

DOI: 10.12737/12008

ПАРАМЕТРЫ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ УЧАЩИХСЯ ЮГРЫ

М.А. ФИЛАТОВ, Т.В. СТРЕЛЬЦОВА, Т.Ю. ПОСКИНА, Д.А. СИДОРЕНКО

БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Развитие когнитивных функций коренного и пришлого населения определяется в том числе и различиями в реакциях ФСО на хаотическую динамику параметров метеофакторов среды. Состояние сенсомоторных реакций психофизиологических особенностей коренных народов представлено на примере параметров памяти учащихся ханты. Представлены модели мнемических функций и выявлены их особенности. Показана специфика параметров моделей. Для сенсомоторных параметров представлены модели в виде квазиаттракторов.

Ключевые слова: модели памяти, квазиаттракторы, сенсомоторные реакции.

COGNITIVE FUNCTION PARAMETERS OF UGRA STUDENTS

M.A. FILATOV, T.V. STRELTSOVA, T. Yu . POSKINA, D.A. SIDIRENKO

Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. The development of cognitive functions of indigenous and alien population is determined with the differences in reaction of the functional systems of the human body to chaotic dynamics parameters of meteo factors. The sensorimotor reactions of psycho-physiological characteristics of indigenous peoples are illustrated by the example of memory parameters among Khanty pupils. The models of mnemonic functions and their features are described in the article. The paper is concerned with the specificity of the model parameters and models in the form of quasi-attractors.

Keywords: memory model, quasi-attractor, sensorimotor reaction.

Введение. История использования системных методов и моделирования в описании и прогнозировании динамики изменения психофизиологических функций человека в возрастном аспекте или применительно к расам и территориям насчитывает уже 2-е столетие. Достаточно вспомнить работы Г. Эббингауза (XIX век) и по-

пытки количественно описывать показатели памяти и нейро-ЭВМ как модели когнитивных систем в работах целого ряда российских ученых [5,7,8,10,13]. Разработка различных тестов с использованием ЭВМ для изучения и прогнозирования показателей внимания, мышления, состояния физиологических функций с использованием

системного анализа и моделей также имеет множество примеров и достижений [2,4-6,8-10,13,15-17].

Особая роль принадлежит работам представителей школы академика П.К. Анохина, которые значительно продвинули применение методов системного анализа в физиологию и медицину. В исследованиях П.К. Анохина, которые являются естественным продолжением физиологических подходов и представлений о механизмах целостной деятельности организма человека И.М. Сеченова и И.П. Павлова, представлены основы системного изучения работы важнейших регуляторных систем организма человека. Работами П.К. Анохина и его учеников [1] обоснованы общие механизмы целостной деятельности организма человека путем интеграции частных физиологических механизмов в единую функциональную систему организма. При этом главная роль в поддержании гомеостаза отводится ЦНС и системам с запониманием [18].

Состояние психофизиологических функций человека в Югре – это весьма актуальная научная проблема, особый статус которой определяется все возрастающей численностью молодежи (растет численность городского и сельского населения), которая родилась и живет в суровых северных условиях. Наибольшее внимания требуют вопросы становления и развития организма детско-юношеского населения Югры и интеллектуального развития подростков в условиях действия экологических факторов окружающей среды.

Проживание человека на территории, приравненной к условиям Крайнего Севера, отличается от условий средней полосы России еще и особым состоянием физиологических и психофизиологических функций: особо это проявляется в детско-юношеском возрасте, что сказывается на параметрах памяти учащихся (проживающих на Севере) в возрастном и гендерном отношении. У этих детей и юношей особыми являются параметры *функциональных систем организма* (ФСО) человека (кардиореспираторной и нервно-мышечной систем), другие параметры памяти и мышления, специфическое состояние анализато-

ров. Особенно это заметно становится при использовании новых методов *теории хаоса и самоорганизации* (ТХС), когда анализируются параметры *квазиаттракторов* движения *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) в *m*-мерном фазовом пространстве состояний. Экологические условия Севера РФ могут приводить к снижению умственной и физической работоспособности, нарушению здоровья, снижению эффективности образовательного процесса. В итоге это может привести к серьезным аномалиям развития детского и юношеского организма [4-7,11,12].

С этим связана основная причина низкой эффективности системы образования коренных малочисленных народов Ханты–Мансийского автономного округа – Югры. Наиболее значительными особенностями национальной психологии являются преобладание образного мышления, а не формально-логического, качественное отличие культурно-предметной среды в дошкольный период формирования личности, непосредственно деятельный характер традиционных форм обучения и воспроизводства культуры. Относительное преобладание образного мышления, по сравнению с формально-логическим не является признаком культурной отсталости, более того, именно образно-ассоциативное мышление лежит в основе любой творческой деятельности. Существующая сегодня система школьного образования ориентирована на развитие формально-логического мышления, на заучивание готовых логических схем и на накопление информации. Это влияет на параметры модели памяти, но и не активизирует воображение и эмоциональную сферу подростков.

