

СИСТЕМНЫЙ СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ В МЕДИЦИНЕ

В.А. ГАЛКИН*, С.А. ПРОХОРОВ**, Т.В. ГАВРИЛЕНКО*, И.В. ЕФРЕМОВ***, Р.В. ЧИРКОВА*

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

**ФГА ОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королева
(НИИУ)», Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086, Россия

***ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
пр-п. Победы, д. 13, г. Оренбург, 460018, Россия

Аннотация. Известно, что продолжительность жизни приезжего населения и коренного (ханты) в Югре существенно различается. **Цель исследования.** Установить различия по шести параметрам работы сердца у женщин ханты и приезжих женщин. **Объекты и методы исследования.** Обследованию подверглось три (разные) возрастные группы женщин ханты и три группы приезжих женщин (на территории ХМАО-Югры). Регистрировалось шесть параметров спектральной плотности сигнала, которые попарно сравнивались (для одинаковых возрастных групп). После этого статистического сравнения использовали искусственные нейросети для анализа возникающей неопределенности первого типа. **Результаты и их обсуждение.** Парное статистическое сравнение выборок шести параметров работы сердца показало почти полное отсутствие статистических различий (для одинаковых возрастных групп). Применение искусственных нейросетей в режиме хаоса и многократных ревербераций обеспечило разделение выборок и нахождение главных диагностических признаков во всех трех сравниваемых парах. **Выводы.** Статистический анализ выборок шести параметров сердечно-сосудистой системы трех возрастных групп женщин ханты и приезжих женщин показал наличие неопределенности первого типа (почти все выборки статистически совпадают по критерию Манна-Уитни). Применение искусственных нейросетей обеспечило разделение выборок и нахождение параметров порядка (главных диагностических признаков) в виде *LF* и *HF*. При этом решается задача системного синтеза в изучении влияния окружающей среды на организм человека.

Ключевые слова: системный синтез, сердечно-сосудистая система, неопределенность первого типа, хаос.

SYSTEM SYNTHESIS BIOPARAMETERS IN MEDICINE

V.A. GALKIN*, S.A. PROKHOROV**, T.V. GAVRILENKO*, I.V. EFREMOV***, R.V. CHIRKOVA*

*Surgut State University, Lenin Pr., 1, Surgut, 628400, Russia, e-mail: firing.squad@mail.ru

**Samara National Research University named after acad. S.P. Korolev (National Research University) ",
Moskovskoe shosse, 34, Samara, 443086, Russia

***Orenburg State University, Victory Pr., 13, Orenburg, 460018, Russia

Abstract. It is known that life period of khanty woman and arrival woman are differ in Ugra (Russian North). **The research purpose** was to determine the differences of heart parameters (six parameters) for woman khanty and arrival woman. **Object and methods.** It was investigated three (different) aging groups of khanty woman (and the same groups of arrival woman). We registered six parameters of cardio-vascular systems as a parameters of spectral density of signals which we compared for different groups of woman. After the statistical comparison we use the special artificial neuron network technology for investigation of uncertainty of the first type. **Results.** Pare comparison of all samples for all six parameters of heart rate demonstrated the absent of any statistic differences of all this parameters. The artificial neuron networks (with chaos and numerical reverberation) provide the separation of all samples for all three aging groups. **Conclusion.** Statistical analysis of samples of six parameters of the cardiovascular system of three age groups of Khanty women and visiting women showed the presence of the first type of uncertainty (almost all samples statistically coincide according to the Mann-Whitney test). The use of artificial neural networks ensured the separation of samples and the finding of order parameters (main diagnostic features) in the form of *LF* and *HF*. This solves the problem of systemic synthesis in the study of the influence of the environment on the human body.

Keywords: systemic synthesis, cardiovascular system, uncertainty of the first type, chaos.

Введение. Изучение влияния особых экологических факторов Севера РФ на параметры функций организма человека (проживающего на Севере) является важной проблемой биомедицины и экологии

человека. При этом сейчас уже доказано, что проживание приезжего населения на Севере принципиально приводит к снижению качества жизни. Это подтверждается снижением срока выхода на пенсию всех, кто проработал на Севере России более 20 лет. Считается, что такой срок существенно изменяет качество жизни человека на Севере. Одновременно, государство вводит различные денежные добавки (и коэффициенты) для жителей Севера. Очевидно, что это является официальным признаком вредных влияний экофакторов Севера на организм человека. При этом за скобками остается проблема коренных жителей Севера. На сегодня остается мало изученной проблема влияния факторов Севера РФ на состояние функций организма человека, проживающего в этих особых условиях. Нет детальных исследований по выявлению различий в состоянии организма коренных жителей Севера (у нас это ханты) и приезжего населения.

