

6. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE, Filatov MA. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science. *Journal of Biomedical Science and Engineering*. 2012;5(10):602-7.

7. Gell-Mann M. *Fundamental Sources of Unpredictability. Complexity*. 1997;3(1):13-9.

8. Haken H. *Principles of brain functioning: a synergetic approach to brain activity, behavior and cognition* (Springer series in synergetics). Springer, 1995.

9. Hill AV. Why biophysics? *Science*. 1956;124(3234):1233-7.

10. Ivanitskii GR. 21st century: What is life from the perspective of physics? *Physics – Uspekhi* (Advances in physical sciences).

2010;53(4):327-56.

11. Prigogine IR. *The Die Is Not Cast. Futures*. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000;25(4):17-9.

12. Rashevsky N. *Mathematical Biophysics: Physico-Mathematical Foundations of Biology*. Dover, New York; 1960.

13. Smolyaninov VV. On the origins of some debatable biophysical conceptions (What life is from different points of view). *Biophysics*. 2010;55(3):513-23.

14. Taleb N. *The black swan: the impact of the highly improbable*. New York: Random House; 2007.

15. Weaver W. Science and complexity. *American Scientist*;36:536-44.

DOI 10.12737/3398

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОГНИТИВНОЙ И ЭВРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЗГА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОЭМУЛЯТОРОВ

В.М. ЕСЬКОВ*, А.А. ХАДАРЦЕВ**, В.В. ЕСЬКОВ*, М.А. ФИЛАТОВ*

* ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры», пр. Ленина, д.1,
г. Сургут, Россия, 628412

** Медицинский институт, Тульский государственный университет,
ул. Болдина, 128, г. Тула, Россия, 300028

Аннотация. В рамках использования нейросетевых моделей принятия решений при решении задачи бинарной классификации (задача разделения группы обследуемых, находящихся, например, в двух разных экологических или психических условиях) представлена модель принятия решения по установлению наиболее важных диагностических признаков (параметров порядка). Подобные задачи лежат в основе когнитивной и эвристической деятельности человека, которому необходимо выделять параметры порядка при изучении любого процесса и анализе любых событий. Показано, что при небольшом числе итераций ($p < 100$) в условиях задания начальных весов признаков x_{i0} на основе равномерного распределения (x_{i0} из равномерного интервала $(0, 1)$) возможность правильной идентификации параметров порядка (важнейших x_i) очень мала. При возрастании p ($p > 100$, $p > 1000$) точность идентификации параметров порядка нарастает. В рамках этих моделей высказывается гипотеза о связи ревербераций в гиппокампе с эффективностью эвристической деятельности мозга человека.

Ключевые слова: параметр порядка, задача бинарной классификации, нейроэмулятор, итерация, нейросеть.

COGNITIVE AND HEURISTIC BRAIN ACTIVITY MODELLING BY NEURAL EMULATOR

V.M. ESKOV*, A.A. KHADARTSEV**, V.V. ESKOV*, M.A. FILATOV*

*Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, Russia, 628412

**Medical Institute, Tula State University, ul. Boldin, 128, Tula, Russia, 300028

Abstract. The decision model of identification of significant diagnostic characters (order parameters) is presented within using of neural network decision model for binary classification (division of a group of subjects being in two different ecological and psychic conditions). Similar problems are the basis of cognitive and heuristic activity of a human who has to identify order parameters in any process and analysis of any events. We have shown that the possibility of order parameters identification (significant x_i) is low in a small number of iterations ($p < 100$) with initial weight characters x_{i0} based on uniform distribution (x_{i0} from an interval $(0,1)$). If p increases ($p > 100$, $p > 1000$), accuracy of order parameters identification increases too. Within the frameworks of the model there is a hypothesis on the connection of reverberation in hippocampus with efficiency of a heuristic brain activity.

Key words: order parameter, binary classification problem, neural emulator, iteration, neural network.

