

НЕЙРОЭМУЛЯТОРЫ В АНАЛИЗЕ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ У БОЛЬНЫХ С СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

В.М. ЕСЬКОВ, В.В. ЕСЬКОВ, О.М. ВОРОШИЛОВА, Д.В. СИНЕНКО

*БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»,  
пр-т Ленина, 1, г. Сургут, Россия, 628415*

**Аннотация.** До настоящего времени статистически недостоверного различия между выборками (наборами параметров организма  $x_i$ ) до начала лечения и после лечения приводил к заключению о не эффективности лечения. В работе представлены примеры появления неопределенности 1-го рода в восстановительной медицине, и всегда новые технологии демонстрирует процедуру нахождения различий между выборками и нахождения параметров порядка (важнейших диагностических признаков) на основе методов нейрокомпьютинга при отсутствии статистических различий. Показана эффективность такого подхода в оценке эффективности лечения последствий нарушения функций организма при остром нарушении мозгового кровообращения в условиях кинезотерапии и гипертонической болезни в условиях физиотерапии. Доказывается неэффективность стохастики и возможности нейрокомпьютинга в решении задачи системного синтеза для кинезотерапии и физиотерапии при гипертонической болезни и инсультах.

**Ключевые слова:** восстановительная медицина, организм, искусственная нейронная сеть, квази-аттрактор, кинезотерапия.

NEUROEMULYATOR IN ANALYSIS OF PATIENTS WITH CARDIO VASCULAR PATHOLOGY

V.M. ESKOV, V.V. ESKOV, O.M. VOROSHILOV, D.V. SINENKO

*Surgut State University, Lenin Prospect, 1, Surgut, Russia, 628415*

**Annotation.** So far, the statistically significant differences between the samples (sets of parameters of the body  $x_i$ ) before and after treatment led to the conclusion that no effective treatment. The paper presents examples of uncertainties 1st kind in regenerative medicine, and always new technology demonstrates the procedure of finding differences between samples and find the parameters of the order (the most important diagnostic features) based on the methods neurocomputing in the absence of statistical differences. The effectiveness of this approach in the evaluation of the effectiveness of the treatment of the effects of dysfunction in the body's acute stroke in a kinesitherapy and hypertension in terms of physiotherapy. It proved the ineffectiveness of stochastics and opportunities neurocomputing in the task of system synthesis for kinesitherapy and physical therapy for hypertension and stroke.

**Key words:** Regenerative medicine, body, artificial neural network, quasi-attractor, kinesitherapy.

**Введение.** При проведении лечебных мероприятий возникают две фундаментальные задачи: оценка эффективности (или неэффективности) проводимых лечебных мероприятий и оценка значимости диагностических признаков, которые обеспечивают такую оценку на основе анализа различий в выборках параметров вектора состояния организма человека (ВСОЧ)  $x=x(t)$ , например до лечения и после лечения. Последнее особенно важно, т.к. идентификация значимости диагностических признаков  $x_i$  составляет основу клинической диагностики, которой занимается каждый врач. Иными словами анализ выборок диагностических признаков обеспечивает идентификацию заболевания и эффективность лечебных мероприятий (т.е. переход от патологии к норме) [1-8].

Общеизвестно, что различные инструментальные и биохимические методы в медицине в итоге представляют набор диагностических признаков  $x_i$ , которые входят в некоторый ВСОЧ (в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний – ФПС) в виде  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ . Компоненты этого ВСОЧ  $x_i$  могут иметь разную диагностическую ценность. Некоторые из них могут быть главными (параметрами порядка), другие – второстепенными. Обычно в медицине значимость этих диагностических признаков  $x_i$  выбирается путем длительного наблюдения и сравнения. Например, в рамках стохастики мы сравниваем две выборки для компонент  $x_i$  всего ВСОЧ (получаемые на больных) и если  $x_i$  значимые, то до лечения и после лечения эти признаки могут отличаться весьма существенно. При этом можно с позиций стохастики (при сравнении средних значений  $\langle x_i \rangle$  или дисперсий  $D_{x_i}^*$  выборок для ВСОЧ) говорить об эффектах лечения [12-18].