В этой связи данное исследование направлено на устранение этого пробела в исследованиях. На примере состояния *сердечно-сосудистой системы* (ССС) человека на Севере РФ мы изучили шесть параметров ССС (параметры *спектральной плотности сигнала* – СПС, на примере параметров *кардиоинтервалов* (КИ) как основного сигнала о состоянии ССС [1-7].

Объекты и методы исследования. Обследовались три возрастные группы женщин ханты (средний возраст младшей группы $\langle T_1 \rangle = 27$ лет, средний возраст $\langle T_2 \rangle = 43$ годы и средний возраст старшей группы $\langle T_3 \rangle = 58$ лет) и три аналогичные возрастные группы женщин приезжих (в ХМАО-Югре), проживающих более 10 лет на Севере России (в Югре). Для исследования ССС использовался запатентованный прибор «Элокс-01». Обследования проводились сидя, в спокойном состоянии, не менее 5 минут регистрировались выборки КИ. В итоге, любая выборка содержала не менее 300 КИ. Эти выборки обрабатывались по программе ЭВМ с помощью быстрого преобразования Фурье. При этом находилось шесть параметров спектральной плотности для КИ [4-8].

К этим шести параметрам относятся: x_1 – *VLF* – спектральная плотность очень низких по частоте сигналов; x_2 – *LF* – спектральная плотность низкочастотных сигналов; x_3 – *HF* – спектральная плотность высокочастотных сигналов; x_4 – *LF(p)* – нормализованная *LF*; x_5 – *HF(p)* – нормализованная *HF*; x_6 – *LF/HF* – отношение этих двух спектральных плотностей (все в единицах – у.е.).

В итоге, все выборки этих шести параметров для всех шести возрастных групп статистически обрабатывались, а средние (*медианы*) значения (*Me*) составляли выборки (по 38 значений *Me* в каждой выборке для каждого указанного параметра). Производили попарное сравнение (для каждой возрастной группы: 1-1, 2-2, 3-3) таких выборок (из 38-и значений *Me*) с использованием критерия Манна-Уитни.

После определения статистических различий этих выборок мы применяли искусственные нейросети в двух новых режимах: хаотическом задании начальных весов W_{i0} (из интервала $W_{i0} \in (0,1)$) и многократных повторных настроек (реверберации) этих нейросетей с этими W_{i0} (на каждой итерации настроек). В итоге мы получали выборки конечных значений весов W_i диагностических признаков x_i и эти выборки статистически обрабатывали (до средних значений $\langle W_i \rangle$ и доверительных интервалов).

Результаты и их обсуждение. Прежде всего отметим, что все выборки всех шести параметров x_i вектора состояния $x(t)$ для СПС, $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_6)^T$ проверялись на предмет их отнесения к нормальному распределению. Установлено, что только 1,5-2% выборок всех $x_i(t)$ могут показать распределение Гаусса. Поэтому все дальнейшие расчеты мы проводили в рамках непараметрических распределений. Использовался критерий Манна-Уитни.

Первичные выборки обрабатывались до расчета *Me* (и процентилей) и все 38 медиан для каждой группы образовывали свою выборку *Me*, которая далее подвергалась статистической обработке. В частности, проводилось попарное сравнение таких выборок *Me* для одинаковых возрастных групп (1-1, 2-2, 3-3). Это представлено в табл. 1.

