

МЕТОД МАТРИЦ МЕЖАТТРАКТОРНЫХ РАССТОЯНИЙ В ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Филатов М.А., Филатова Д.Ю., Химикина О.И., Романова Ю.В.

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры»

В условиях Югры пришлое население (мигранты первого и второго поколения) столкнулось с особым природным (экстремальным) и социально-экономическими условиями, которые оказывают значительное влияние на их жизнеспособность и психическое состояние. Использование инструментальных и неинвазивных методов с помощью ЭВМ позволяет объективно оценивать состояние комплекса психофизиологических функций и эффективно выделять наиболее значимые параметры в условиях широтных перемещений детей при переездах с севера на юг России и обратно.

Ключевые слова: психофизиологические функции, широтные перемещения, квазиаттрактор, вектор состояния организма человека.

Введение

Использование инструментальных и неинвазивных методов на базе ЭВМ позволяет объективно оценивать состояние большого комплекса психофизиологических функций (ПФФ) и эффективно выделять наиболее значимые параметры в условиях мониторинга больших выборок. К сожалению, сейчас пока ведутся только отдельные, разрозненные исследования и только по отдельным параметрам вектора состояния организма человека (ВСОЧ) учащихся округа. А общего системного подхода в массовом аспекте мы не имеем. Это требует постоянного и длительного мониторинга параметров ВСОЧ, психофизиологических и других данных для разных групп населения. Тем более что анализ всех этих изменений (сезонных, при широтном перемещении) должен проводиться в рамках теории хаоса и самоорганизации (ТХС) сразу по нескольким классам ВСОЧ. Отметим, что подобные исследования еще никто не проводил не только в Югре, но и на всей территории России. Это означает, что работа в этом направлении представляет не только научный интерес для Югры, но и для всей России в целом. Однако наибольшие ожидания в научном плане от подобных исследований мы можем получить именно при мониторинге детского населения и лиц старшей возрастной группы, т.к. это наиболее опасные возрастные группы в смысле чувствительности к экологическим факторам Югры.

Методы исследований

В рамках теории хаоса и синергетики и с использованием компьютерных технологий

нами был выполнен анализ динамики поведения вектора состояния организма человека (ВСОЧ) для психофизиологических параметров учащихся Югры в условиях широтных перемещений m -мерном пространстве состояний.

Исследование параметров проводилось с помощью авторской программы «Clusters» [2]. Метод расчета матриц межаттракторных расстояний, заключается в том, что анализ параметров функций (сенсомоторных, психофизиологических) проводили в отношении нескольких групп испытуемых, находящихся в приблизительно одинаковых условиях по состоянию функций организма и регистрируют параметры функций организма каждого человека или группы. Эти параметры образовывали наборы (компарменты) диагностических признаков в пределах одной фазовой координаты x_i – из набора всех координат m -мерного фазового пространства с одинаковыми диагностическими характеристиками, а каждый человек со своим набором признаков (компоненты вектора состояния организма данного человека (ВСОЧ) задавался точкой в этом фазовом пространстве состояний (ФПС) так, что группа испытуемых образовывала некоторое “облако” (квазиаттрактор) в фазовом пространстве состояний. При этом разные группы из-за разных воздействий на них образовывали разные “облака” – квазиаттракторы в ФПС и расстояния z_{kf} - (k и f – номера групп обследуемых) между хаотическими или стохастическими центрами этих разных квазиаттракторов формировали матрицу Z . Эта матрица задает все возможные расстояния между хаотическими

или стохастическими центрами квазиаттракторов, описывающих состояние разных групп обследуемых.

Состояние психофизиологических функций регистрировали с помощью запатентованной программы для ЭВМ [3]. Испытуемым предъявляли набор заданий из 4 тестов (блок) для количественной и качественной оценки психофизиологических параметров. Этот блок включал в себя ряд заданий, реализованных на базе ЭВМ. Тесты включают задания с возрастающей сложностью и требуют активации комплекса психофизиологических функций (внимания, памяти, мышления). Например, тест (4) заключается в том, что через произвольные промежутки времени загорались (появлялись) на мониторе (попеременно) квадрат красного или зеленого цвета (каждый цвет имел свой номер). Кроме того, происходило это в произвольных областях экрана. Тест (5) заключался в распознавании четных и нечетных чисел. Тест (6) представлял собой более сложное задание, в нем испытуемый должен был нажимать цифру на клавиатуре компьютера от 1 до 9 в соответствии с символом, появляющимся на экране. При этом на мониторе по очереди появлялся один из 9-ти разных символов (знаков) в произвольном порядке, каждому из которых соответствовала какая-то цифра, которую и должен был нажать испытуемый. Тест (7) представлял собой наиболее энергоемкое (в психофизиологическом плане) задание, т.к. был направлен на сосредоточенность внимания и занимал относительно большой промежуток времени (несмотря на достаточно простое задание). В таблице (10×10 символов) из чередующихся в произвольном порядке 4-х видов треугольников испытуемый должен был выделить (при перемещении курсора вперед или назад на экране монитора) все треугольники одного, заданного вида. Выполнение оценивалось по числу символов, идентифицируемых в одну секунду, а также определялась с помощью ЭВМ точность выполнения (процент неправильных (ошибочных) ответов) задания.