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.М., Еськов В.В., Ворошилова О.М., Синенко Д.В. Нейроэмуляторы в анализе кардиоинтервалов у больных с сосудистой патологией // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5252.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13374

При сравнении выборок  $x_i$  до лечения и после лечения мы можем сделать вывод об эффективности самого лечения, и о возникновении патологии, её начале. Если из статистики известно, что конкретный параметр ВСОЧ –  $x_i$  должен изменяться существенно, то мы можем по величине этого изменения судить о начале патологии или об эффективности лечебных мероприятий. При сильном изменении средних значений  $\langle x_i \rangle$  до начала лечения и  $\langle x_i^2 \rangle$  после лечения мы говорим о высокой эффективности лечения. При низкой дифференцировке (различиях) мы говорим о слабом эффекте лечебных мероприятий. Для нормальных законов распределений выборки могут различаться по средним  $\langle x_i \rangle$  или по дисперсиям  $D_x$  или одновременно и по  $\langle x_i \rangle$  и  $D_x$  [5-8,13-21].

Однако, возникают (и довольно часто) ситуации, когда статистика говорит о полном отсутствии различий между  $D_x$  и средними (по группе больных) значениями  $x_i$ . Обычно, в этом случае, медики констатируют очевидный факт – медицина для этой группы (или для одного пациента) не дала ощутимого результата. В действительности ситуация может быть гораздо сложнее – различия все-таки имеются, но в рамках стохастики они просто не регистрируются. Возникает неопределенность 1-го рода. Выход из этого положения мы предлагаем в рамках новых методов *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС), на основе анализа параметров ВСОЧ с использованием нейрокомпьютерных технологий [18-23] при изучении эффективности *кинезотерапии* (КЗТ) у больных с *острым нарушением мозгового кровообращения* (ОНМК) [1-6, 10-13].

**Объект и методы исследования.** В работе изучалась группа из 30-ти больных с ОНМК, для которых использовались (длительно, около 1 месяца) методы кинезотерапии и одновременно регистрировались 15-ть параметров *сердечно-сосудистой системы* (ССС). Эти измерения проводились четыре раза: перед сеансом физиотерапии и сразу после сеанса. Такая процедура использовалась в первые дни терапии и в конце курса лечения. Таким образом, мы получали четыре серии из наборов выборок по 15-ти кластеров в каждой серии (из четырёх). При этом в каждом кластере было получено не менее 300-т для каждого из 15-ти  $x_i$  значений параметров ССС для каждого из 30-ти обследованных больных. Всего измерений было проведено:  $30 \times 4 \times 15 \times 300 = 540\ 000$ . Эти точки в ФПС образовывали 1800 квазиаттракторов, которые затем были сгруппированы в 60, подвергнутых сравнению с позиций стохастики и методов *теории хаоса-самоорганизации* в ФПС.

Все эти измерения были изучены и артефакты были исключены из расчетов (особенно это касается первых 20-30 точек измерений кардиоинтервалов). Расчет 15-ти параметров кроме частоты сердечных сокращений производился на основе стандартных формул определения основных параметров *кардиореспираторной системы* (КРС), за исключением *уровня насыщения крови оксигемоглобином* ( $SpO_2$ ) [9-15].

Обозначение параметров КРС в работе производилось следующим образом:  $x_1$  – *SIM* – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, у.е.;  $x_2$  – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела, у.е.;  $x_3$  – *HR* – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс;  $x_4$  – *INB* – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому);  $x_5$  – *SSS* – число ударов сердца в минуту;  $x_6$  – *SpO2* – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина);  $x_7$  – *TINN* – триангулярная интерполяция гистограммы *NN*-интервалов, мс;  $x_8$  – *pNN50* – число *NN*-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс;  $x_9$  – *VLF* – спектральная мощность очень низких частот, мс<sup>2</sup>;  $x_{10}$  – *LF* – спектральная мощность низких частот, мс<sup>2</sup>;  $x_{11}$  – *HF* – спектральная мощность высоких частот, мс<sup>2</sup>;  $x_{12}$  – *Total* – общая спектральная мощность, мс<sup>2</sup>;  $x_{13}$  – *LFnorm* – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах;  $x_{14}$  – *HFnorm* – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах;  $x_{15}$  – *LF/HF* – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной. Из этих 15-ти параметров были выбраны с новой индексацией ( $x_1$ -*SIM*,  $x_2$ -*PAR*,  $x_3$ -*INB*,  $x_4$ -*SpO2*,  $x_5$ -*HR*).