Таблица 1

Результаты попарного сравнения средних значений рангов (допустимого уровня значимости параметров СПС сердечного ритма, групп женщин коренного и некоренного населения Югры по возрасту), спектральные параметры изучали с помощью критерия Манна – Уитни

Параметры	Отмеченные критерии значимы на уровне $p < 0,05$		
	p – уров. 1 с 1	p – уров. 2 со 2	p – уров. 3 с 3
<i>VLF</i>	0,42	0,16	0,28
<i>LF</i>	0,05	0,40	0,94
<i>HF</i>	0,01	0,92	0,86
<i>LF(p)</i>	0,60	0,51	1,00
<i>HF(p)</i>	0,60	0,51	0,99
<i>LF/HF</i>	0,51	0,36	0,92

В этой табл. 1 мы имеем критерий Манна-Уитни p_{ij} для каждой пары сравнения выборок для всех шести параметров СПС (для КИ). Подчеркнем, если $p_{ij} \geq 0,05$, то такая сравниваемая пара может иметь одну (общую) генеральную совокупность. Легко видеть, что у всех таких разных 18-ти пар сравнения (для трех разных возрастных групп 1-1, 2-2, 3-3) мы имеем крайне малое число пар, где $p_{ij} < 0,05$.

Практически все эти пары (их число 17) показывают $p_{ij} \geq 0,05$, т.е. они статистически совпадают, они могут иметь общую генеральную совокупность. Только параметр HF для пары 1-1 показал $p_{ij} = 0,01$, т.е. выборки различаются. Такая ситуация нами определяется как неопределенность первого типа. Очевидно, что статистика здесь уже не работает (она не дает различий). При этом имеется и неопределенность второго типа [9-16]. Она составляет основу новой теории хаоса-самоорганизации [12-15].

Неопределенность первого типа в рамках традиционной статистики не может быть никак решена. Она требует создания новых теорий и новых методов изучения систем третьего типа, о которых говорил *W. Weaver* еще в 1948 году [17]. Для их изучения сейчас мы создаем новую *теорию хаоса-самоорганизации* (ТХС) [9-16].

В рамках этой новой ТХС нами был доказан *эффект Еськова-Зинченко* (ЭЭЗ) и для нейросетей мозга человека. Оказалось, что эти нейросети генерируют выборки электроэнцефалограмм в режиме хаоса (без статистических повторов) и непрерывных ревербераций [11-15]. Именно эти два режима мы и использовали в работе *искусственных нейросетей* (ИНС).

До настоящего времени все существующие ИНС не работали в этих двух особых режимах. Поэтому мы их использовали для оценки различий возрастных групп. Отметим, что как одинаковые возрастные группы почти полностью статистически совпадают, так и сравнение разных возрастных групп (для ханты и для приезжих) по отдельности также дают совпадения.

В табл. 2 мы представляем результаты попарного сравнения выборок СПС для коренного (ханты) и приезжего женского населения Югры. Очевидно, что здесь (как в табл. 1) преобладает статистическое совпадение выборок почти всех параметров СПС. Например, 1-й столбец (сравнение 1 и 2-й возрастных групп, ханты) показал полное статистическое совпадение (все $p_{ij} \geq 0,05$).

Таблица 2

Результаты попарного сравнения средних значений рангов (допустимого уровня значимости параметров варибельности сердечного ритма женщин коренного и некоренного населения Югры) спектральных параметров с помощью критерия Манна – Уитни

Отмеченные критерии значимы на уровне $p < 0,05$						
Параметры	p – уровень, 1 со 2		p – уровень, 1 с 3		p – уровень, 2 с 3	
	коренное	некоренное	коренное	некоренное	коренное	некоренное
<i>VLF</i>	0,45	0,13	0,01	0,47	0,07	0,60
<i>LF</i>	0,05	0,00	0,00	0,00	0,15	0,05
<i>HF</i>	0,62	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
<i>LF(p)</i>	0,35	0,80	0,80	0,40	0,19	0,52
<i>HF(p)</i>	0,35	0,80	0,78	0,40	0,19	0,52
<i>LF/HF</i>	0,27	0,82	0,94	0,39	0,17	0,53

В целом, 75% всех пар (из 36-ти разных) показали статистическое совпадение выборок. Это очень высокий процент неопределенности первого типа, когда выборки статистически совпадают. Для разрешения всех этих неопределенностей (см. табл. 1 и табл. 2) мы используем ИНС в двух особых режимах.

В результате, все выборки разделились и мы смогли ранжировать значимость всех этих диагностических признаков (параметров СПС для КИ). На рисунке мы представляем один характерный пример такого результата. На рисунке представлены результаты статистической обработки данных по W_i .