Результаты исследований и их обсуждение

Известно [5], что первые дни перелета в другой часовой пояс организм продолжает

работать в ритме, который ему свойственен до перемещения. В этот период отмечают переутомление, головокружение, нарушение сна. В наших исследованиях сдвиг поясного времени составлял 3 часа, в этом случае процесс адаптации как показано рядом исследований продолжается около 4-6 дней. Изменение ритма прежде всего отражается на психофизиологических процессах (продуктивность внимания, скорость переработки информации и т.д.) при широтном перемещении человека.

Возраст испытуемых относится к младшему школьному возрасту (7–10) и началу пубертатного периода (11–14 лет). Этот возраст характеризуется тем, что основные характеристики нервных процессов, такие как сила, подвижность, уравновешенность находятся приблизительно на таком же уровне, как и у взрослого человека, а также в этом возрасте возрастает скорость образования условных рефлексов на простые сенсомоторные стимулы (зрительные, слуховые).

Таблица 1

	Параметры психофизиологических функций			
	P4	P5	P6	P7
1д	0,6±0,04	1,5±0,1	2,4±0,09	1,69±0,06
1м	0,53±0,02	1,54±0,14	2,73±0,1	1,92±0,08
2д	0,59±0,03	1,33±0,1	2,34±0,08	1,89±0,06
2м	0,54±0,07	1,3±0,1	2,57±0,1	1,97±0,05
3д	0,6±0,07	2,27±0,07	2,27±0,07	1,9±0,07
3м	0,56±0,01	1,37±0,11	2,36±0,07	2,15±0,06
4д	0,56±0,01	1,2±0,17	2,4±0,07	2,06±0,07
4м	0,55±0,01	1,02±0,11	2,1±0,1	2,01±0,08

Здесь: P4 – латентный период (ЛП) реакции на появление зеленого/красного квадрата в произвольном месте экрана, (с); P5 – ЛП распознавания чётных и нечётных чисел, (с); P6 – ЛП распознавания символа, (с); P7 – сосредоточенность внимания, (с). Кластер мальчиков – м, содержит 4 параметра для 4-х измерений и кластер девочек – д, тоже для 4-х измерений. Значения в таблице: среднее арифметическое значение $\bar{X} \pm dx$ (погрешность измерения).

Мы специально привели примеры результатов статистической обработки 1 (до отъезда) и 4 (после приезда) измерения психофизиологических функций детей, т.к. видно, что результаты выполнения тестов на состояние психофизиологических функций в этих двух промежутках времени практически не различаются, что подчеркивает недостаток стохастического подхода. Например, средние

показатели результатов выполнения тестов в 1-м измерении у мальчиков $1,67 \pm 0,45$, у девочек $1,54 \pm 0,37$, в четвертом измерении у мальчиков – $1,4 \pm 0,38$, у девочек $1,49 \pm 0,38$. В рамках такого подхода получается, что резкая смена параметров окружающей среды (влажность, температура, освещенность) не выявила напряжения механизмов адаптации психофизиологических функций.

Выполненные исследования при широтных перемещениях, позволили получить объективные данные по состоянию психофизиологических функций у учащихся различных возрастно-половых групп с помощью программ для новых биоинформационных методов [5]. В 4-х мерном фазовом пространстве состояний исследовались параметры квазиаттракторов поведения ВСОЧ с помощью авторской программы «Clusters».

Определялись интервалы изменения Δx_i по 7-ми координатам, показатели асимметрии R_x между центрами хаотического и стохастического квазиаттракторов ВСОЧ, а также рассчитывался общий объем параллелепипеда V (General value), ограничивающего квазиаттрактор ВСОЧ. В таблице 1 представлен весь набор межкластерных расстояний для двух кластеров испытуемых: кластер мальчиков – м, содержит 4 квазиаттрактора по результатам 4-х кратных обследований (перед выездом из Сургута, сразу после прибытия в санаторий “Юный нефтяник” Туапсинского района Краснодарского края, перед выездом из него, и в течение неделю после прибытия в Сургут) и кластер девочек – д, по результатам обследования по той же схеме.