В целом, полученные кардиоинтервалы обрабатывались по специальным программам ЭВМ, которые рассчитывали 15-ть параметров работы сердца, которые условно были разделены на две группы: группа показателей состояния *спектральных характеристик ритма* (СХР) *вегетативной нервной системы* (ВНС) и система признаков  $x_i$ , характеризующая интегративные параметры кардиоритма (5-ти выше указанных  $x_1$ - $x_5$ ).

**Результаты исследований при кинезотерапии ОНМК.** Общее число сравниваемых выборок, которые демонстрируют отсутствие возможности установить различия до и после воздействия у нас исчисляется сотнями. Это означает, что стохастические методы не могут выявить различия в состояниях параметров организма человека, находящегося в разных физиологических состояниях. Возникает неопределенность 1-го рода (стохастика не показывает различий между выборками).

В нашем случае это было четыре состояния одной и той же группы из 30-ти человек в условиях перед применением КЗТ и после её применения. Стохастика демонстрирует отсутствие нормального закона распределения для пяти наиболее важных параметров ССС пациентов (*SIM* – параметр состояния симпатической вегетативной нервной системы – ВНС, *PAR* – аналогично для парасимпатотонии, *SpO2* – уровень оксигенации крови, *SDNN* – стандарт отклонения для кардиоинтервалов, *INB* – индекс по Р.М. Баевскому). Перед КЗТ (*кинезотерапия* до начала всего курса терапии) и после КЗТ (*кинезотерапия*

---

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.М., Еськов В.В., Ворошилова О.М., Синенко Д.В. Нейроэмуляторы в анализе кардиоинтервалов у больных с сосудистой патологией // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5252.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13374

после одного сеанса) все выборки показывают *непараметрическое распределение* (NN). Далее, эти же выборки сравнивались в рамках стохастичности, т.е. мы пытались выявить как разовый сеанс КЗТ влияет на организм человека. Использовался критерий Вилкоксона (достоверность различий принимали при уровне значимости  $p < 0,05$ ).

Отметим, что неопределенность 1-го типа в медицине не является экзотикой. Это довольно часто возникающая ситуация, когда стохастика не может подтвердить достоверных различий между выборками. Такую ситуацию мы наблюдали в геронтологии [3,19] и экологии человека [10-17], при изучении влияния физических нагрузок на параметры ССС человека [6-9], в условиях изменения экологических факторов среды [6, 7, 13-18].

Исходно, из 15-ти основных параметров ССС, мы выбрали 5, которые в самом начале курса при разовой процедуре КЗТ не могут продемонстрировать статистическое различие между выборками (до начала сеанса и после: «до-после 1»). В этом начальном варианте КЗТ («до-после 1») только (табл. 1) показатель  $SIM x_i$  еще мог продемонстрировать достоверное различие ( $p=0,045$ ); в конце курса лечения («до-после 2») статистика уже не показывала статистические различия по всем 5-ти параметрам  $x_i$  – различий между выборками нет и возникает неопределенность 1-го рода.

Таблица 1

**Статистическая проверка (при расчёте критерия Вилкоксона уровень значимости, достаточный для отклонения нулевой гипотезы, принимали  $p < 0,05$ ) различий между параметрами выборок  $x_i$  показателей variability сердечного ритма у пациентов до разовой процедуры кинезотерапии и после кинезотерапии (число обследуемых  $N=30$ ) на начальном этапе всего курса лечения**

|                   |       | Параметры ВСП |       |        |                  |       |
|-------------------|-------|---------------|-------|--------|------------------|-------|
|                   |       | 1             | 2     | 3      | 4                | 5     |
|                   |       | SIM           | PAR   | INB    | SpO <sub>2</sub> | SDNN  |
| Медиана           | До    | 14.70         | 3.57  | 172.74 | 97.97            | 20.42 |
|                   | После | 15.52         | 2.41  | 169.54 | 97.45            | 21.97 |
| Оценка $p < 0,05$ |       | 0.045         | 0.057 | 0.060  | 0.480            | 0.845 |