Введение. I.R. Prigogine в своих работах уделял особое внимание возможным механизмам перехода от хаоса к порядку. Однако, формальные модели таких переходов не разработаны и до настоящего времени, т.к. решение этой задачи упирается в изучение механизмов самоорганизации в биосистемах. При этом, обратный переход (от порядка к хаосу) довольно хорошо изучен на многочисленных примерах в рамках *детерминистского и стохастического подходов* (ДСП) в виде бифуркаций рождения циклов и перехода систем от периодических циклов к хаотической динамике, когда число бифуркаций увеличивается до бесконечности (это одно из определений хаоса). В рамках решения этой глобальной проблемы перехода от хаоса к порядку имеется одна весьма важная задача, которая составляет основу всей науки. Это задача выбора *параметров порядка* при изучении того или иного природного процесса. Такая задача решается каждым ученым – исследователем, да и просто каждым человеком в его повседневной жизни. Фактически, открытие любого закона природы в физике, химии, технике сводится к многократному наблюдению конкретного процесса и попыток исследователя выявить скрытую закономерность, т.е. это составляет основу

когнитивной и эвристической деятельности учёного. Неверно выбранные параметры порядка не дадут научного результата, вся наука сейчас базируется на *системном синтезе*. При этом возникает принципиальная неопределенность: почему конкретный закон открывает конкретный человек (а не другой) и какими свойствами должен обладать такой человек, каковы свойства его мозга, что особенного содержится в работе его нейронных сетей? В целом – чем работа мозга гениального человека отличается от мозга обычного (и тем более умственно ограниченного) человека? Это фундаментальные вопросы психологии, физиологии и науки в целом [2-4,6-8].

Подобные задачи возникают и в эволюции всего живого. Почему эволюция пошла именно этим путем, а не другим? Ведь порой выбранный путь эволюции не бывает оптимальным с точки зрения современной науки. Один из ответов на данный вопрос скрыт в базовых механизмах перехода от хаоса к порядку, в механизмах самоорганизации мозга, в его когнитивной и эвристической деятельности. Что нужно для изучения этих механизмов и как мозг может проявить свои когнитивные функции, которые неизбежно связаны с эвристической деятельностью нейронных сетей мозга?

Один из ответов на этот фундаментальный вопрос естествознания мы предлагаем в рамках решения задачи бинарной классификации с помощью *нейроэмулятора* (нейро-ЭВМ, или НЭВМ), как некоторой модели принятия правильного решения мозгом человека, его нейронными сетями. В рамках такой деятельности появляется возможность решения задачи *системного синтеза*, а это уже область эвристической деятельности мозга и его аналогов. Это лежит и в основе хаотической деятельности биомеханических систем, описанных группой учёных Стенфорда [5].

1. Нейросеть при малом числе повторений работает с низкой эффективностью. Если для нейроэмулятора создавать определенные условия в виде многократного представления на вход НЭВМ двух одинаковых обучающих выборок, которые нейросеть устойчиво будет разделять на два разных объекта, т.е. выполнять процедуру бинарной классификации, и при этом сама нейросеть будет каждый раз (в исходном состоянии до начала деятельности) получать хаотичный набор w_{i0} весов признаков (перед настройкой) для конкретного набора координат вектора состояний исходной (исследуемой) биологической системы, то на выходе НЭВМ мы будем получать наборы весов признаков w_{ij} для каждой i -ой итерации. В общем случае в качестве последней мы многократно брали группы больных и здоровых людей, или группы больных одинаковым заболеванием, но для которых применялось два вида лечения, или бралась одна экспериментальная группа до воздействия и после воздействия. Всего было обследовано более 20-ти тысяч человек в виде наблюдений и экспериментов в рамках задачи бинарной классификации, из них более восьми тысяч по параметрам психофизиологических функций. Результаты во всех случаях были получены однотипные в отношении общих закономерностей. Сами эти закономерности в работе НЭВМ при идентификации *параметров порядка* мы представляем в нашем сообщении на одном конкретном (типичном) примере.

Если использовать генератор чисел в

рамках равномерного распределения на интервале $(0, 1)$ и для каждого конкретного значения весов w_i признаков x_i , которые образуют m -мерное фазовое пространство состояний ($i=1, 2, \dots, m$), задавать конкретные значения весов x_{i0} хаотическим образом (т.е. $0 < x_{i0} < 1$ из генератора равномерного распределения в интервале $(0, 1)$), то после решения задачи бинарной классификации, на выходе *нейроэмулятора*, мы будем получать наборы w_{ij} весовых значений для каждого диагностического признака $x_{i,k}$, где i – номер координаты, j – номер итераций. Эти наборы после каждой итерации будут различными и они образуют матрицу

$$W = \left\{ w_{ij} \right\}_{i=1, \dots, m}^{j=1, \dots, p}. \text{ Если число таких } p \text{ будет}$$