В связи с этим начало обучения для детей ханты связано с гораздо более значительными трудностями, чем у учащихся других национальностей. В ряде случаев они становятся непреодолимыми для ученика, что приводит иногда к зачислению абсолютно нормального ребенка в категорию «умственно отсталого». При более благоприятных условиях следствием будет снижение общеобразовательной подготовки и увеличение немотивированного отсева уча-

щихся, что и происходит на практике. Общее количество детей ханты, продолжающих обучение в 7 классе и выше – менее 35%, успешно заканчивают неполную среднюю и среднюю школы только 5% детей от общего числа поступивших в школу [2,12].

Объект и методы исследования. В аспекте разработки новых подходов и методов и их использования в биофизике и психофизиологии нами было всего обследовано 330 учащихся МОУ СОШ № 4 г. Сургута; 89 учащихся народа ханты хантыйской национальной школы-интерната д. Русскинской Сургутского района. Возраст респондентов – от 6 до 17 лет. Все испытуемые без жалоб на психоневрологическую и другую патологию.

В представленном блоке наших исследований были изучены особенности кратковременной (механической) памяти учащихся вышеуказанных школ. Методика основана на запоминании испытуемыми 20-ти достаточно простых слов в течение 1-й минуты. Все тестирование осуществлялось в автоматическом режиме с использованием разработанного оригинального программного продукта на базе ЭВМ. После каждой итерации происходит расчет коэффициентов потери информации a (в программе $B(0)$), который характеризует отношение доли забытых (не воспроизведенных) слов к общему числу предъявленных слов. Кроме того, после проведения тестирования (после шести итераций) происходит расчет другого коэффициента k (в программе $B(1)$), который мы назвали *коэффициентом мнемической реверберации* (КМР). Он характеризует степень уменьшения коэффициента потери информации a от числа повторных предъявлений n одинаковой информации (в нашем случае набор из 20 слов), что является авторской разработкой. Величины k и a характеризуют не только параметры памяти, но и обучаемость школьников в целом [4,7,12].

Алгоритм вычисления этих коэффициентов состоит из расчета параметров двух уравнений, которые дают численную характеристику обследуемого. Первое уравнение описывает процесс запоминания нелогической информации (механическое

или непосредственное запоминание), которое основано на аппроксимации кривой Г. Эббингауза и имеет вид

$$dI/dt = -aI, \quad (1)$$

где: $I=I(t)$ – количество информации в момент времени t ; dI/dt – представляет соответственно скорость потери информации; a – коэффициент потери информации.

Уравнение (2), полученное нами эмпирически, представляет зависимость коэффициента a от числа повторов n и имеет вид

$$da/dn = -ka, \quad (2)$$

где: da/dn – описывает скорость изменения коэффициента a ; величина k – КМР, характеризует изменение показателей памяти индивидуума при повторном предъявлении одинаковой информации I_0 , т.е. непосредственное запоминание.

В качестве выходных параметров, т.е. результатов всех экспериментов, выступают: a_1, a_2, a_6 – коэффициенты a_i потери информации (после 1-го, 2-го и 6-го раза предъявления информации соответственно), которые в программе обозначены как y_1, y_2, y_6 ; a_0 – константа, которая входит в уравнение, описывающее изменение констант a_i после n итераций (повторов), и оно (уравнение) имеет вид: $a = a_0 e^{-kn}$. Такая функциональная зависимость следует из уравнения $a(n+1)=a(n) - k \cdot a(n) \cdot d(n)$, которое идентифицируется на ЭВМ (точка пересечения экспоненциальной кривой с осью ОУ – осью ранжирования коэффициента потери информации a) с помощью *метода наименьших квадратов* (МНК); k – КМР из уравнения (2), вычисляем по МНК из аппроксимации разностного уравнения вида $a(n+1) = a(n) - k \cdot a(n) \cdot d(n)$; Z – погрешность построения экспоненциальной кривой. Программа исследований заканчивалась построением графиков (тестовых мнемических кривых) и расчетом их параметров (приведенных выше) с занесением в специальный файл. Эти файлы накапливались и обрабатывались по группам с учетом статистических показателей. В подсчетах результатов использовался критерий Стьюдента с доверительной вероятностью $p=0,95$.

