

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Программа* идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в  $m$ -мерном фазовом пространстве: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006613212 / В.М. Еськов [и др.] // Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». 2006, опубл. 13.09.06.
2. *Расчет* параметров аттракторов поведения  $m$ -компонентного вектора состояния биосистемы в двумерном пространстве: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2009614365 / В.М.Еськов [и др.] // Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». 2006, опубл. 19.08.09.

*E-mail: mick17@mail.ru, ustimenko\_aa@mail.ru.*

УДК 684.511

**В.М. Еськов**, д-р физ.-мат. наук, д-р биол. наук, **В.В. Еськов**,  
**О.Е. Филатова**, д-р биол. наук, **М.А. Филатов**, канд. биол. наук  
(Сургутский государственный университет)

## КОРРЕКТИРОВКА ЛЕЧЕБНОГО ИЛИ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ ФАЗОВЫХ ПРОСТРАНСТВ СОСТОЯНИЙ

Представлен новый синергетический метод, основанный на анализе параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма человека с учетом флуктуационных процессов. На примере анализа показателей кардиореспираторной системы детей, регистрируемых до и после проведения лечебно-оздоровительных мероприятий, производится сравнение оригинального метода и методов математической статистики.

**Ключевые слова:** фазовое пространство, квазиаттрактор, компартмент.

В настоящее время в медицине оценка эффективности проводимых лечебных воздействий производится по характеру изменения отдельных диагностических признаков, характеризующих определенную нозологическую единицу, в рамках измерения некоторых статистических показателей (статистического среднеквадратичного отклонения, статистического математического ожидания и т.д.). В разработанном нами методе [1, 2] высокая достоверность и интегративность диагностики и лечения достигаются за счет того, что получаемые данные от группы пациентов или от одного пациента путем повторов измерений в виде набора  $m$  блоков данных (компартментов), где  $m$ -число измеряемых диагностических признаков, переносят в виде точек в  $m$ -мерное фазовое пространство состояний, в котором, фиксируя крайние левые и правые значения параметров вектора состояния организма человека (ВСОЧ) по каждой координате  $x_i$ , образуют квазиаттрактор в виде  $m$ -мерного параллелепипеда, у которого определяется объем  $V_g$ , центр квазиаттрактора и показатель асимметрии, по этим трем величинам (абсолютно или относительно) выносят решение об эффективности лечения, сравнивая эти параметры до лечения и после. Причем производятся измерения пара-

метров функций организма каждого пациента из группы с одинаковой нозологической единицей или у одного пациента, но несколько раз (повторно), в приблизительно одинаковых условиях, в результате чего получают наборы данных по компонентам вектора состояния организма человека (т.е. по каждой координате  $x_i$ ), которые для каждого человека из группы (или для одного человека при одном измерении с повторами в дальнейшем) представляются в виде точки в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний, где  $m$ -количество диагностических признаков, используемых в диагностике при лечении (они же – компоненты  $x_i$  ВСОЧ в ФПС) [1]. Таким образом, группа обследуемых больных образует некоторое “облако” в ФПС, которое имеет свои границы  $\Delta x_i$  по каждой из координат  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ).

Для примера представим данные по группе детей работников ОАО «Сургутнефтегаз» (вывезены из г. Сургута на юг РФ для проведения лечебно-оздоровительных мероприятий). Половина детей из этой группы (около 140 человек) была обследована по параметрам кардиореспираторной системы (КРС) четыре раза: перед отъездом из г. Сургута, сразу после приезда в санаторий, перед отъездом из санатория и сразу после возвращения из санатория в г.Сургут. Все четыре группы измерений параметров КРС были обработаны на предмет расчета объема квазиаттракторов  $V_g$ , координат центра КА и показателя асимметрии  $r$ . Установлено, что все параметры ВСОЧ для КРС в рамках статистических изменений не претерпели значимых различий, т.е. изменения статистически недостоверны (см. табл. 1). Однако изменения интегративных параметров  $V_g$ ,  $x_c$  и  $r$  весьма существенны и свидетельствуют об эффективности лечебно-оздоровительных мероприятий, что обусловлено снижением уровня флуктуационных процессов по компонентам вектора состояния организма обследуемой группы детей.