невелико ($p < 100$), то мы будем получать конкретные выборки этих весовых коэффициентов x_i , (для каждого отдельного p_j , где j – номер серии итераций из числа p), но попытки выделения из них наиболее значимых признаков в x_i обречены на провал. Веса диагностических признаков w_{ij} будут хаотически изменяться и мы не сможем выделить главные из них. Подобная картина представлена на рис. 1 для $p=50$ итераций работы нейронной сети.

В качестве примера реализации таких процедур мы предлагаем результаты ранжирования весовых значений w_{ij} признаков x_i для решения задачи разделения (бинарной классификации) группы испытуемых из 19-ти человек, которые проходили обследование по параметру *сердечно-сосудистой системы* (ССС) до работы в ночную смену и после такой работы (сходные данные были получены и для психофизиологических параметров человека). При многократных повторениях процедуры бинарной классификации (разделения двух обучающих выборок, т.е. состояний x_i для ССС перед ночной сменой и после смены) нейросеть каждый раз четко обучается в этом разделинии по 11-ти диагностическим признакам x_i ($i=1, 2, \dots, 11$) указанные две группы (до и после смены). При этом каждый раз выдает свой уникальный (и не повторимый) набор весов признаков x_i , то есть W_{ij} , где j – номер итерации ($j=1, \dots, p$), а i – номер признака компартмента x_i для *вектора состояния системы* (ВСС).



Рис. 1. Диаграмма распределения весовых коэффициентов каждого из параметров (x_i) для каждого j -того обучения (метод градиентного спуска) искусственной нейронной сети ($j=1, \dots, 50$). Здесь: x_1 – NN – значение кардиоинтервалов в выборке, мс; x_2 – SpO₂ – концентрация оксигемоглобина в крови, %, x_3 – SIM – индекс активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, условных единиц; x_4 – PAR – индекс активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, условных единиц; x_5 – SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_6 – HRV – отношение общего числа кардиоинтервалов к количеству интервалов с наиболее часто встречающейся длительностью (амплитуде моды), %; x_7 – IB – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому); x_8 – VLF – спектральная мощность очень низких частот, мс²; x_9 – LF – спектральная мощность низких частот, мс²; x_{10} – HF – спектральная мощность высоких частот, мс²; x_{11} – LF/HF – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной

Результаты одной серии из 50-ти повторов представлены на рис. 1. Очевидно, что веса признаков (все x_i) изменяются при каждой настройке и эти вариации (распределения каждого x_i) НЭВМ не попадают под закон нормального распределения. Более того, непараметрические распределения для каждой серии (из $N=50$) тоже получаются разными. Мы имеем просто некоторые наборы выборок, которые генерируются как бы из разных генеральных совокупностей. Подобную картину мы наблюдаем при анализе треморограмм (на интервале $T=5$ сек каждый интервал $\tau_i=t$ сек, где $\tau_1=\tau_2=\tau_3=\tau_4=\tau_5=T/5$ генерирует свою выборку и статистические

функции распределения не совпадают, они как бы получаются из разных генеральных совокупностей [6-8]). Аналогичную закономерность имеем и для теплинграмм, кардиограмм, электроэнцефалограмм, миограмм и даже из анализа биохимических параметров больных при длительном мониторинге параметров крови. В общем случае мы сейчас в рамках *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) говорим о хаотической динамике всех параметров гомеостаза любого жителя планеты Земля. В целом, мы можем говорить, что при малых повторах неопределенность значимости x_i велика, определить параметры порядка для $p < 100$ невозможно!