Для анализа психофизиологических реакций испытуемых мы одновременно ис-

пользовали и тесты для анализа сенсомоторных реакций. С помощью запатентованной авторской методики на базе ЭВМ у испытуемых регистрировались количественные показатели психофизиологических функций. Разработанный алгоритм и программа обеспечили объективную информацию о параметрах ряда психофизиологических функций. Обследуемым предъявлялся набор из 7 тестов (блоков), под общим названием «Р-тест» (*Psychological test*) для выявления особенностей сенсомоторных показателей и качественной оценки ряда когнитивных показателей. Эти тесты позволили определить параметры сенсомоторных реакций (зрительно-моторной и слухо-моторной) и большой блок параметров когнитивных функций (внимание, скорость переработки информации и ряд других показателей).

В рамках ТХС и с использованием компьютерных технологий нами был выполнен анализ динамики поведения *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) для психофизиологических параметров учащихся Югры в m -мерном пространстве состояний.

Для характеристики психофизиологических параметров учащихся существует набор координат x_i ВСОЧ. Из этих параметров с помощью алгоритма выбирались *параметры порядка* (ПП) и находились русла. Исследование параметров проводилось с помощью авторской программы «*Identity*». Исследование поведения квазиаттракторов в m -мерном фазовом пространстве позволили анализировать динамику движения квазиаттракторов в выбранных фазовых пространствах. В работе выполнены исследования состояния психофизиологических функций коренного населения – ханты и мигрантов 2-го поколения населения Югры. Выявлены определенные различия, которые коррелируют с хаотической динамикой параметров метеофакторов среды и состоянием психофизиологических функций обследуемых.

Результаты и их обсуждение. 1. Сравнительный биоинформационный анализ параметров памяти учащихся ханты. В последние годы в наших исследованиях

по биофизике и экологии человека установлены психофизиологические особенности развития коренных народов и, следовательно, необходимость формирования специфических форм и средств обучения, программ профессиональной подготовки, учитывающих эти особенности и соответствующие действительным потребностям различных групп коренного населения [3]. Сейчас в нашей стране к изучению данной проблемы только приступают, т.к. в СССР под угрозой обвинения в расовой дискриминации отрицались любые (психические, интеллектуальные) различия между разными этническими группами. Однако, образ жизни, биологические факторы – это реальные внешние параметры, изменяющие и мнемические функции человека [14,18].

Учитывая важность этой проблемы, нами проведены исследования мнемических функций учащихся-ханты Рускинской национальной средней общеобразовательной школы-интерната с целью выявления специфики динамики коэффициента реверберации (k), отражающего успешность усвоения нового учебного материала в разных возрастных группах учащихся. Результаты представлены на рис. 1 и рис. 2 в виде сводных данных. Из сравнения двух графиков (рис. 1 и 2) следует, что по мнемическим функциям девочки различаются не существенно в зависимости от успеваемости, но для мальчиков различия весьма существенны. Исключение составляют $B(0)$ и $B(1)$.

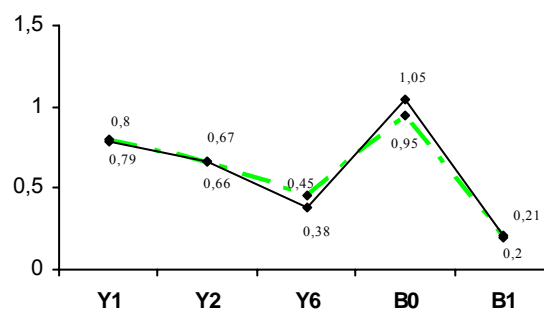


Рис. 1. Сводные результаты состояния показателей мнемических функций всех возрастных групп (5-11 класс) учащихся – девочек ханты с учетом успеваемости. Здесь: учащиеся «троечники» – сплошная линия; учащиеся «хорошисты» – пунктирная линия

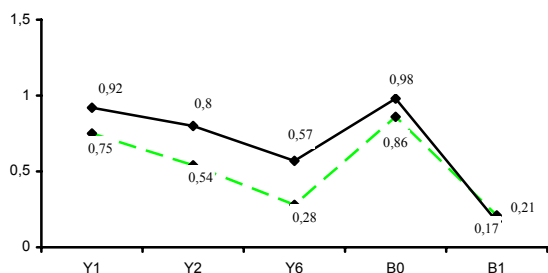


Рис. 2. Сводные результаты состояния показателей мнемических функций всех возрастных групп (5-11 класс) учащихся – мальчиков ханты с учетом успеваемости. Здесь: учащиеся «троечники» – сплошная линия; учащиеся «хорошисты» – пунктирная линия

Из-за малочисленности учащихся ханты, мы не разбивали всех обследуемых по возрастным категориям, т.к. количество тестируемых в ряде возрастных групп не укладывается в статистически достаточные значения. На рис. 1 и 2 представлена в целом зависимость показателей мнемических функций учащихся ханты всех возрастных групп $Y1, Y2, Y6, B(0)$ и $B(1)$ с учетом успеваемости и половых различий.