Было выполнено 50 повторных настроек ИНС с хаотическим заданием W_{i0} на интервалах $W_{i0} \in (0,1)$. Из этого рисунка следует, что для пары сравнения 1-2 женщин ханты мы имеем параметр порядка в виде LF (для него средний вес $\langle W_2 \rangle = 1$). На втором месте HF ($\langle W_3 \rangle = 0,54$) и на третьем месте LF/HF ($\langle W_6 \rangle = 0,52$).

Для возрастной пары 1-2 у приезжих женщин (рис. – В) мы имеем другой параметр порядка. Здесь на первом месте $\langle W_3 \rangle = 0,97$, а на втором месте $\langle W_6 \rangle = 0,84$ и LF уже на третьем месте $\langle W_2 \rangle = 0,75$. Произошло полное изменение значимости этих трех диагностических признаков и это доказывает различие в параметрах СПС для ханты и приезжих женщин. В табл. 1 мы не могли выявить эти различия, а рисунок это продемонстрировал.

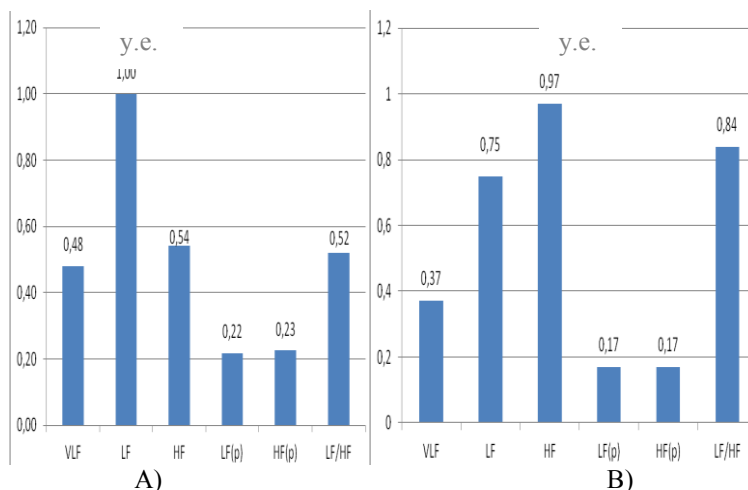


Рис. Результаты 50-ти обучений нейронной сети при решении задач бинарной классификации (средние значения $\langle W_i \rangle$ весов признаков $x_i(t)$) в диагностике различий по спектральным параметрам ВСП женщин 1 и 2 групп коренного (А) и некоренного (Б) населения Югры

Детальное изучение параметров *спектральной плотности сигнала* (СПС) для КИ у разных возрастных групп показало очень высокую степень статистических совпадений выборок. Это касается как сравнения одинаковых возрастных групп (1-1, 2-2, 3-3) в табл. 1, так и разных возрастных групп для женщин ханты и приезжих женщин (табл. 2).

Обе эти таблицы доказывают наличие статистических совпадений почти всех возрастных групп (почти по всем шести параметрам СПС). Очевидно, что дальнейшее применение статистики здесь уже нецелесообразно и нужны новые методы и новые модели в изучении влияния экологических факторов Севера России на состояние ССС (в частности, на СПС).

В качестве таких новых методов и моделей мы используем ИНС в двух особых режимах. Эти новые режимы нам подсказало изучение реальных нейросетей мозга человека. Оказалось, что они работают в режиме непрерывного статистического хаоса (выборки непрерывно изменяются) и это происходит при непрерывных реверберациях *электроэнцефалограммы* (ЭЭГ) [9-11].

Если параметры мозга (его ЭЭГ) будут показывать ноль, то это будет мертвый мозг. Поэтому мы ввели в работу ИНС хаос начальных весов W_{i0} диагностических признаков $x_i(t)$ и заставили ИНС многократно (повторно) перенастраиваться (реверберировать). В этом случае мы установили, что все пары выборок различаются. Более того, после многих итераций (у нас их было $n=50$) мы получаем выборки W_i и можем найти (статистически) их средние $\langle W_i \rangle$.

После этих особых режимов работы ИНС мы получаем ранжирование признаков $x_i(t)$. Оказалось, что можно найти главные диагностические признаки (параметры порядка), которые имеют $\langle W_i \rangle > 0,5$. Средние веса этих признаков для каждой пары сравнения (по всем шести параметрам СПС) имеют разные значения для разных пар сравнения. Это доказывает различие между возрастными группами женщин ханты и приезжих женщин. В итоге, мы не только избавились от неопределенности первого типа (см. табл. 1 и табл. 2), но и нашли параметры порядка. Это составляет основу системного синтеза, который сейчас в общем виде в информатике не имеет решения.