Таблица 1

Усредненные значения весов w_i признаков отдельных координат x_i вектора состояния системы (параметры x_i ССС людей, работающих до ночной смены и после) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $p \geq 100$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации

Нейросети 400=4×100							
Расчеты итераций	Средние значения координат вектора состояния системы						
1-400	LF=< x_1 >	SIM=< x_2 >	HF=< x_3 >	...	CSS=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	SPO2=< x_{15} >
	0,77	0,664	0,629		0,269	0,247	0,231
1-100	LF=< x_1 >	HF=< x_2 >	SIM=< x_3 >	...	HRV=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	CSS=< x_{15} >
	0,831	0,664	0,614		0,273	0,26	0,247
100-200	LF=< x_1 >	SIM=< x_2 >	HF=< x_3 >	...	NN=< x_{13} >	SPO2=< x_{14} >	CSS=< x_{15} >
	0,773	0,683	0,648		0,287	0,247	0,242
200-300	LF=< x_1 >	HF=< x_2 >	SIM=< x_3 >	...	NN=< x_{13} >	SPO2=< x_{14} >	CSS=< x_{15} >
	0,77	0,674	0,646		0,261	0,23	0,223
300-400	LF=< x_1 >	HF=< x_2 >	SIM=< x_3 >	...	NN=< x_{13} >	SPO2=< x_{14} >	CSS=< x_{15} >
	0,71	0,673	0,589		0,264	0,231	0,217
Интервалы < Δx_i >	0,121	0,019	0,094		0,027	0,045	0,025

Примечание: при переходе к $p \geq 1000$ мы получаем сходную устойчивость уже по первым двум значащим цифрам после запятой (табл. 2)

Таблица 2

Усредненные значения весов w_i признаков отдельных координат x_i вектора состояния системы (параметры x_i ССС людей, перед их работой в ночную смену и после) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $p \geq 1000$ итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации

Нейросети 5000=5×1000							
Расчеты итераций	Средние значения координат вектора состояния системы						
1-5000	LF=< x_1 >	SIM=< x_2 >	HF=< x_3 >	...	CSS=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	SPO2=< x_{15} >
	0,8012	0,5655	0,5603		0,4413	0,3709	0,337
1-1000	LF=< x_1 >	VLF=< x_2 >	SIM=< x_3 >	...	CSS=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	SPO2=< x_{15} >
	0,7985	0,5664	0,565		0,4443	0,3647	0,3337
1000-2000	LF=< x_1 >	SIM=< x_2 >	HF=< x_3 >	...	CSS=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	SPO2=< x_{15} >
	0,8058	0,5663	0,5641		0,4371	0,3642	0,3362
2000-3000	LF=< x_1 >	SIM=< x_2 >	LF/HF=< x_3 >	...	CSS=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	SPO2=< x_{15} >
	0,7957	0,5678	0,5659		0,4426	0,3678	0,3339
3000-4000	LF=< x_1 >	HF=< x_2 >	PAR=< x_3 >	...	CSS=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	SPO2=< x_{15} >
	0,8032	0,5583	0,5584		0,4353	0,3774	0,3336
4000-5000	LF=< x_1 >	SIM=< x_2 >	HF=< x_3 >	...	CSS=< x_{13} >	NN=< x_{14} >	SPO2=< x_{15} >
	0,8074	0,5741	0,5666		0,4526	0,3786	0,3536
Интервалы < Δx_i >	0,0117	0,017	0,0096		0,0173	0,0144	0,0166

2. Переход хаоса в порядок – основа эвристической деятельности мозга. Из предыдущего параграфа следует, что разовая настройка нейросети не даёт ответ на вопрос об идентификации параметров порядка из всех x_i . Решение задачи *системного синтеза* (определение главных x_i) будет про-

изводится неверно. На базовом уровне мы будем говорить, что человек как следует не обдумал ситуацию (поверхностно оценил процесс). Такой человек (с малым числом итераций p) не обладает эвристическими свойствами (он просто глуп!). При увеличении числа повторов итераций p , т.е. повторов

решения задачи бинарной классификации в рамках исходного задания хаотичного набора весов признаков x_{i0} , и при переходе к $10^2 < p < 10^3$, картина начинает существенно изменяться. Веса признаков x_i продолжают демонстрировать хаотические вариации (их законы распределения не совпадают!), но эти хаотические изменения выходных значений весов x_i (после разделения двух групп) проявляются в пределах некоторого квазиаттрактора для всех компонент вектора x . Иными словами возникает некоторая устойчивая первая цифра, а последующие две цифры (для $p \geq 100$) могут изменяться от минимума (w_{imin}) до максимума (w_{imax}), образуя $\Delta w_{i,k}$ интервал изменения $\Delta w_i = w_{imax} - w_{imin}$. Характер их изменения подобен изменению весов признаков при $p < 100$. Это значит, что отдельные l -е наборы (выборки) весов признаков w_{ij}^l , где l – номер выборки итерации для данной j -ой координаты – серии повторов настройки нейросети по j итерациям весов признаков, из всех p итераций, демонстрируют ненормальное распределение (хотя нормальные законы распределения тоже возможны). Возникающие непараметрические распределения при этом постоянно изменяются (при переходе от p_1 к другому p_2). Для каждой выборки p_l , где l – номер серии повторов настройки нейромодулятора для решения задачи бинарной классификации, мы будем иметь свои функции распределения $f(p_l)$, то есть при p повторах ($j=1, \dots, p$) мы можем получить p различных функций распределения, что и представлено в табл. 1.