Обследование групп приезжих учащихся показало, что интегративные показатели памяти учащихся коренных народов ханты имеют более выраженные низкие показатели чем, у учащихся школы с непрофильным обучением. Например, изменения показателей $Y1-Y6$ в городской школе показывают, что процессы соотношения числа повторов и воспроизведения информации учащимися ханты имеют более слабую динамику изменения. Это отражается на коэффициентах скорости потери информации $B(0)$ и коэффициенте мнемической реверберации $k=B(1)$ как у мальчиков, так и девочек. Однако, продуктивность запоминания новой информации у мальчиков в зависимости от успеваемости, более выражена, чем у девочек. Так, например, из графиков рис. 1 и 2 видно, что общий показатель $B(1)$ для детей ханты находится в пределах от 0,2 до 0,21. Однако, такие величины для девочек 4-й школы и 4-й гимназии г. Сургута характерны только для шестиклассниц. В старших возрастных группах (9-11 классы) показатель $B(1)$ превышает 0,3. Аналогичные результаты мы имеем для $Y1$ на примере девочек: у девочек ханты он изменяется в преде-

лах 0,79-0,8 (рис. 1), в то время как у девочек МОУ СОШ №4 такие параметры $Y1$ имеются в 5-7 классах, а у гимназисток параметр $Y1$ заведомо меньше всех.

Таблица 1

Результаты идентификации параметров квазиаттракторов психофизиологических функций учащихся МОУ СОШ № 4 в весенний период

мальчики	девочки
Количество измерений N = 36	Количество измерений N = 30
Размерность фазового пространства = 7	
IntervalX0= 0.3400 AsymmetryX0= 0.0204 IntervalX1= 0.3000 AsymmetryX1= 0.0528 IntervalX2= 0.3500 AsymmetryX2= 0.0278 IntervalX3= 0.2600 AsymmetryX3= 0.1656 IntervalX4= 2.1400 AsymmetryX4= 0.1219 IntervalX5= 2.9000 AsymmetryX5= 0.1348 IntervalX6= 2.3100 AsymmetryX6= 0.0409 General asymmetry value rX = 0.4816 General V value vX = 0.1331	IntervalX0= 0.2300 AsymmetryX0= 0.0986 IntervalX1= 0.3100 AsymmetryX1= 0.0849 IntervalX2= 0.2800 AsymmetryX2= 0.0119 IntervalX3= 0.3500 AsymmetryX3= 0.0333 IntervalX4= 1.3400 AsymmetryX4= 0.1642 IntervalX5= 3.5300 AsymmetryX5= 0.0114 IntervalX6= 1.7400 AsymmetryX6= 0.0799 General asymmetry value rX = 0.2659 General V value vX = 0.0575
Результаты анализа исключения отдельных *Vx0 = 0,1331 Vy0 = 0,0575 dif=0,0756 R0= 56,7806% Vx1 = 0,3914 Vy1 = 0,2500 dif1=0,1413 R1= 36,1104% Vx2 = 0,4436 Vy2 = 0,1855 dif2=0,2580 R2= 58,1747% Vx3 = 0,3802 Vy3 = 0,2054 dif3=0,1748 R3= 45,9757% Vx4 = 0,5118 Vy4 = 0,1643 dif4=0,3475 R4= 67,8941% Vx5 = 0,0622 Vy5 = 0,0429 dif5=0,0193 R5= 30,9779% Vx6 = 0,0459 Vy6 = 0,0163 dif6=0,0296 R6= 64,4940% Vx7 = 0,0576 Vy7 = 0,0331 dif7=0,0246 R7= 42,6225%	признаков Z0 = 0,4285 Z1 = 0,4242 Z2 = 0,4272 Z3 = 0,4273 Z4 = 0,4274 Z5 = 0,3930 Z6 = 0,1904 Z7 = 0,4280

Примечание: *Vx0 – объем первого аттрактора; Vy0 – объем второго аттрактора; dif – разница между первым и вторым объемом аттракторов; R0 – относительная погрешность; Z0 – расстояние между центрами двух аттракторов

2. Квазиаттракторы сенсомоторных параметров учащихся. В табл. 1-2 представлены результаты идентификации квазиаттракторов психофизиологических

параметров (сенсомоторные реакции $X1-X3$, когнитивные $X4-X7$) учащихся пришлого и коренного населения. Из табл. 1 видно, что объемы *квазиаттракторов* без исключения признаков у учащихся пришлого населения (как у мальчиков, так и у девочек) укладываются в интервал $V_x = 0,13$ у.е. у мальчиков, и $0,05$ у.е. у девочек.