Примечание: *SIM*, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, *PAR*, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, *INB*, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, *SpO<sub>2</sub>*, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, *SDNN* – стандартное отклонение измеренных кардиоинтервалов, мс.  $p$  – уровень значимости, используемый при оценке рассчитанного критерия Вилкоксона ( $p < 0,05$ )

В целом, следуя выводам из табл. 1, можно сделать заключение, что разовая процедура кинезотерапии не оказывает существенного влияния на параметры ССС у больных с ОНМК. Тогда возникает вопрос о механизмах ее лечебного действия у больных с ОНМК. В чем заключается действие КЗТ на параметры ССС и как проявляется лечебный эффект? С позиций стохастичности ответить на этот вопрос затруднительно, т.к. выборки не различаются! В восстановительной медицине сейчас уже имеется более сотни подобных примеров (пар выборок), когда якобы организм находится в стационарном состоянии [12], а реально он выздоравливает [1-5].

Для разрешения неопределенности 1-го типа мы использовали *нейро-ЭВМ* (НЭВМ) в режиме бинарной классификации. В этом случае использовалось пятимерное ( $m=5$ ) *фазовое пространство состояний*, для которого выбирались наборы (выборки) признаков  $x_i$  до начала КЗТ и сразу после окончания процедуры КЗТ. В режиме задачи бинарной классификации эти состояния ССС разделились, т.е. нейроэмулятор показал различия между наборами выборок. Однако, при повторях решения этой задачи веса  $W_i$  диагностических признаков  $x_i$  получались каждый раз различные.

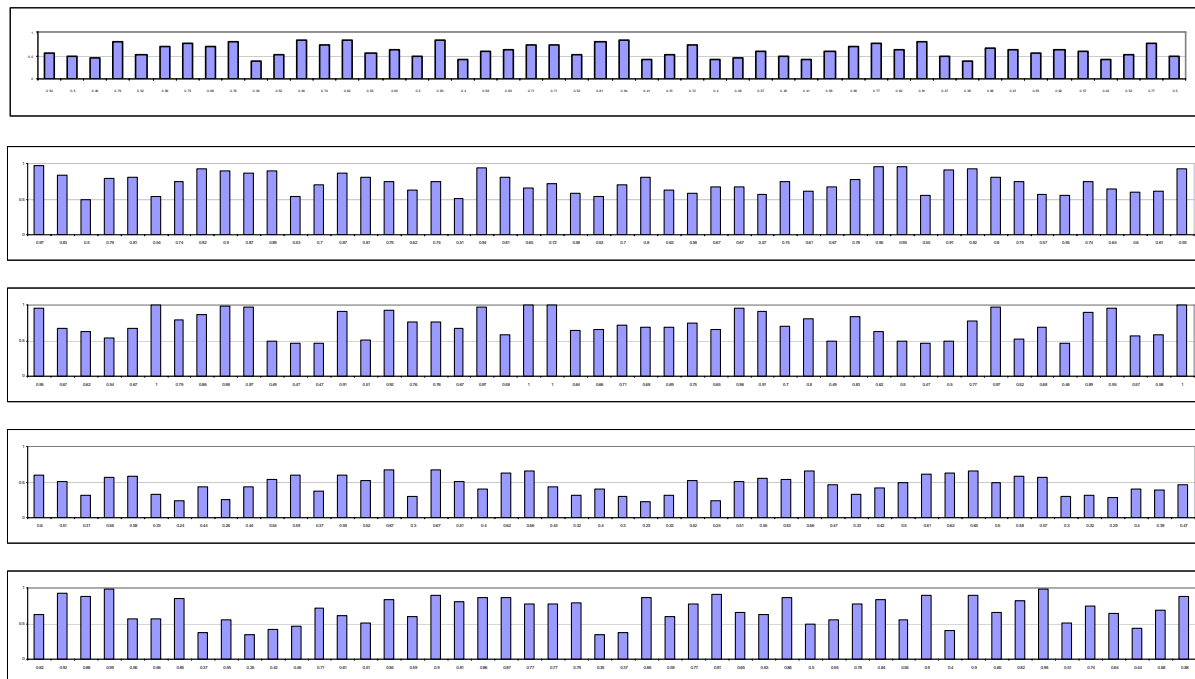
Иными словами, НЭВМ разделяет выборки, показывает, что состояния организма перед процедурой и после нее различаются, но значимость признаков  $x_i$  для каждой настройки НЭВМ меняется. Фактически, мы не можем определить параметры порядка, т.е. наиболее важные  $x_i$ , что для медицины очень важно. Ранжирование диагностических признаков  $x_i$  имеет большое значение как в диагностике, так и в оценке эффективности лечебной процедуры (две фундаментальные задачи медицины: диагностика нормы и патологии и выбор наиболее значимых признаков  $x_i$ ) [11].