Выводы. Детальное изучение выборок шести параметров СПС для КИ показало, что почти все выборки не могут показать нормальное распределение (только 1,5-2% дают параметрическое распределение). Поэтому для изучения СПС целесообразно применять непараметрическое распределение.

Попарное сравнение выборок СПС по всем шести группам (как для одинаковых возрастов, т.е. 1-1, 2-2, 3-3, так и для разных возрастов: 1-2, 2-3 и т.д.) показало крайне низкие значения статистических различий. Многие пары выборок показывают наличие статистических совпадений. Это нами трактуется как неопределенность первого типа.

Неопределенность 1-го типа может быть раскрыта только в рамках новой науки (ТХС). Здесь надо рассчитывать или параметры псевдоаттракторов или использовать ИНС. В данном сообщении мы использовали эти ИНС, которые в двух особых режимах не только разделяет выборки СПС, но и обеспечивает их ранжирование. В этом случае мы решаем задачу системного синтеза – находим главные диагностические признаки (параметры порядка).

Литература

1. Газя Г.В., Еськов В.В., Стратан Н.Ф., Салимова Ю.В., Игнатенко Ю.С. Использование искусственных нейросетей в промышленной экологии // Вестник новых медицинских технологий. 2021. Т. 28, № 2. С. 111–114. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-111-114.
2. Галкин В.А., Еськов В.В., Пятин В.Ф., Кирасирова Л.А., Кульчицкий В.А. Существует ли стохастическая устойчивость выборок в нейронауках? // Новости медико-биологических наук. 2020. Т. 20, № 3. С. 126–132.
3. Галкин В.А., Филатова О.Е., Еськов В.М., Попов Ю.М. Связи между прошлым и будущим состоянием биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 2. С. 14–24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24
4. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2020. Т. 29, № 3. С. 211–216.
5. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. 248 с.
6. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Чертищев А.А. Существуют ли стандарты в физиологии и медицине? // Клиническая медицина и фармакология. 2020. Т. 6, № 1. С. 27–31. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-1-27-31
7. Еськов В.В., Галкин В.А., Филатова О.Е., Шакирова Л.С., Хвостов Д.Ю. Моделирование эвристической деятельности мозга человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 1. С. 13–24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17
8. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. 144 с.
9. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. 388 с.
10. Еськов В.М., Колосова А.И., Фадюшина С.И., Мордвинцева А.Ю. Хаотическая динамика ритмики сердца // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 1. С. 25–34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
11. Еськов В.М., Газя Г.В. Неопределенность в промышленной экологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 2. С. 5–12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-12
12. Козлова В.В., Галкин В.А., Филатов М.А., Еськов В.М. Моделирование нейросетей мозга с позиций гипотезы W. Weaver // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 1. С. 59–68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-52-59
13. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2019. Т. 28, № 1. С. 21–27.
14. Филатов М.А., Прохоров С.А., Ивахно Н.В., Головачева Е.А., Игнатенко А.П. Возможности моделирования статистической неустойчивости выборок в физиологии // Вестник новых медицинских технологий. 2020. Т. 27, № 2. С. 120–124. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16668.
15. Филатова О.Е., Еськов В.В., Галкин В.А., Филатов М.А., Фаузитдинова К.А. Классификация неопределенностей в медицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 2. С. 59–68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-59-68
16. Хадарцев А.А., Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Веденев В.В. Место общей теории систем в когнитивных исследованиях // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 2. С. 31–47. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47
17. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. 1948. Vol. 36. P. 536–544.

References

1. Gazyu GV, Es'kov VV, Stratan NF, Salimova YuV, Ignatenko YuS. Ispol'zovanie iskusstvennykh neirosetei v promyshlennoi ekologii [The use of artificial neural networks in industrial ecology]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. 2021;28(2):111-4. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-111-114. Russian.
2. Galkin VA, Eskov VV, Pyatin VF, Kirasirova LA, Kulchitsky VA. Sushchestvuet li stokhasticheskaya ustoichivost' vyborok v neironaukakh? [Is there stochastic sample stability in neurosciences?]. Novosti mediko-biologicheskikh nauk. 2020;20(3):126-32. Russian.
3. Galkin VA, Filatova OE, Es'kov VM, Popov YuM. Svyazi mezhdru proshlym i budushchim sostoyaniem biosistem [Relations between the past and future state of biosystems]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2021;2:14-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24. Russian.