Таблица 2

Результаты идентификации параметров квазиаттракторов психофизиологических функций учащихся ханты НСОШИ, д. Русскинская в весенний период

мальчики	девочки
Количество измерений N = 36	Количество измерений N = 30
Размерность фазового пространства = 7	
IntervalX0= 0.7000 AsymmetryX0= 0.2782 IntervalX1= 0.3000 AsymmetryX1= 0.2287 IntervalX2= 0.4000 AsymmetryX2= 0.1792 IntervalX3= 1.1900 AsymmetryX3= 0.2035 IntervalX4= 4.3500 AsymmetryX4= 0.2275 IntervalX5= 3.2200 AsymmetryX5= 0.2170 IntervalX6= 1.8100 AsymmetryX6= 0.0103 General asymmetry value rX = 1.2547 General V value vX = 2.5343	IntervalX0= 0.8100 AsymmetryX0= 0.2358 IntervalX1= 0.3000 AsymmetryX1= 0.1911 IntervalX2= 0.3100 AsymmetryX2= 0.1785 IntervalX3= 1.3100 AsymmetryX3= 0.3417 IntervalX4= 2.3800 AsymmetryX4= 0.1930 IntervalX5= 3.3400 AsymmetryX5= 0.1902 IntervalX6= 1.0600 AsymmetryX6= 0.1132 General asymmetry value rX = 0.9340 General V value vX = 0.8315
Результаты анализа исключения отдельных	
*Vx0 = 2.5343 Vy0 = 0.7581 dif=1.7761 R0= 70.0841% Vx1 = 3.6204 Vy1 = 0.9360 dif1=2.6844 R1= 74.1468% Vx2 = 8.4475 Vy2 = 2.5271 dif2=5.9204 R2= 70.0841% Vx3 = 6.3356 Vy3 = 2.4456 dif3=3.8900 R3= 61.3989% Vx4 = 2.1296 Vy4 = 0.5787 dif4=1.5509 R4= 72.8245% Vx5 = 0.5826 Vy5 = 0.3494 dif5=0.2332 R5= 40.0304% Vx6 = 0.7870 Vy6 = 0.2270 dif6=0.5600 R6= 71.1590% Vx7 = 1.4001 Vy7 = 0.7152 dif7=0.6849 R7= 48.9173%	признаков Z0 = 0.5571 Z1 = 0.5567 Z2 = 0.5571 Z3 = 0.5561 Z4 = 0.5549 Z5 = 0.2618 Z6 = 0.5456 Z7 = 0.5086

Примечание: *Vx0 – объем первого квазиаттрактора; Vy0 – объем второго квазиаттрактора; dif – разница между первым и вторым объемом квазиаттракторов; R0 – относительная погрешность; Z0 – расстояние между центрами двух квазиаттракторов

При ранжировании ПП значимым признаком для обеих гендерных групп является распознавание четных чисел. При этом, разница между геометрическими центрами *квазиаттракторов* для параметра Z6 (показатели теста по переработке информации, т.е. идентификация конкретного символа из 9-ти возможных, задаваемых таблицей на экране монитора) имеет наиболее выраженный показатель. Таким образом, во всех возрастных группах данный тест имеет наибольшее значение, т.к. отражает субъективное чувство времени, которое сопряжено с информацией о внутреннем и окружающем пространствах, соответственно увеличение или уменьшение объема информации, поступающей в нервную систему, влияет на длительность сенсомоторной реакции.

Результаты, представленные для учащихся ханты в табл. 2, носят иной характер. В частности, видно, что у мальчиков и у девочек объемы *квазиаттракторов* больше (без исключения признаков), чем у учащихся МОУ СОШ №4. При ранжировании признаков объем общего *квазиаттрактора* меняется при исключении 5-го параметра (5-й тест) и этот же параметр является наиболее значимым в оценке расстояния между 1-м и 2-м *квазиаттрактором*.

Таким образом, сенсомоторная реакция отражает наиболее объективное состояние психофизиологических функций (как один из показателей напряженности работы ЦНС, так и высших психических функций в целом) учащегося, проживающего на Севере. Полученные результаты свидетельствуют об уровне мотивации у учащихся пришлого (мальчики и девочки) населения. В частности, известно, что в качестве одного из важнейших условий нахождения решения задачи, выступает формирование у решающего (обучающегося) желания, стремления решить задачу, что и выражается в наличии у него определенного уровня мотивации. Соответственно, представленные результаты отражают не только скорость нервных процессов у испытуемых (переработки информации), но и определенную адекватность решения ими когнитивных (сравнительно простых для

выполнения) задач.