Сейчас мы не только говорим о разделении выборок, которые в стохастике не различаются, но мы говорим о необходимости ранжирования значимости диагностических признаков путём решения задачи на НЭВМ. Существенно, что мы не можем точно обозначить какие  $x_i$  наиболее значимые, а какие – нет,

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.М., Еськов В.В., Ворошилова О.М., Синенко Д.В. Нейроэмуляторы в анализе кардиоинтервалов у больных с сосудистой патологией // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5252.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13374

т.к. веса этих  $x_i$  в виде  $W_i$  будут хаотически изменяться. Колебание значений  $W_i$  для 50-ти итераций (повторов решения задачи бинарной классификации) при одинаковом представлении двух выборок  $x_i$  (до начала сеанса КТЗ и после такового) продемонстрированы на рис. 1. Здесь все признаки (начиная с  $x_1-SIM$  и заканчивая  $x_5-SDNN$ ) демонстрируют при каждой итерации (величина  $W_{ij}$ , где  $j=1,2,\dots,50$ - это номер итерации решения задачи бинарной классификации) свои значения весов признаков (высоты столбиков –  $W_{ij}$ ).



*Рис. 1.* Гистограммы расчёта весов признаков  $w_i$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) для  $m=5$  ( $x_1 - SIM$ ,  $x_2 - PAR$ ,  $x_3 - INB$ ,  $x_4 - SPO_2$ ,  $x_5 - SDNN$ ) параметров вектора состояния сердечнососудистой системы пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения на раннем периоде целого месяца лечения до и после разового сеанса кинезотерапии

Таблица 2

**Усредненные значения отдельных координат  $x_i$  весов признаков  $w_i$  вектора состояния системы для разных серий итераций ( $k \geq 50$ ) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после  $k \geq 50$  итераций (настроек ЭВМ) в режиме бинарной классификации, при анализе результатов кинезотерапии («до» сеанса и «после» сеанса) в начале всего курса кинезотерапии**

| Число итераций нейросети $k \leq 100 = 5 \times 50$ (всего $k=250$ ) |  |      |      |                  |      |
|--|--|------|------|------------------|------|
| Расчеты итераций по выборкам ( $N \geq 1000$ )                       | Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы $x_i$ |      |      |                  |      |
|  | SIM  | PAR  | INB  | SPO <sub>2</sub> | SDNN |
| $k=250j=(1, \dots, 250)$   |  |      |      |                  |      |
| $k=50j=(1, \dots, 50)$   | 0.61   | 0.73 | 0.73 | 0.463            | 0.69 |
| $k=50j=(50, \dots, 100)$   | 0.61   | 0.73 | 0.72 | 0.461            | 0.66 |
| $k=50j=(100, \dots, 150)$  | 0.58   | 0.76 | 0.73 | 0.437            | 0.66 |
| $k=50j=(150, \dots, 200)$  | 0.65   | 0.77 | 0.69 | 0.463            | 0.67 |
| $k=50j=(200, \dots, 250)$  | 0.58   | 0.76 | 0.74 | 0.422            | 0.63 |
| Вариационный размах средних значений $\Delta \langle w_i \rangle$    | 0.07   | 0.04 | 0.04 | 0.04             | 0.05 |
| Среднее $\langle w_i \rangle$  | 0.61   | 0.75 | 0.72 | 0.45             | 0.66 |

Из рис. 1 следует, что все  $W_{ij}$  для каждого  $i=1,2,\dots,5$  показывают хаотические величины из интервала (0.1). Более того, в табл. 2 которая представляет результаты усреднений  $x_i$  по 50-ти итерациям (из 5-

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.М., Еськов В.В., Ворошилова О.М., Синенко Д.В. Нейроэмуляторы в анализе кардиоинтервалов у больных с сосудистой патологией // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5252.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13374