4. Eskov VV, Bashkatova YuV, Shakirova LS, Vedeneeva TS, Mordvintseva AYU. Problema standartov v meditsine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology]. *Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny*. 2020;29(3):211-6. Russian.
5. Eskov VV, Pyatin VF, Shakirova LS, Melnikova EG. Rol' khaosa v regulyatsii fiziologicheskikh funktsii organizma. Pod red. A.A. Khadartseva [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body / Ed. A.A. Khadartseva]. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print»; 2020. Russian.
6. Eskov VV, Pyatin VF, Shakirova LS, Chertishchev AA. Sushchestvuyut li standarty v fiziologii i meditsine? [Are there standards in physiology and medicine?]. *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. 2020;6(1):27-31. DOI: 10.12737 / 2409-3750-2020-6-1-27-31. Russian.
7. Es'kov VV, Galkin VA, Filatova OE, Shakirova LS, Khvostov DYU. Modelirovanie evristicheskoi deyatel'nosti mozga cheloveka [Modeling the heuristic activity of the human brain]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2021;1:13-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17. Russian.
8. Eskov VM, Galkin VA, Pyatin VF, Filatov MA. Organizatsiya dvizhenii: stokhastika ili khaos? / Pod. red. G.S. Rozenberga [Organization of movements: stochastic or chaos? / Under. ed. G.S. Rosenberg]. Samara: Izdatel'stvo OOO «Porto-print»; 2020. Russian.
9. Eskov VM, Galkin VA, Filatova OE. Complexity: khaos gomeosticheskikh sistem / Pod red. G.S. Rozenberga [Complexity: Chaos of Homeostatic Systems / Ed. G.S. Rosenberg]. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print»; 2017. Russian.
10. Es'kov VM, Kolosova AI, Fadyushina SI, Mordvintseva AYU. Khaoticheskaya dinamika ritmiki serdtsa [Chaotic dynamics of heart rhythm]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2021;1:25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28. Russian.
11. Es'kov VM, Gazya GV. Neopredelennost' v promyshlennoi ekologii [Uncertainty in industrial ecology]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2021;2:5-12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-12. Russian.
12. Kozlova VV, Galkin VA, Filatov MA, Es'kov VM. Modelirovanie neirosetei mozga s pozitsii gipotezy W. Weaver [Modeling of neural networks of the brain from the standpoint of W. Weaver's hypothesis]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2021;1:59-68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-52-59. Russian.
13. Pyatin VF, Es'kov VV, Filatova OE, Bashkatova YuV. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis]. *Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny*. 2019;28(1):21-7.
14. Filatov MA, Prokhorov SA, Ivakhno NV, Golovacheva EA, Ignatenko AP. Vozможности modelirovaniya statisticheskoi neustoiichivosti vyborok v fiziologii [Possibilities of modeling statistical instability of samples in physiology]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. 2020;27(2):120-4. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16668. Russian.
15. Filatova OE, Es'kov VV, Galkin VA, Filatov MA, Fauzidinova KA. Klassifikatsiya neopredelennosti v meditsine [Classification of uncertainties in medicine]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2021;2:59-68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-59-68. Russian.
16. Khadartsev AA, Es'kov VV, Bashkatova YuV, Vedeneev VV. Mesto obshchei teorii sistem v kognitivnykh issledovaniyakh [The place of general systems theory in cognitive research]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2021;2:31-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47. Russian.
17. Weaver W. Science and Complexity. *American Scientist*. 1948;36:536-44.

Библиографическая ссылка:

Галкин В.А., Прохоров С.А., Гавриленко Т.В., Ефремов И.В., Чиркова Р.В. Системный синтез параметров в медицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №6. Публикация 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/1-8.pdf> (дата обращения: 20.12.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-1-8*

Bibliographic reference:

Galkin VA, Prokhorov SA, Gavrilenko TV, Efremov IV, Chirkova RV. Sistemnyj sintez parametrov v medicine [System synthesis bioparameters in medicine]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2021 [cited 2021 Dec 20];6 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/1-8.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-1-8

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/e2021-6.pdf>