Применение системного синтеза для расчета объемов квазиаттракторов психофизиологических показал, что динамика движения этих параметров имеет выраженную зависимость между напряженностью психофизиологических функций и широтного перемещения. Как видно из рис.1 уменьшение размеров квазиаттракторов ВСОЧ (в общем случае с 89,3 до 11,9) после приезда (отдыха в санатории) свидетельствует о снижении степени разброса в фазовом пространстве

состояний координат ВСОЧ для разных детей.

Отметим, что расширение границ квазиаттракторов сигнализирует о том, что некоторые дети входят в область патологии, которая вполне еще и не проявляется.

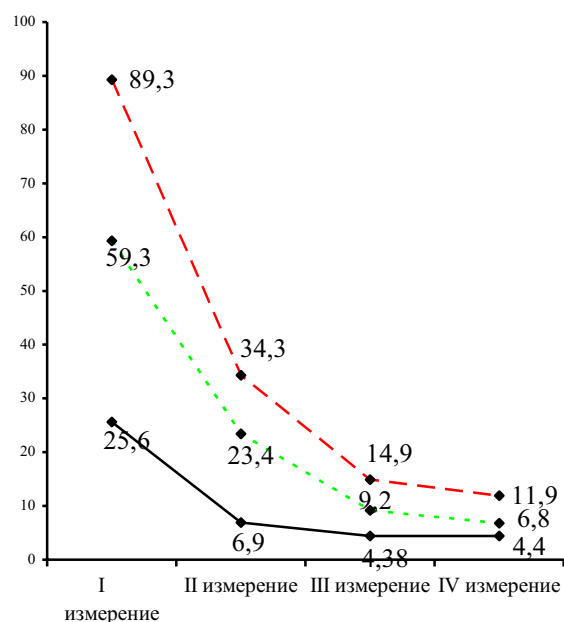


Рис. 1. Динамика изменения объемов квазиаттракторов параметров психофизиологических функций учащихся (мальчики, девочки, общий показатель) в условиях широтного перемещения. Здесь: — мальчики; --- девочки, - - - общий.

Таблица 2

Матрица межаттракторных расстояний Z_{ij} между центрами хаотических квазиаттракторов вектора состояния организма мальчиков (м) и девочек (д) по всем обследованиям измерениям в 4- мерном фазовом пространстве (1-й этап – перед отъездом; 2-й – сразу после прибытия в санаторий; 3-й – перед отъездом из санатория и 4-й после приезда в Сургут)

Z_0	1м	2м	3м	4м
1м	0,0000	0,29	0,49	0,81
2м	0,29	0,0000	0,29	0,53
3м	0,49	0,29	0,0000	0,44
4м	0,81	0,53	0,44	0,0000
Σ	1,59	1,11	1,22	1,78
\bar{x}	0,53	0,37	0,41	0,59

Состояние параметров психофизиологических функций уже сигнализируют о неудовлетворительной адаптации, отклонении от нормы. Очевидно, что после приезда из санатория квазиаттрактор ВСОЧ сужается за счет нормализации всех функций организма для всех групп обследованных детей.

Примеры двух вариантов матриц (в гипотезе равномерного распределения – табл. 2 и в гипотезе неравномерного распределения – табл. 3 и для девочек таблицы 4-5) представлены ниже для сравнения. Корреляция между этими двумя матрицами высока (более 0,95 для мальчиков), а расчет по столбцам в абсолютных величинах дает для первой матрицы наибольшее расстояние у мальчиков после приезда из Сургута (абсолютная величина – 1.78 у.е., среднее – 0,59 у.е.), а для девочек в гипотезе хаотического распределения параметров (таблица 4) перед отъездом из санатория – наибольшее расстояние (1.31 у.е. и 0,44 у.е.).

Таблица 3

Матрица межаттракторных расстояний Z_{kf} между центрами статистических квазиаттракторов вектора состояния психофизиологические функций мальчиков (м) и девочек (д) по всем обследованиям измерениям в 4- мерном фазовом пространстве.

Z_o	1м	2м	3м	4м
1м	0,0000	0,52	0,72	1,71
2м	0,52	0,0000	0,44	1,41
3м	0,72	0,44	0,0000	1,02
4м	1,71	1,41	1,02	0,000
Σ	2,95	2,37	2,18	4,14
\bar{x}	0,98	0,79	0,72	1,38

Приблизительно такая же зависимость, но с другими величинами получилась для гипотезы неравномерного распределения наибольшее расстояние у мальчиков после приезда – 4.14 ($\bar{x}=1,38$).

Однако сходная динамика изменения поведения ВСО психофизиологических параметров у девочек в гипотезе неравномерного распределения мы видим после приезда абсолютная величина – 4,66 у.е.