ти серий) НЭВМ и вариационные размахи этих средних значений весов признаков  $\langle W_i \rangle$ , мы можем увидеть результаты усреднения по  $j$  при  $\max j=k=50$ . Из табл. 2 следует, что на первом месте по значимости находится признак  $x_2$ -*PAR*, его среднее значение по 50-ти итерациям ( $k=50$ ) равно  $\langle W_{5j} \rangle=0.75$  и на третьем месте  $\langle W_{5j} \rangle=0.66$ , значимость признака  $x_1$ -*SIM* (в отличие от табл. 1, где  $x_1$ -*SIM* имел уровень значимости  $p=0.045$  (критерий Вилкоксона), т.е. состояние *SIM* до сеанса кинезотерапии и после разовой процедуры существенно различаются) находится на 4-м месте (малозначимый признак). Таким образом статистика очень отличается от данных весов  $x_i$  для НЭВМ.

Таким образом, результаты сравнений табл. 1 и табл. 2 (для НЭВМ) существенно различаются. В стохастике  $x_1$ -*SIM* единственный значимый признак (различается до начала КЗТ и после). Наоборот, в режиме итераций НЭВМ на 1-м месте  $x_2$ -*PAR*, (потом  $x_3$  и наконец  $x_5$ -*SDNN*, который в стохастике вообще был совершенно незначим (по Вилкоксону  $p=0.845$  – почти точное совпадение а в НЭВМ его  $\langle W_{ij} \rangle=0.66$ ). Имеем разные параметры порядка и НЭВМ различает выборки, а стохастика – нет.

Получилась полностью инвертированная картина в режиме НЭВМ: что было в стохастике значимым признаком ( $x_1$ ) – стало незначительно, худший признак  $x_5$  занял 3-е место по значению при сравнении выборок  $x_i$  в пятимерном ФПС до начала сеанса КЗТ и сразу после него в самом начале курса лечения.

Следует отметить, что очень часто в восстановительной медицине конечные эффекты настолько тонкие и слабо выраженные, что сейчас мы уверенно можем говорить об острой необходимости в разработке новых методов диагностики (особенно при идентификации значимости диагностических признаков  $x_i$ ) и оценке эффективности лечения. Стохастический к этим двум фундаментальным проблемам медицины, как мы сейчас показали, может быть совершенно не эффективным [1-13, 19-24].

#### Выводы:

1. Когда стохастические методы не позволяют сделать вывод о различиях между выборками, то возникает неопределенность 1-го типа. Тогда целесообразно применять нейроэмуляторы для решения задачи бинарной классификации или методы расчета параметров квазиаттракторов.

2. Нейроэмулятор в режиме бинарной классификации при многократно повторяемой настройке НЭВМ, позволяет судить о роли *SIM*, *PAR*, *SpO<sub>2</sub>* и других показателей в эффектах реакции ССС у больных с ОНМК в ответ на разовую процедуру КЗТ в самом начале курса лечения и в конце курса. Более того, мы можем выявить значимость диагностических признаков  $x_i$  на раннем и позднем периоде лечения, что в стохастике вообще выполнить не представляется возможным. Это уже задача системного синтеза и она в стохастике не решается [12,14].

3. Стохастика вообще не может определять параметры порядка (значимость диагностических признаков), что восстановительной медицине чревато отрицанием какой-либо эффективности лечебного курса. Для точной диагностики значимости признаков  $x_i$  нам необходимо многократно повторять процедуру бинарной классификации (разделения выборок, которые в стохастике не разделяются).

#### Литература

1. Ведясова О.А., Еськов В.М., Живогляд Р.Н. Соотношение между детерминистскими и стохастическими подходами в моделировании синергизма и устойчивости работы дыхательного центра млекопитающих // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. 12, № 2. С. 23–24.
2. Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Модели сложных систем с позиций физики и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 1. С. 51–59.
3. Гараева Г.Р., Еськов В.М., Еськов В.В., Гудков А.Б., Филатова О.Е., Химикова О.И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного населения Югры // Экология человека. 2015. № 09. С. 50–55.
4. 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 (51). С. 126–128.
5. 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.
6. Еськов В.В., Филатова О.Е., Гавриленко Т.В., Химикова О.И. Прогнозирование долгожительства у российской народности ханты по хаотической динамике параметров сердечно-сосудистой системы // Экология человека. 2014. № 11. С. 3–.
7. Еськов В.В., Филатова О.Е., Гавриленко Т.В., Химикова О.И. Прогнозирование долгожительства у российской народности ханты по хаотической динамике параметров сердечно-сосудистой системы // Экология человека. 2014. № 11. С. 3–8.
8. Еськов В.М., Еськов В.В., Козлова В.В., Филатов М.А. Способ корректировки лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний // Патент на изобретение RUS 2432895 от 09.03.2010 г.

