

ПАРАМЕТРЫ КВАЗИАТТРАКТОРОВ ВЕКТОРА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА  
УЧАЩИХСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ЛИЧНОСТНОЙ И СИТУАТИВНОЙ  
ТРЕВОЖНОСТИ

М.А. ФИЛАТОВ, Е.В. МАЙСТРЕНКО, В.И. МАЙСТРЕНКО, Ю.В. ВОХМИНА

*БУ ВО «Сургутский государственный университет», проспект Ленина, 1, г. Сургут, 628412, Россия*

**Аннотация.** Выполнен анализ психофизиологических функций человека в фазовых пространствах состояний, позволивший обеспечить не только количественную регистрацию психофизиологических функций, но и позволил оценить состояние, как отдельных функций, так и организма в целом. В исследовании принимали участие 120 учащихся возраста 15-16 лет МБОУ «Лянторская средняя общеобразовательная школа №4» Сургутского района в январе-феврале 2015 года. У групп испытуемых – учащихся измерялись показатели вариабельности сердечного ритма, выполнено психологическое тестирование групп испытуемых по методике – «Определение уровня тревожности» Ч.Д. Спилбергера (адаптировано Ю.Л. Ханиным). Полученные результаты отражают явные половые отличия механизмов реагирования старших подростков на стрессовые ситуации. В целом, стохастический подход для описания биосистем не позволяет полностью охарактеризовать поведение сложных систем (в частности, динамику психофизиологических функций человека) из-за непрерывного и хаотичного изменения параметров вектора состояния организма. Необходимо использовать традиционные методы в комплексе с новыми методами теории хаоса-самоорганизации.

**Ключевые слова:** хаос, стохастика, тревожность, гендерные различия.

THE QUASI-ATTRACTOR PARAMETERS OF THE STATE VECTOR OF STUDENTS RELATED  
TO THE LEVEL OF PERSONAL AND SITUATIONAL ANXIETY

M.A. FILATOV, E.V. MAYSTRENKO, V.I. MAYSTRENKO, YU.V. VOKHMINA

*Surgut state university, Lenin av., 1, Surgut, 628412, Russia*

**Abstract.** The analysis of psycho-physiological functions of man in phase spaces of states was performed and provided a quantitative registration and assessment of individual functions condition and organism as a whole. In a study 120 students ("Lyantorskaya secondary school №4", Surgut region) aged 15-16 years participated in January and February of 2015. In groups of subjects - students a heart rate variability was recorded, as well as psychological testing of groups performed for test subjects according to the method – C.D. Spielberger "Determination of the level of anxiety" (adapted by Y.L. Khanin). The results reflect the explicit sex differences of older teens reacting mechanisms to stressful situations. In general, a stochastic approach used to describe biosystems does not fully characterize the behavior of complex systems (in particular, human psycho-physiological functions dynamics) due to continuous chaotic changing of parameters of the state vector of organism. It is necessary to use traditional methods combined with new methods of chaos self-organization theory.

**Key words:** chaos, stochastic, anxiety, gender differences.

**Введение.** Использование новых методов теории хаоса-самоорганизации для анализа психофизиологических функций человека в *фазовых пространствах состояний* (ФПС) обеспечивает не только их количественную регистрацию, но и позволяет оценивать состояние, как отдельных функций, так и организма в целом.

Метод фазовых пространств в описании психофизиологических показателей человека был разработан и внедрен лабораторией биок cybernetics и биофизики сложных систем. При Сургутском государственном университете. Новый метод идентификации параметров *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) в фазовом пространстве состояний, разработанный в НИИ биофизики и медицинской кибернетики при Сургутском государственном университете, открывает новые возможности в изучении биологических динамических систем, к которым относится и организм человека [3]. В частности, в нашем исследовании в рамках *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) при использовании разработанного метода выполнялся анализ динамики ВСО учащихся при разных состояниях эмоциональной сферы.

