 2015;58(4):65-8.