#### Библиографическая ссылка:

Еськов В.М., Еськов В.В., Ворошилова О.М., Синенко Д.В. Нейроэмуляторы в анализе кардиоинтервалов у больных с сосудистой патологией // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5252.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13374

9. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Способ корректировки лечебного или лечебно-оздоровительного воздействия на пациента // Патент на изобретение RUS 2433788 от 01.02.2010 г.
10. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особые свойства биосистем и их моделирование // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 3. С. 331–332.
11. Еськов В.М., Еськов В.В., Брагинский М.А., Пашнин А.С. Определение степени синергизма кардиореспираторной системы человека в условиях физических воздействий // Измерительная техника. 2011. № 7. С. 61–65.
12. Еськов В.М., Буров И.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Основы биоинформационного анализа динамики макрохаотического поведения биосистем // Вестник новых медицинских технологий. 2012. № 1. С. 15–18.
13. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Околосуточные ритмы показателей кардиореспираторной системы и биологического возраста человека // Терапевт. 2012. №8. С. 36–43.
14. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Кинематика биосистем как эволюция: стационарные режимы и скорость движения сложных систем – complexity // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2015. № 2. С. 62–73.
15. Карпин В.А., Филатова О.Е., Солтыс Т.А., Соколова А.А., Башкатова Ю.В., Гудков А.Б. Сравнительный анализ и синтез показателей сердечно-сосудистой системы у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов // Экология человека. 2013. № 7. С. 3–9.
16. Русак С.Н., Еськов В.М., Молягов Д.И., Филатова О.Е. Годовая динамика погодноклиматических факторов и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2013. № 11. С. 19–24.
17. Филатова О.Е., Даниелян В.В., Сологуб Л.И., Филатов М.А., Ярмухаметова В.Н. Три типа систем в природе и новые методы изучений биосистем в рамках третьей парадигмы // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 2. С. 21–23.
18. Филатова О.Е., Проворова О.В., Волохова М.А. Оценка вегетативного статуса работников нефтегазодобывающей промышленности с позиции теории хаоса и самоорганизации // Экология человека. 2014. №6. С. 16–19.
19. Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Химикова О.И. Прогнозирование долгожительства у Российской народности ханты по хаотической динамике параметров сердечно-сосудистой системы // Экология человека. 2014. № 11. С. 3–8.
20. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. 1993. V. 25, № 6. P. 420.
21. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // Emergence: Complexity and Self-organization. 2014. Vol. 16, №2. P. 107–115.

#### References

1. Vedyasova OA, Es'kov VM, Zhivoglyad RN. Sootnoshenie mezhdru deterministskimi i stokhasticheskim podkholdami v modelirovanii sinergizma i ustoychivosti raboty dykhatel'nogo tsentra mlekopitayushchikh. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(2):23-4. Russian.
2. Vokhmina YuV, Gavrilenko TV, Zimin MI. Modeli slozhnykh sistem s pozitsiy fiziki i teorii khaosamoorganizatsii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;1:51-9. Russian.
3. Garaeva GR, Es'kov VM, Es'kov VV, Gudkov AB, Filatova OE, Khimikova OI. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley korennoho naseleniya Yugry. Ekologiya cheloveka. 2015;09:50-5. Russian.
4. Es'kov VV, Es'kov VM, Karpin VA, Filatov MA. Sinergetika kak tret'ya paradigma, ili ponyatie paradigmy v filosofii i nauke. Filosofiya nauki. 2011;4(51):126-8. Russian.
5. Es'kov VV, Vokhmina YuV, Gavrilenko TV, Zimin MI. Modeli khaosa v fizike i teorii khaosamoorganizatsii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;2:42-56. Russian.
6. Es'kov VV, Filatova OE, Gavrilenko TV, Khimikova OI. Prognozirovanie dolgozhitel'stva u rossiyskoy narodnosti khanty po khaoticheskoy dinamike parametrov serdechno-sosudistoy sistemy. Ekologiya cheloveka. 2014;11:3. Russian.
7. Es'kov VV, Filatova OE, Gavrilenko TV, Khimikova OI. Prognozirovanie dolgozhitel'stva u rossiyskoy narodnosti khanty po khaoticheskoy dinamike parametrov serdechno-sosudistoy sistemy. Ekologiya cheloveka. 2014;11:3-8. Russian.
8. Es'kov VM, Es'kov VV, Kozlova VV, Filatov MA, inventors; Sposob korrektyrovki lechebnogo ili fizkul'turno-sportivnogo vozdeystviya na organizm cheloveka v fazovom prostranstve sostoyaniy s pomoshch'yu matrity rasstoyaniy. Russian Federation patent RU 2432895. 2010. Russian.