Параметры движения ВСОЧ определяли как изменения компонент некоторого вектора состояния  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  с использованием компьютерной программы «Идентификация параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m-мерном фазовом пространстве» («Identity»). Она предназначена для изучения биосистем с хаотической организацией и позволяет в автоматическом ре-

жиме рассчитывать и представлять в фазовом пространстве *квазиаттрактор* (КА) в виде параллелепипеда, внутри которого находятся координаты  $x_i = x_i(t)$  параметров психофизиологических функций испытуемых. Анализируя эти параметры, можно говорить о динамике поведения ВСОЧ. При этом для разных кластеров обследуемых можно определять объем КА ( $V_x$ ), расстояния между стохастическим и хаотическим центрами КА движения ВСОЧ ( $Z$ ), находить показатель асимметрии центров ( $R_x$ ). Все эти показатели демонстрируют динамику поведения вектора  $x(t)$  и представляют определенные закономерности в состоянии организма (и психики, в частности) обследуемых групп испытуемых [2-7].

**Материалы и методы исследования.** В исследовании принимали участие 120 учащихся возраста 15-16 лет МБОУ «Лянторская средняя общеобразовательная школа №4» Сургутского района в январе-феврале 2015 года. При подготовке к обработке полученных результатов были исключены из дальнейшего изучения результаты 20 учащихся по причине артефактов или ошибок в заполнении бланков. В итоге проводился анализ данных оставшихся 100 учащихся. Из них 58 – женского пола и 42 – мужского пола.

Обследование проводилось в привычной для школьников обстановке, в групповой форме, в равных условиях для всех участников. Школьникам была разъяснена тема и цель исследования. Все испытуемые проявили желание участвовать в тестировании, т.е. имеется добровольное согласие на обследование. Учащиеся прошли психологическое тестирование по методике – «Определение уровня тревожности» Ч.Д. Спилбергера (адаптировано Ю.Л. Ханиным). По методике Спилбергера-Ханина определяют 2 типа тревожности: реактивную (ситуативную) и личностную [14-15]. Ситуативная или реактивная тревожность, как состояние, характеризуется субъективно переживаемыми эмоциями: напряжением, беспокойством, озабоченностью, нервозностью. Это состояние возникает как эмоциональная реакция на стрессовую ситуацию и может быть разным по интенсивности и динамичности во времени.

Под личностной тревожностью понимается устойчивая индивидуальная характеристика, отражающая предрасположенность субъекта к тревоге и предполагающая наличие у него тенденции воспринимать достаточно широкий «веер» ситуаций как угрожающие, отвечая на каждую из них определенной реакцией. Как предрасположенность, личная тревожность активизируется при восприятии определенных стимулов, расцениваемых человеком как опасные для самооценки, самоуважения [9-13].

Также измерялись показатели *вариабельности сердечного ритма* (ВСР) с применением пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С2». В устройстве используется оптический пальцевый датчик (в виде прищепки), с помощью которого происходила регистрации пульсовой волны с одного из пальцев кисти. Исследование показателей пульсометрии производилось в положении испытуемого сидя, на съем информации отводилось не менее 300 кардиоинтервалов, т.е. измерение производилось в течение не менее 5 минут. Прибор снабжен программным продуктом «*ELOGRAPH*», который в автоматическом режиме позволяет отображать изменение ряда показателей в режиме реального времени с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов [1, 2, 8-13]. Мы рассчитали параметры КА в ФПС по представленным ранее методам [3-13].

**Результаты и их обсуждение.** При анализе результатов уровня тревожности (методика Спилбергера-Ханина) девушек и юношей проводился расчет коэффициента корреляция по Пирсону (при  $p < 0,05$ ) для определения зависимости между шкалами тревожности. Корреляция между шкалами реактивной и личностной тревожности у девушек  $r = 0,46$ , а у юношей  $r = 0,79$ . Вероятно, такой высокий коэффициент корреляции в группах юношей характеризует то, что на данном этапе большая часть юношей исследуемой группы испытывают сходное переживание тревоги или же отражают в своих ответах сходный, принятый в их субкультуре шаблон реагирования. Это, в гораздо меньшей степени, выражено у девушек.

Для выявления динамики поведения вектора состояния организма школьников в ФПС проводился расчет основных параметров КА. Значения параметров КА формировались из показателей ВСР школьников (отдельно у девушек и юношей), разделенных по группам в зависимости от уровня личностной тревожности (табл. 1).