3. *Метод матриц межаттракторных расстояний для идентификации возрастных различий в состоянии психофизиологических параметров учащихся, проживающих в разных климатогеографических условиях.* Исследование закономерностей психической и психофизиологической адаптации человека к условиям Севера является актуальной проблемой не только психофизиологической, но и социально-экономических наук. Научно-технический прогресс позволяет человеку все активнее вторгаться на Север, все интенсивнее использовать его природные ресурсы. Масштабы этого процесса приводят к перемещению на Север значительных групп населения. Приезжим предстоит осваивать этот регион и при этом неизбежно осваиваться в нем. Актуальность нашего исследования определяется необходимостью изучения психофизиологических механизмов адаптации и особенностей психофизиологического состояния растущего организма в экстремальных условиях Севера России. В условиях воздействия экстремальных экологических факторов уровень активации психической деятельности и энергетическое обеспечение жизнедеятельности недостаточны. Одна из задач настоящих исследований является сравнительный анализ особенностей психофизиологического статуса учащихся, с помощью метода матриц межаттракторных расстояний, проживающих в разных климатогеографических условиях (г. Сургут и Самарская область).

Исследование проводилось с детьми и подростками от 12 до 17 лет в двух разных климатогеографических районах России.

Из полученных результатов диагностики с помощью комплекса стандартных методик были выбраны наиболее значимые показатели психофизиологического статуса. Нами обозначены следующие общие координаты (всего $m=13$): $Z0$ – коэффициент концентрации внимания (K), $Z1$ – коэффициент аккуратности внимания (A), $Z2$ – коэффициент продуктивности внимания (E), $Z3$ – распределение внимания (R), $Z4$ – ИМТ (I), $Z5$ – ЧСС (SS), $Z6$ – процент увеличения пульса после нагрузки при выпол-

нении пробы Мартине (Mar), $Z7$ – показатель задержки дыхания при выполнении пробы Штанге (Sh), $Z8$ – показатель выполнения Теппинг-теста, среднее число точек в 1 сек. (T), $Z9$ – показатель самочувствия по тесту САН (Sam), $Z10$ – показатель настроения по тесту САН (Nas), $Z11$ – показатель активности по тесту САН (Akt), $Z12$ – показатель стресса (St).

В частности, для данных групп испытуемых также был произведен расчет матриц межаттракторных расстояний между стохастическими центрами (Zs) и расстояний между хаотическими центрами (Zc) с помощью метода матриц межаттракторных расстояний и применения программы “*Clusters*”. Анализ межаттракторных расстояний между центрами хаотических квазиаттракторов движения вектора состояния организма человека для психофизиологических параметров учащихся г. Сургута и Самарской области осуществлялся в m -мерном фазовом пространстве в m -мерного параллелепипеда при $m=13$.

В табл. 3 приведены матрицы, в которых представлены все возможные расстояния между хаотическими и стохастическими центрами квазиаттракторов, описывающих состояние групп обследуемых. Анализ диагональных элементов матриц межаттракторных расстояний между хаотическими центрами психофизиологических параметров учащихся показал, что наибольшее расстояние, равное 16,83 у.е., получено между возрастными группами 14-15 лет учащихся г. Сургута и Самарской области. Это средняя, но дальше всех отстоящая от центра КА группа, о чем свидетельствует сумма расстояний и диагональных элементов. Наименьшее расстояние, равное 4,47 у.е. отмечается между группами учащихся 16-17 лет. В целом мы видим определенную зависимость изменения сумм расстояний и диагональных элементов матрицы в зависимости от возрастной категории обследуемых. Однако сургутяне в возрасте 16-17 лет более всего подходят к учащимся Самарской области в 14-15 лет (3-18) и затем к группе 12-13 лет (3,93), что явно показывает определенную задержку в развитии психофизиологических функций.

Вообще группа 14-15 лет отстает от всех групп жителей Самары на очень большое расстояние (среднее $Z=17,6$).

Таблица 3

Матрица межаттракторных расстояний Z_{ij} (у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов психофизиологических параметров вектора состояния организма учащихся г. Сургута и Самарской области в m -мерном фазовом пространстве m -мерного параллелепипеда ($m=13$)

Сургут \ Самарская обл.	12-13 лет	14-15 лет	16-17 лет
12-13 лет	5,98	15,74	3,93
14-15 лет	5,17	16,83	3,18
16-17 лет	9,22	20,24	4,47
Σ	20,37	52,81	11,58
\bar{x}	6,79	17,60	3,86

Рассматривались также межаттракторные расстояния в группах отдельно по каждому региону. Было установлено, что в исследуемой группе учащихся г. Сургута наибольшее расстояние, равное 16,83 у.е. – между возрастными группами 14-15 лет. Наименьшее расстояние, равное 3,18 у.е., отмечается между группами учащихся 14-15 лет и 16-17 лет. В отличие от результатов учащихся г. Сургута, межаттракторные расстояния в исследуемой группе Самарской области значительно ниже: максимальное расстояние составляет 5,59 у.е. (между учащимися возрастных групп 12-13 и 16-17 лет), а минимальное расстояние получено между учащимися 12-13 и 14-15 лет, равное 3,05 у.е. (внутри группы).