Подобное мы имеем и для *тремора* (*теппинга*, кардиоинтервалов и т.д.), если считать, что функция регуляции позы работает подобно *нейромодулятору* в режиме начальной неопределенности (постоянного изменения весов синаптических связей между нейронами). Анализ активности любого мотонейрона и миограммы именно это нам и показывает: все неповторимо и невоспроизводимо точно (с точностью до размеров *квазиаттрактора*).

Постоянная и хаотичная самоорганизация нейросетей мозга порождает хаотичную динамику *теппинга*, *тремора*, кардиоритма и других параметров гомеостаза. В

этом смысле гомеостаз отдельного организма подобен гомеостазу экосистем (непрерывный хаос). Происходит непрерывное хаотическое изменение значений x_i , но в пределах *квазиаттрактора*. Получается, что этот выходной хаос опять через афферентную систему подаётся на вход нейросети (через рецепторы) и нейросеть продолжает генерировать хаос в пределах *квазиаттрактора*.

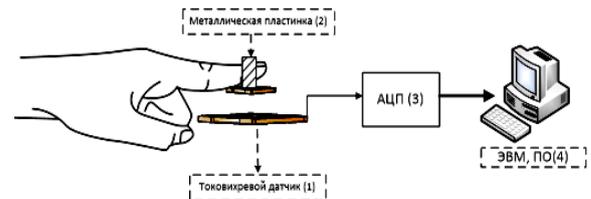


Рис. 2. Схема биоизмерительного комплекса для регистрации тремора и теппинга

Действительно, именно такая картина наблюдается и при регистрации *тремора*. Если мы будем пытаться удерживать палец с пластинкой на некотором расстоянии от датчика (рис. 2), то это будет (по факту наличия цели в таком движении) произвольное движение. Однако, это движение (удержание пальца в пространстве) будет реализовываться непроизвольно (т.е. хаотически). Каждая секунда *тремора* будет давать свою функцию распределения (могут возникать даже параметрические распределения!) Однако, повторов распределения мы произвольно получить не можем в этом простом опыте. *Тремор* будет генерировать хаотический набор функций распределения для каждого отдельного интервала измерения τ , что подобно генерации *нейромодулятором* весов признаков w_{ik} для каждого l -го набора каждой j -ой итераций p_l . Мы не сможем получить сходные наборы итераций для всех $l=1, \dots, p$, где p – общее число наборов (выборок итераций).

При этом, регистрация *тремора* (как выходного результата работы нейросетей мозга и *нейромодулятора*) будет демонстрировать существование некоторого *квазиаттрактора* в фазовом пространстве состояний $x = x(t) = (x_1, x_2, x_3)^T$, где x_1 – реальная координата пальца по вертикали, $x_2 = dx_1/dt$

– скорость перемещения и $x_3 = dx_2/dt$ – ускорение. Движение пальца будет происходить с точностью до метра или даже сантиметра в физическом пространстве без изменений, а вот миллиметры и более мелкие единицы измерения будут непрерывно и хаотически изменяться. При этом для подобных сложных систем под хаотической динамикой поведения мы понимаем не положительные константы Ляпунова (расхождение в фазовом пространстве двух фазовых траекторий), и не стремление автокорреляционной функции к нулю, а фундаментальное определение хаоса. Оно звучит так: **задание начальных параметров системы в виде начального значения вектора состояния системы $x(t_0)$ не определяет дальнейшую траекторию и конечное состояние $x(t_k)$. При этом $x(t_0)$ не определяет дальнейшую траекторию её развития, и её конечное состояние ($x(t_k)$) для наших особых систем тем более, так как $x(t_0)$ нельзя дважды повторить, любое состояние биосистемы изменяется непрерывно.**