В табл. 1 и 2 юноши представлены двумя группами 13 и 22 человека. Анализ параметров КА показал, что их объемы в группах юношей с умеренным и высоким уровнем тревожности почти одинаковы, но отличие состоит в том, что расстояния между геометрическим и стохастическим центром КА ( $R_x$ ) в двух группах юношей отличаются: в группе с умеренным уровнем  $7,44 \times 10^3$  у.е., а в группе с высоким уровнем –  $4,62 \times 10^3$ . Это может говорить о том, что в группе с высоким уровнем состояние участников группы более сходно, мера хаотичности всей системы значительно меньше. Предполагаем, что частотные характеристики в своей совокупности отражают активизацию функциональных систем организма, согласованная работа которых направлена на восстановление состояния и стремление к гомеостазу. В связи с этим хаотичность системы уменьшается, а, следовательно, уменьшается расстояние между геометрическим и среднестатистическим стохастическим центром. Это означает, что состояние высокого уровня тревожности у юношей сопровождается сходными адаптивными реакциями, некой сходной мобилизацией организма, обеспечиваемой нейровегетативной регуляцией.

**Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма учащихся в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (по показателям *VLF*, *LF*, *HF*) в зависимости от уровня личностной тревожности**

Показатели квазиаттрактора	Уровень личностной тревожности	Юноши	Девушки
		<i>n</i> =22	<i>n</i> =22
<i>R<sub>x</sub></i>	умеренный	7,5×10 <sup>3</sup>	2,97×10 <sup>3</sup>
	высокий		5,27×10 <sup>3</sup>
<i>V<sub>G</sub></i>	умеренный	56,88×10 <sup>11</sup>	5,81×10 <sup>11</sup>
	высокий		21,26×10 <sup>11</sup>

Примечание: *R<sub>x</sub>* – расстояние между геометрическим и стохастическим центром; *V<sub>G</sub>* – объем многомерного параллелепипеда, ограничивающего квазиаттрактор состояний; *n* – количество человек в группе

В группах девушек наблюдается несколько иное изменение вектора состояния организма. В группе с высоким уровнем тревожности выявлен объем КА в 4 раза больше, чем в группе с умеренным уровнем. То же можно сказать и о параметре *R<sub>x</sub>* – в группе с высоким уровнем личностной тревожности почти в 2 раза больше расстояние между геометрическим и стохастическим центром КА. Это говорит о большей рассогласованности психофизиологических показателей группы девушек с высоким уровнем тревожности. Можно говорить о том, что формы реакций девушек при высоком уровне тревожности характеризуются более широким разнообразием. Вероятно, это согласуется с тем, что большой спектр приспособительных реакций обуславливает лучшие адаптационные возможности. Это может отражаться на поддержании гомеостаза и продолжительности жизни, которые у женского населения Югры всегда выше [16-17], чем у мужского населения.

Полученные результаты согласуются с результатами распределения обследованных школьников по группам в зависимости от функциональной асимметрии полушарий, полученными по методике ФАП (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели степени изменения (*R<sub>12</sub>* и *R<sub>13</sub>*) объемов квазиаттракторов в % и расстояние между геометрическими центрами (*Z<sub>12</sub>* и *Z<sub>13</sub>*) (индекс 1 – объем квазиаттрактора при умеренной тревожности, 2 – объем квазиаттрактора при высокой тревожности) параметров квазиаттракторов вектора состояния организма юношей и девушек при диагностике в трехмерном (*m*=3) фазовом пространстве состояний**

Показатели квазиаттрактора	Мальчики ( <i>n</i> =13)	Девочки ( <i>n</i> =22)		Мальчики и девочки с умеренным уровнем тревожности ( <i>n</i> =22)
<i>R<sub>12</sub></i>	-0.27%	265.68 %	<i>R<sub>0</sub></i>	89.78
<i>Z<sub>12</sub></i>	2 445.46	2 074.6931	<i>Z<sub>0</sub></i>	3 351.20

В группах с высоким уровнем тревожности среди юношей значительно преобладают левополушарные (их более 50%), а среди девушек – правополушарные (их более 40%). Вероятно, эти психофизиологические особенности также имеют свое отражение в способах реагирования: эти девушки более эмоциональны, чувствительны, импульсивны, эти юноши более сдержаны, рациональны, собраны, уравновешены. Все эти характеристики находятся в прямой зависимости от активности как центральной нервной системы, так и отделов вегетативной нервной системы (симпатического и парасимпатического). Полученные результаты также отражают явные половые отличия механизмов реагирования старших подростков на стрессовые ситуации [3, 11].