Таким образом, увеличение расстояния между квазиаттракторами в исследуемой группе учащихся г. Сургута может свидетельствовать о наибольшем разбросе параметров динамики поведения ВСОЧ. В целом характерно, что учащиеся г. Сургута отличаются от учащихся Самарской области увеличением расстояний между центрами хаотических и стохастических квазиаттракторов ФПС.

Отметим, что коэффициент корреляции элементов матриц приближается к единице ($r=0,97$), что указывает на существование

сходство в оценке двумя методами (неравномерного и равномерного распределения).

Анализ межаттракторных расстояний между центрами хаотических квазиаттракторов движения вектора состояния организма человека осуществлялся также для параметров внимания учащихся при $m=4$. В табл. 4 представлена матрица межаттракторных расстояний между центрами хаотических квазиаттракторов функций внимания. Общая динамика Z в табл. 4 сходна с результатами табл. 3.

Таблица 4

Матрица межаттракторных расстояний Z_{ij} (у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов внимания учащихся г. Сургута и Самарской области ($m=4$)

Сургут \ Самарская обл.	12-13 лет	14-15 лет	16-17 лет
12-13 лет	4,49	15,36	1,01
14-15 лет	5,49	16,75	1,49
16-17 лет	8,86	20,12	3,99
Σ	18,84	52,23	6,49
\bar{x}	6,28	17,41	2,16

Следует отметить, что при оценке межаттракторных расстояний между хаотическими и стохастическими центрами квазиаттракторов параметров психофизиологического статуса наибольшее расстояние выявлено между группами учащихся 14-15 лет, аналогичные результаты оказались и при анализе параметров внимания. При анализе параметров нейровегетативного статуса определены различия возрастных групп 12-13 и 16-17 лет, а данные нейровегетативного статуса этой возрастной группе наоборот – показали минимальные различия. Соответственно из всех психофизиологических показателей группы респондентов г. Сургута направляющим параметром, который становится причиной хаотического смещения ВСОЧ в ФПС, является параметр внимания.

Выводы:

1. На основании анализа движения вектора состояния организма человека и динамики изменения расстояния между

хаотическими и стохастическими центрами *квазиаттракторов* психофизиологических параметров, можно сделать заключение о наличии признаков напряжения функционирования организма учащихся, проживающих в северном городе, по сравнению с учащимися, проживающими в более благополучном климато-географическом и экологическом регионе.

2. Сравнительный анализ динамики поведения ВСОЧ в m -мерном ФПС позволил установить, что у учащихся г. Сургута значение общих объемов *квазиаттракторов* психофизиологических параметров ($Vx = 1,4 \cdot 10^{21}$ у.е) в 20 раз превышает объем *квазиаттракторов* детей Самарской области ($Vx = 0,57 \cdot 10^{21}$ у.е). Объемы *квазиаттракторов* параметров внимания ($m=4$) и нейро-вегетативного статуса ($m=4$) детей, проживающих в средней полосе России, имеют тенденцию на убывание с возрастом, в то время как объемы *квазиаттракторов* учащихся г. Сургута имеют выраженную колебательную возрастную динамику (максимум в возрастном диапазоне 14-15 лет).

3. Оценка межаттракторных расстояний между хаотическими и стохастическими центрами *квазиаттракторов* параметров психофизиологического статуса демонстрирует наибольшее расстояние между группами учащихся в возрасте 14-15 лет.

Литература

1. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем.– М.: Медицина, 1998.– 160 с.

2. Безруких М.М., Крещенко О.Ю. Психофизиологические критерии трудностей обучения письму и чтению у школьников младших классов. // Физиология человека.– 2004.– Т.30, №5.– С. 24.

3. Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Химикина О.И., Соколова А.А. Новые методы для геронтологии в прогнозах долгожительства коренного населения Югры // Успехи геронтологии.– 2014.– Т. 27, № 1.– С. 30–36.

4. Еськов В.М., Брагинский М.Я., Майстренко Е.В., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Исследование параметров сенсо-

моторных реакций и когнитивных функций человека в многомерном фазовом пространстве состояний. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2010615024, РОСПАТЕНТ.– Москва, 2010.

5. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Зимин М.И., Филатов М.А. Измерение хаотической динамики двух видов теппинга как произвольных движений // Метрология.– 2014.– № 6.– С. 28–35.

6. 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 № 2432895(13) С1 /14 от 10.11.2011.