($\bar{x}=1,55$), но гипотезе равномерного распределения наибольшее расстояние у девочек перед отъездом (измерение в г. Сургуте).

Таблица 4

Матрица межаттракторных расстояний Z_{ij} между центрами хаотических квазиаттракторов вектора состояния психофизиологические функций девочек (д) и девочек (д) по всем обследованиям измерениям в 4- мерном фазовом пространстве (1-й этап – перед отъездом; 2-й – сразу после прибытия в санаторий; 3-й – перед отъездом из санатория и 4-й после приезда в Сургут)

Z_o	1д	2д	3д	4д
1д	0,0000	0,28	0,47	0,56
2д	0,28	0,0000	0,19	0,28
3д	0,47	0,19	0,0000	0,16
4д	0,56	0,28	0,16	0,0000
Σ	1,31	0,75	0,82	1,00
\bar{x}	0,44	0,25	0,27	0,33

Таблица 5

Матрица межаттракторных расстояний Z_{kf} между центрами статистических квазиаттракторов вектора состояния психофизиологические функций девочек (д) и девочек (д) по всем обследованиям измерениям в 4- мерном фазовом пространстве (1-й этап – перед отъездом; 2-й – сразу после прибытия в санаторий; 3-й – перед отъездом из санатория и 4-й после приезда в Сургут)

Z_o	1д	2д	3д	4д
1д	0,0000	0,78	1,17	1,18
2д	0,78	0,0000	0,64	1,59
3д	1,17	0,64	0,0000	1,89
4д	1,18	1,59	1,89	0,00
Σ	3,13	3,01	3,7	4,66
\bar{x}	1,04	1,00	1,23	1,55

Отметим, что в стохастике расстояния между стохастическими центрами квазиаттракторов получились больше по величине, чем в хаосе (для равномерного распределения). Однако как в стохастике, так и в хаосе межаттракторное расстояние является эффективной мерой (интегрированной оценкой) процессов,

происходящих с организмом детей при широтных перемещениях

Таким образом, климатические факторы являются естественными биологическими раздражителями, которые влияют практически на все ПФФ человека, вовлекая в реакцию от периферических нервных процессов до психоэмоциональной сферы.

С помощью применения новых биоинформационных методов для идентификации вектора состояния ПФФ человека в условиях широтных перемещений мы установили, что кратковременных отдых (при пересечении 3 часовых поясов) вызывает ответную реакцию ПФФ человека. В частности, (на рис.1) мы видим динамику уменьшения объемов квазиаттракторов ПФФ к 4-му измерению (89,3→11,9 у.е.). Отметим, что нами одновременно с тестированием состояния ПФФ учащихся проводилась регистрация вегетативного статуса [4]. Было установлено, что к 4-му измерению (после санатория) нейровегетативный статус учащихся сместился в область симпатoadреналовой нейрогуморальной регуляции, что отразилось в динамике снижения степени разброса в фазовом пространстве состояний координат ВСО учащихся в разных экологических условиях.

Однако остается еще много вопросов связанных с оптимальной длительностью процесса восстановления функций человека постоянно проживающего в условиях приравненных к условиям крайнего севера. В настоящее время этот вопрос малоизучен и требует дальнейших исследований, а ведь мы работаем с биологической динамической системой, вектор которой может преломлять огромное количество внешних управляющих воздействий (например, специфика работы вегетативной регуляции человека, постоянно проживающего на севере, влияние параметров экосреды, возрастные особенности и т.д.).

Литература

1. Еськов В.М., Филатов М.А., Буров И.В., Филатова Д.Ю. Возрастная динамика изменений параметров квазиаттракторов психофизиологических функций учащихся школ с профильным и непрофильным обучением. // Системный анализ и

управление в биомедицинских системах. – 2010 – Т.9, №2 – С. 608 – 612.

2. Еськов В.М., Еськов В.В., Козлова В.В., Филатов М.А. Способ коррективы 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.
3. Еськов В.М., Брагинский М.Я., Майстренко Е.В., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Исследование параметров сенсомоторных реакций и когнитивных функций человека в многомерном фазовом пространстве состояний. / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2010615024, РОСПАТЕНТ. – Москва, 2010.
4. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть IX. Биоинформатика в изучении физиологических функций жителей Югры.// Под ред. – 2011. - В.М. Еськова, А.А. Хадарцева, Самара: Изд-во ООО «Офорт» (гриф РАН), 2011. – 173 с.
5. Филатов М.А. Метод фазовых пространств в моделировании психофизиологических функций учащихся Югры. / Самара: ООО «Офорт», 2010. – 130 с.