Таблица 1

**Динамика показателей кардиореспираторной системы мальчиков и девочек ХМАО-Югры весной 2007 г. по данным вариационной пульсометрии и оксиметрии ( $X \pm SD$ )**

Показатели	Сургут (отъезд)	Туапсе (приезд)	Туапсе (отъезд)	Сургут (приезд)
SIM, усл. ед.	3,22±3,1	4,25±4,17	4,31±3,8	2,93±2,8
PAR, усл. ед.	14,0±4,9	12,7±5,5	12,1±5,48 <sup>#</sup>	14,5±5,37
HR, уд/мин	87,0±10,2	90,0±11,2	89,3±9,98	84,6±10,1
INB, усл. ед.	46,6±44,3	57,4±53,5	62,8±55,06	45,5±45,3
SPO <sub>2</sub> , отн. ед.	97,84±0,78	97,89±0,85	97,95±0,81	97,77±1,00
SDNN, мс	56,95±20,5	49,8±16,8 <sup>#</sup>	48,1±18,1 <sup>#</sup>	59,3±23,4

# –  $p < 0,05$  по сравнению с отъездом из Сургута.

Условные обозначения: SIM – параметры активности симпатического отдела ВНС; PAR – параметры активности парасимпатического отдела ВНС; HR – ЧСС; INB – индекс напряжения Баевского; SPO<sub>2</sub> – степень насыщения крови кислородом; SDNN – стандартное отклонение кардиоинтервалов за 5 мин. регистрации.

Для сравнения с результатами статистической обработки данных представим результаты анализа этих же данных в рамках теории хаоса и синергетики, т.е. в рамках нового алгоритма. В табл. 2, 3 представлены параметры квазиаттракторов ВСОЧ для обобщенной группы детей (мальчики и девочки) перед отъездом и после приезда в г. Сургут из санатория (табл. 2).

Легко видеть существенные различия в параметрах квазиаттракторов ВСОЧ до отъезда в санаторий и после приезда из него. Так, объем параллелепипеда, внутри которого находится квазиаттрактор движения ВСОЧ, до отъезда составлял  $1,88E+032$ , а после возвращения из санатория его объем уменьшился на два порядка и составил  $3,83E+030$ . Показатель асимметрии  $r$  также изменился от 33057.2 усл. ед. до 10609,8 усл. ед. после приезда в г.Сургут.

Таблица 2

Результаты обработки данных аттрактора параметров кардиореспираторной системы (перед отъездом в санаторий, г. Туапсе).	Результаты обработки данных аттрактора параметров кардиореспираторной системы (после приезда из санатория, г. Сургут).
Размерность фазового пространства, $m=13$	Размерность фазового пространства $m=13$
General asymmetry value $rX = 33057.2$	General asymmetry value $rX = 10609.8$
General V value : $1.88E+032$	General V value : $3.83E+030$

В целом следует сказать, что анализ параметров квазиаттракторов поведения ВСОЧ более контрастен и разителен, чем традиционный анализ в рамках математической статистики и биометрии.

Уменьшение размеров квазиаттракторов ВСОЧ после приезда (отдыха и лечения в санатории) свидетельствует о снижении уровня флуктуации, т.е. степени разброса параметров ВСОЧ в фазовом пространстве состояний для разных обследуемых групп детей.

Отметим, что расширение границ квазиаттракторов сигнализирует, что некоторые дети входят в область патологии, которая вполне пока не проявляется. Однако показатели кардиореспираторной системы уже сигнализируют о неудовлетворительной адаптации, отклонении от нормы.

Очевидно, что после приезда из санатория квазиаттрактор ВСОЧ сужается за счет нормализации всех функций организма для всей группы обследованных детей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Идентификация* параметров порядка (наиболее значимых диагностических признаков) вектора состояния биосистем в  $m$ -мерном фазовом пространстве: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2007614714 / В.М. Еськов [и др.] // Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». 2007, опубл. 24.09.07.
2. *Еськов В.М.* Компартментно-кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС). Часть 1. Межклеточные взаимодействия в нейрогенераторных и биомеханических кластерах: Монография. – Самара: Изд-во «НТЦ», 2003. – 198 с.

E-mail: [cfpd@amur.ru](mailto:cfpd@amur.ru).