7. Еськов В.М., Рузанкина Н.А., Безяева И.В. Системный анализ с использованием ЭВМ состояния памяти человека в условиях северного региона РФ // Вестник новых медицинских технологий.– 2002.– Т. 9, № 3.– С. 31–33.

8. Зинченко П.И. Непроизвольное запоминание.– М.-Воронеж: НПО “МО-ДЭК”, 1996.– 544 с.

9. Клацки Р. Память человека: структура и процессы.– М.: Мир, 1978. – 379 с.

10. Разумникова О.М., Николаева Е.И. Соотношение оценок внимания и успешности обучения. // Вопросы психологии.– 2001.– №1.– С. 123–129.

11. Филатов М.А., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю., Стрельцова Т.В. Методы теории хаоса-самоорганизации в психофизиологии. // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2014.– №1.– С. 17–33.

12. Филатов М.А., Филатова Д.Ю., Сидоркина Д.А., Нехайчик С.В. Идентификация параметров порядка в психофизиологии. // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2014.– №2.– С. 5–16.

13. 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.

14. 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.– V. 55, № 9.– P. 1096–1100.

15. 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.–V.5, №10.– P. 602–607.

16. Eskov V.M. Modeling of the hierarchical respiratory neuron networks. // Neurocomputing.– 1996.– V.11.– P. 203–226.

17. 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.

18. Haken H. Principles of brain functioning: a synergetic approach to brain activity, behavior and cognition (Springer series in synergetics).– Springer, 1995.– 349 p.

References

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

2. Bezrukikh MM, Kreshchenko OYu. Psikhofiziologicheskie kriterii trudno-stey obucheniya pis'mu i chteniyu u shkol'-nikov mladshikh klassov. Fiziologiya chelo-veka. 2004;30(5):24. Russian.

3. Gavrilenko TV, Es'kov VM, Khadartsev AA, Khimikova OI, Sokolova AA. Novye metody dlya gerontologii v prognozakh dolgozhitel'stva korennoho naseleniya Yugry. Uspekhi gerontologii. 2014;27(1):30-6. Russian.

4. Es'kov VM, Braginskiy MYa, Maystrenko EV, Filatov MA, Filatova DYu. Issledovanie parametrov sensomotornykh reaktsiy i kognitivnykh funktsiy cheloveka v mnogomernom fazovom prostranstve so-stoyaniy. Svidetel'stvo ob ofitsial'noy registratsii programmy dlya EVM №2010615024, ROSPARENT. Moskva; 2010. Russian.

5. Es'kov VM, Gavrilenko TV, Volkhmina YuV, Zimin MI, Filatov MA. Izmerenie khaoticheskoy dinamiki dvukh vidov

teppinga kak proizvod'nykh dvizheniy. Metrologiya. 2014;6:28-35. Russian.

6. Es'kov VM, Es'kov VV, Kozlo-va VV, Filatov MA, inventors; Sposob korrek-tirovki lechebnogo ili fizkul'turno-sportivnogo vozdeystviya na organizm cheloveka v fazovom prostranstve sostoyaniy s pomoshch'yu matrits rasstoyaniy. Russian Federation patent RU 2432895(13) S1. 2011. Russian.

7. Es'kov VM, Ruzankina NA, Bezyaeva IV. Sistemnyy analiz s ispol'zo-vaniem EVM sostoyaniya pamyati cheloveka v uslo-viyakh severnogo regiona RF. Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy. 2002;9(3): 31-3. Russian.

8. Zinchenko PI. Neproduktivnoye zapominanie. M.-Voronezh: NPO "MODEK"; 1996. Russian.

9. Klatski R. Pamyat' cheloveka: struktura i protsessy. Moscow: Mir; 1978. Russian.

10. Razumnikova OM, Nikolaeva EI. Sootnoshenie otsenok vnimaniya i uspeshnosti obucheniya. Voprosy psikhologii. 2001;1:123-9. Russian.

11. Filatov MA, Filatova DYu, Po-skina TYu, Strel'tsova TV. Metody teorii khaos-samoorganizatsii v psikhofiziologii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2014;1:17-33. Russian.

12. Filatov MA, Filatova DYu, Sidorikina DA, Nekhaychik SV. Identifika-tsiya parametrov poryadka v psikhofiziologii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2014;2:5-16. Russian.

13. Filatova OE, Provorova OV, Volkhova MA. Otsenka vegetativnogo statusa rabotnikov neftegazodobyvayushchey promyshlennosti s pozitsii teorii khaosa i samoorganizatsii. Ekologiya cheloveka. 2014;6:16-9. Russian.

14. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlo-va VV, Filatov MA. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-100.

15. 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.

16. Eskov VM. Modeling of the hierarchical respiratory neuron networks. *Neurocomputing*. 1996;11:203-26.

17. 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.

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