Аналогия с тремором здесь весьма сильна, так как начальное положение пальца в пространстве мы не можем задать повторно и определенно (это хаотичное движение в квазиаттракторе) и поэтому любое x_{i0} будет выбираться для рецепторов хаотически из некоторого квазиаттрактора. Рецепторы будут посылать в нейросеть мозга хаотический набор сигналов, которые будут хаотически изменять синаптические связи (у нас это $w_{ik(0)}$, т.е. в начальный момент времени $t \neq 0$) и этот процесс удержания пальца с помощью нейросети будет бесконечно генерировать хаос (но в пределах квазиаттрактора).

В случае с нейроэмулятором для $p < 100$ мы будем получать наборы выборок для каждого x_i , но функции распределения (для каждого набора $p_1 = p_2 = \dots = p_p$) будут получаться разными. При переходе к $N \geq 100$ возникает устойчивость в значениях весов признаков x_i в первой значащей цифре (после запятой) и далее, с ростом p ($p \geq 10^3$, $p \geq 10^4$), мы будем иметь хаотические вариации двух последних значащих цифр. Конкретный пример для $N = 100$ мы представляем в табл. 1, где производится сравнение

пяти выборок по $p = 100$ итераций в каждой.

Очень часто этими хаотическими изменениями в биологии пренебрегают, если мы оперируем с большими цифрами. Например, для тремора, если мы регистрируем положение пальца с точностью до 0,5 см, хаотической динамикой можно пренебречь, но при повышении точности измерений нам придётся всё это учитывать и мы поймём бесполезность стохастического подхода в описании таких систем. Всё это характерно для особых систем третьего типа (СТТ) с непрерывно изменяющейся динамикой и отсутствием повторения даже в начальных значениях x_{i0} для тремора и в w_{i0} для нейроэмулятора [2-4].

Характерно, что в подобных нейросетевых системах не возникают флуктуации, которые закономерно возникают в стохастических системах. Например, при бросании монетки 1000 раз мы можем получить отклонение уже в первой значащей цифре, то есть вместо 0,5... можно получить 0,6... или 0,4... и при этом легко рассчитать вероятность такого отклонения. При этом, первая значащая цифра после запятой (например, в частоте события $P^*(A)$) будет всё-таки варьировать. В стохастике мы имеем флуктуации, которые затухают с увеличением p , но редкие (и большие!) флуктуации всё-таки возможны (хоть и с малой вероятностью). Для систем с хаосом и самоорганизацией, которые подобны системе регуляции тремора или нейроэмулятору при задаче бинарной классификации, роль хаоса играет генератор равномерного распределения для начальных значений весов w_{ij} признаков x_{i0} , а роль самоорганизации выполняет нейроэмулятор. Мы будем иметь тогда для любых СТТ движение вектора состояния системы $x(t)$ в пределах квазиаттракторов.

Нейронные сети мозга, которые контролируют тремор, теппинг, кардиоинтервалы, электромиограммы и гомеостаз человека в целом) работают в режиме непрерывной генерации хаоса, но при этом за счёт самоорганизации мы имеем ограничения на x_i . Картина для таких особых СТТ получается другой: распределения x_i (для нейроэмулятора это веса признаков w_i для x_i) полу-

чаются ненормальные и при малых выборках (числе итераций), т.е. $p < 100$, мы будем иметь непрерывно изменяющиеся функции распределения, которые для каждой выборки итерации имеют свои значения. Очевидно, что работать с такими системами с позиций стохастики невозможно, тем более, что и начальные параметры x_{i0} (для нейроэмулятора это начальные веса синаптических связей по признакам x_i при фиксированных выборках – параметрах ССС испытуемых). Хаотическая динамика начальных параметров весов признаков в итоге при нарастании p приводит к идентификации *параметров порядка*. Об этом пытался сказать П.К. Анохин, создавая *теорию функциональных систем организма*, в которой был важен только конечный эффект [1].