---

#### Библиографическая ссылка:

Еськов В.М., Еськов В.В., Ворошилова О.М., Синенко Д.В. Нейроэмуляторы в анализе кардиоинтервалов у больных с сосудистой патологией // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5252.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13374

9. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, inventors; Sposob korrekcirovki lechebnogo ili lechebno-ozdorovitel'nogo vozdeystviya na patsienta. Russian Federation patent RU 2433788. 2010. Russian.
10. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE. Osobyje svoystva biosistem i ikh modelirovanie. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;18(3):331-2. Russian.
11. Es'kov VM, Es'kov VV, Braginskiy MA, Pashnin AS. Opredelenie stepeni sinergizma kardiorespiratornoy sistemy cheloveka v usloviyakh fizicheskikh vozdeystviy. Izmeritel'naya tekhnika. 2011;7:61-5. Russian.
12. Es'kov VM, Burov IV, Filatova OE, Khadartsev AA. Osnovy bioinformatsionnogo analiza dinamiki makrokhaoticheskogo povedeniya biosistem. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;1:15-8. Russian.
13. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA. Okolosutochnye ritmy pokazateley kardiorespiratornoy sistemy i biologicheskogo vozrasta cheloveka. Terapevt. 2012;8:36-43. Russian.
14. Es'kov VM, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Vokhmina YuV. Kinematika biosistem kak evolyutsiya: stacionarnye rezhimy i skorost' dvizheniya slozhnykh sistem – complexity. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya. 2015;2:62-73. Russian.
15. Karpin VA, Filatova OE, Soltys TA, Sokolova AA, Bashkatova YuV, Gudkov AB. Sravnitel'nyy analiz i sintez pokazateley serdechno-sosudistoy sistemy u predstaviteley arkticheskogo i vysokogornogo adaptivnykh tipov. Ekologiya cheloveka. 2013;7:3-9. Russian.
16. Rusak SN, Es'kov VM, Molyagov DI, Filatova OE. Godovaya dinamika pogodno-klimaticheskikh faktorov i zdorov'e naseleniya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga. Ekologiya cheloveka. 2013;11: 19-24. Russian.
17. Filatova OE, Danielyan VV, Sologub LI, Filatov MA, Yarmukhametova VN. Tri tipa sistem v prirode i novye metody izucheniya biosistem v ramkakh tret'ey paradigmy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2):21-3. Russian.
18. Filatova OE, Provorova OV, Volokhova MA. Otsenka vegetativnogo statusa rabotnikov neftegazodobyvayushchey promyshlennosti s pozitsii teorii khaosa i samoorganizatsii. Ekologiya cheloveka. 2014;6:16-9. Russian.
19. Filatova OE, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Khimikova OI. Prognozirovaniye dolgozhitel'stva u Rossiyskoy narodnosti khanty po khaoticheskoy dinamike parametrov serdechno-sosudistoy sistemy. Ekologi cheloveka. 2014;11:3-8. Russian.
20. Es'kov VM, Filatova OE. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition. Neurophysiology. 1993;25(6):420.
21. Es'kov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development. Emergence: Complexity and Self-organization. 2014;16(2):107-15.

---

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.М., Еськов В.В., Ворошилова О.М., Синенко Д.В. Нейроэмуляторы в анализе кардиоинтервалов у больных с сосудистой патологией // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5252.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13374