**Заключение.** Выявленные новыми методами отличия не всегда определяются традиционными подходами в виде детерминистских и стохастических расчетов и диагностик. Это свидетельствует о широте возможностей новых информационных подходов на базе ТХС. Отметим, что именно ТХС раскрывает количественно сущность явления «повторение без повторений» Н.А. Бернштейна, которое в интерпретации ТХС введено в психологии в виде эффекта Еськова-Зинченко. В рамках этого эффекта сейчас нами были изучены параметры сердечнососудистой системы при различных психических состояниях в сравнительном аспекте (группы юношей и девушек), которые позволили идентифицировать гендерные различия.

Литература

1. Бернштейн Н.А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947. 254 с.
2. Ведясова О.А., Беднаржевский С.С., Синенко Д.В., Филатова Д.Ю., Шевченко Н.Г. Биоинформационный анализ макро-хаоса и микродинамического хаоса в биологических системах // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 2. С. 410–411.
3. Веракса Н.А., Горбунов Д.В., Шадрин Г.А., Стрельцова Т.В. Эффект Еськова-Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 17–24.
4. Расчет степени синергизма в кардио-респираторной системе в условиях перепада температуры окружающей среды / В.М. Еськов, В.В. Еськов, Е.В. Майстренко [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17, №3. С. 118–121.
5. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Моделирование когнитивной и эвристической деятельности мозга с помощью нейроэмуляторов // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2014. № 1. С. 62–70.
6. Еськов В.В., Гараева Г.Р., Синенко Д.В., Филатова Д.Ю., Третьяков С.А. Кинематические характеристики движения квазиаттракторов в оценке лечебных эффектов кинезотерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 1. С. 128–136.
7. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Филатова Д.Ю. Сравнительная характеристика возрастных изменений сердечно-сосудистой системы населения Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 3. С. 15–20.
8. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44–51.
9. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.
10. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.
11. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3–24.
12. Линде Н.Д., Смирнов Ю.А. Стиль жизни и личностная тревожность // Современные гуманитарные исследования. 2007. № 1. С. 208–210.
13. Майстренко Е.В., Еськов В.М., Майстренко В.И., Берестовая А.Ф. Сравнительный анализ параметров функциональной асимметрии полушарий и вегетативной нервной системы учащихся // Информатика и системы управления. 2009. № 4. С. 63–65.
14. Прихожан А.М. Тревожность у детей и подростков: психологическая природа и возрастная динамика. Воронеж: НПО «МОДЭК», 2000. 304 с.
15. Симонов В.П. Диагностика личности и деятельности педагога и обучаемых. Учеб. Пособие. (Серия: Педагогический менеджмент. Ноу-Хау в образовании. – Книга третья). М. 2004.
16. Филатова Д.Ю., Вохмина Ю.В., Гараева Г.Р., Синенко Д.В., Третьяков С.А. Неопределенность 1-го рода в восстановительной медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 1. С. 136–143.
17. Ханин Ю.Л. Стандартный алгоритм адаптации зарубежных опросных методов. Л., 1977. 44 с.

References

1. Bernshteyn NA. O postroenii dvizheniy [About construction of movements]. Moscow: Medgiz; 1947. Russian.
2. Vedyasova OA, Bednarzhevskiy SS, Sinenko DV, Filatova DY, Shevchenko NG. Bioinformatsionnyy analiz makro-khaosa i mikrodynamiceskogo khaosa v biologicheskikh sistemakh [Bioinformatic analysis of the macro-micro chaos and dynamic chaos in biological systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnology. 2012;19(2):410-1. Russian.
3. Veraksa NA, Gorbunov DV, Shadrin GA, Strel'tsova TV. Effekt Es'kova-Zinchenko v otsenke parametrov teppinga metodami teorii khaosa-samoorganizatsii i entropii [Effect Eskova Zinchenko-estimation of parameters in tapping methods of the theory of chaos and entropy, self-organization]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;1:17-24. Russian.
4. Es'kov VM, Es'kov VV, Maystrenko EV, et al. Raschet stepeni sinergizma v kardio-respiratornoy sisteme v usloviyakh perepada temperatury okruzhayushchey sredy [The calculation of the degree of synergy in the

cardio-respiratory system in a drop of ambient temperature]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(3):118-21. Russian.

5. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatov MA. Modelirovanie kognitivnoy i evristicheskoy deyatel'nosti mozga s pomoshch'yu neyroemulyatorov [Modelling of cognitive and heuristic brain activity using Nero emulators]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2014;1:62-70. Russian.

6. Es'kov VV, Garaeva GR, Sinenko DV, Filatova DY, Tret'yakov SA. Kinematicheskie kha-rakteristiki dvizheniya kvaziattraktorov v otsenke lechebnykh effektiv kinezoterapii [Kinematic characteristics of quasi-attractors movement in the evaluation of therapeutic effects kinesotherapy]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(1):128-36. Russian.

7. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Filatova DY. Sravnitel'naya kharakteristika vozrastnykh izmeneniy serdechno- sosudistoy sistemy naseleniya Severa RF [Comparative characteristics of age-related changes in the cardiovascular system of the Russian population of the North]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015; 22(3):15-20. Russian.

8. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Vokhmina YV. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley koren'nogo i prishlogo naseleniya Yugry [Chaotic dynamics of cardio three age groups, the representatives of the radical and alien population of Ugra]. Uspekhi gerontologii. 2016;29(1):44-51. Russian.

9. Es'kov VM, Gazy GY, Maystrenko EV, Boltaev AV. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh poley na parametry serdechnososudistoy sistemy rabotnikov neftegazovoy otrasli [The impact of electromagnetic fields on the industrial parameters of the cardiovascular system of the oil and gas industry workers]. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016;1:59-63. Russian.

10. Es'kov VM, Es'kov VV, Vokhmina YV, Gavrilenko TV. Evolyutsiya khaoticheskoy dinamiki kolektivnykh mod kak sposob opisaniya povedeniya zhivykh system [The evolution of chaotic dynamics of collective modes as a way to describe the behavior of living systems]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya. 2016;2. Russian.

11. Zinchenko YP, Es'kov VM, Es'kov VV. Ponyatie evolyutsii Glensdorfa-Prigozhina i problema gomeostaticeskogo regulirovaniya v psikhofiziologii [The concept of evolution Glansdorff-Prigogine and the problem of homeostatic regulation in psychophysiology]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psikhologiya. 2016;1:3-24. Russian.

12. Linde ND, Smirnov YA. Stil' zhizni i lichnostnaya trevozhnost' [Lifestyle and trait anxiety]. Sovremennye gumanitarnye issledovaniya. 2007;1:208-10. Russian.

13. Maystrenko EV, Es'kov VM, Maystrenko VI, Berestovaya AF. Sravnitel'nyy analiz parametrov funktsional'noy asimmetrii polushariy i vegetativnoy nervnoy sistemy uchashchikhsya. Informatika i sistemy upravleniya [A comparative analysis of the parameters of the functional asymmetry of the hemispheres and the autonomic nervous system of students]. 2009;4:63-5. Russian.

14. Prikhozhan AM. Trevozhnost' u detey i podrostkov: psikhologicheskaya priroda i vozrastnaya dinamika [Anxiety in children and adolescents: psychological nature and age dynamics]. Voronezh: NPO «MOD-EK»; 2000. Russian.

15. Simonov VP. Diagnostika lichnosti i deyatel'nosti pedagoga i obuchaemykh [Diagnosis of personality and work of the teacher and the learners]. Ucheb. Posobie. (Seriya: Pedagogicheskiy menedzhment. Nou-Khau v obrazovanii. Kniga tret'ya). Moscow; 2004. Russian.

16. Filatova DY, Vokhmina YV, Garaeva GR, Sinenko DV, Tret'yakov SA. Neopredelennost' 1-go roda v vosstanovitel'noy meditsine [The uncertainty of the 1st kind in regenerative medicine]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(1):136-43. Russian.

17. Khanin YL. Standartnyy algoritm adaptatsii zarubezhnykh oprosnykh metodov [Standard algorithm overseas polling methods adaptation]. Leningrad; 1977. Russian.

---

**Библиографическая ссылка:**

Филатов М.А., Майстренко Е.В., Майстренко В.И., Вохмина Ю.В. Параметры квазиаттракторов вектора состояния организма учащихся в зависимости от уровня личностной и ситуативной тревожности // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №2. Публикация 1-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/1-5.pdf> (дата обращения: 20.06.2016). DOI: 10.12737/20309.