Анализируя результаты, полученные на модели, которая демонстрирует переход хаоса в порядок, можно сделать ряд важных выводов, главный из которых – это возможность получения устойчивого результата по идентификации *параметров порядка* в задаче бинарной классификации. Можно предположить, что реальные нейросети мозга осуществляют подобные настройки (у нас это был выбор параметров порядка) каждый раз, когда осуществляется произвольное (а точнее говоря непроизвольное) движение в виде *теппинга*, *тремора*, регуляции различных физиологических функций. Правильное решение задачи (например, удержание пальца в пространстве) осуществляется нейросетью при исходном хаотическом задании весов синаптических связей.

Выводы:

1. Очевидно, что если число повторов итераций в работе нейросети будет невелико (например, у человека число ревербераций в гиппокампе будет невелико), то когнитивная деятельность будет 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 $p < 100$. Все такие попытки (при малых p) обречены на ошибки и полученные ранее результаты в

медицине и биологии следует пересмотреть, т.к. мы имеем каждый раз одну особую реализацию из многих возможных.

2. При возрастании числа итераций ($p \geq 100$) мы повышаем точность идентификации *параметров порядка*, а результаты когнитивной деятельности при многократных реверберациях нейросетей мозга могут быть весьма высокими. Эвристика проявляется при переходе от хаоса начальных состояний (w_{i0} для НЭВМ и хаоса в активности афферентов для *тремора*) к порядку при выборе решения.

3. Можно предположить, что гениальные люди отличаются от обычных людей именно из-за числа повторов решения одной и той же задачи (анализа данных, процессов, явлений). Гений должен многократно возвращаться к решению возникающей задачи даже в режиме исходно хаотического состояния нейросетей мозга (воспроизводить задачу как новую каждый раз).

4. Любая авторитарная система ограничивает хаос (полную произвольность в выборе начальных состояний из интервала равномерного распределения) на входе для любой когнитивной системы (человека) и тем самым не позволяет выбрать правильные решения. Создавая предвзятое, искаженное мнение или просто декларируя неверные указания, невозможно сформировать истину. *Параметры порядка* в этом случае могут быть идентифицированы в искаженном виде, истина не будет доступной и человек (общество в целом) будет жить в искаженной информационной среде.

Литература

1. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем.– М., Медицина, 1998.– 285 с.
2. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова О.Е. Флуктуации и эволюции биосистем – их базовые свойства и характеристики при описании в рамках синергетической парадигмы // Вестник новых медицинских технологий.– 2010.– Т. 17, №1.– С. 17–19.
3. 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.

4. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадартцев А.А. Особые свойства биосистем и их моделирование // Вестник новых медицинских технологий.– 2011.– Т.18, №3.– С.331–332.

5. Churchland M.M., Cunningham J.P., Kaufman M.T. and others. Neural population dynamics during reaching // Nature.– 2012. – V.487/– P.51–56.

6. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements).– 2011.– V. 53 (12).– P. 1404–1410.

7. 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.– Vol. 55, № 9.– P. 1096–1100.

8. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatov M.A. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science // Journal of Biomedical Science and Engineering.– 2012.– Vol. 5, № 10.– P. 602–607.

References

1. Anokhin PK. Kibernetika funktsional'nykh sistem. Moscow: Meditsina; 1998. Russian.

2. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatova OE. Fluktuatsii i evolyutsii biosistem – ikh bazovye svoystva i kharakteristiki pri opisani v ramkakh siner-

geticheskoy paradigmy [Fluctuation and evolution are the basic property of biosystem according to synergetic paradigm]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(1):17-9. Russian.

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

4. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Khadartsev AA. Osobyie svoystva biosistem i ikh modelirovanie [Special oriperties of biosystems and their modelling]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;18(3):331-2. Russian.Churchland MM, Cunningham JP, Kaufman MT and others. Neural population dynamics during reaching. Nature. 2012;487:51-6.

5. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements). 2011;53(12):1404-10.

6. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-100.

7. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE, Filatov MA. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science. Journal of Biomedical Science and Engineering. 2012;5(10):602-7.

DOI 10.12737/3399

ЦЕПНЫЕ ПРОЦЕССЫ В КОГНИТИВНОЙ ДИНАМИКЕ

Г.Г. КОМИССАРОВ, Н.А. РУБЦОВА

Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, ул. Косыгина, д. 4, Москва, Россия, 119334

Аннотация. В статье рассматривается построение цепей только в пределах оперативной па-