

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 12737/ 14969

СИНЕРГЕТИКА СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ

С.П. ИВАШЕВ

*Волгоградский государственный медицинский университет,
пл. Павших Борцов, 1, Волгоград, Россия, 400131*

Аннотация. Функциональная организация целенаправленного поведения может быть описана дифференциальным объединением механизмов саморегуляции. Результаты собственных исследований показали, что работа этих механизмов отражает такие индивидуально-типологические аспекты системных процессов, как информационная мера в континууме «хаос – упорядоченность», мера разнообразия параметров работы исполнительных органов - эффекторов, спектральный состав программирования регуляторных осцилляций, Избирательное согласование компонент саморегуляции образует системно-информационный комплекс, который обеспечивает эффективность и надежность результата.

Ключевые слова: теория функциональных систем, информационная избыточность регуляторных процессов, системно-информационный комплекс, целенаправленное поведение

SYNERGETICS SYSTEM OF PURPOSEFUL BEHAVIOR

S.P. IVASHEV

Volgograd State Medical University, pl. Fallen Fighters, 1, Volgograd, Russia, 400131

Abstract. Functional organization of purposeful behavior can be described by complex systemic mechanisms. Indicators of mechanisms are presented by information measure in the continuum of «chaos – order», a measure of variety parameters of activity and spectral composition of regulatory oscillations. Selective coordination of these components forms system-informational complex. Interaction of such mechanisms provides the effectiveness and reliability of the result.

Key words: theory of functional systems, informational redundancy of regulatory processes, system-information complex, purposeful behavior.

Нарастающий техногенный потенциал цивилизации предъявляет все более сложные требования к организму человека, которые касаются как физико-химической, физиологической природы индивидуума, так и его информационной, психологической составляющей мышления и поведения. Возрастание сложности обуславливается прежде всего средовыми условиями, динамикой умножения разнообразия объектов, с которыми вступает в производственный контакт современная личность. Употребляя термин «личность», подчеркивается значимость этой категории в отношении функциональной организации меха-

низма неврозогенеза, т.е. фокусируется внимание на такой практической области, как вопросы профилактики в сфере психического здоровья популяции. Ответная реакция науки и практики на вызовы окружающего мира представлена, с одной стороны, мультипликацией средств контроля условий жизнедеятельности человека, с другой, - поиском изоморфных, унифицированных, концептуальных модулей управления отношениями человек – природа в интересах оптимизации здоровья и качества жизни каждого индивидуума и всей популяции в целом. Немало преуспела в этом движении отечественная наука, которая

оказалась как имманентно способной проделать этот путь, так и чрезвычайно продуктивной в плане осмысления наследия западной и восточной школ.

Изоморфная организация мыслительных процессов формулируется в фундаментальных трудах И.М. Сеченова, в частности, постулируются такие общие стороны, элементы мысли, как: 1) раздельность объектов, 2) сопоставление их друг с другом и 3) направление этих сопоставлений. Последнее в свою очередь представлено тремя главными формами сопоставления: а) как члены групп или классификационные системы, б) как члены пространственных сочетаний и с) как члены преемственных рядов во времени. Продолжением строительства нашего понимания архитектуры процессов саморегуляции является условно рефлекторное наследие И.П. Павлова, открывшее доступ к такой категории как функция связи, отношения. Венцом развития идей саморегуляции различных уровней жизнедеятельности организма стала теория функциональных систем П.К. Анохина и его школы, позволившей определить тождественность функциональной архитектоники звеньев жизнедеятельности, включая поведение и мышление, а также такую реальность, как информационный эквивалент как объективной реальности, так и собственно звеньев саморегуляции.

Наконец, о третьей, синергетической парадигме [5]. На мета уровне *системы третьего типа (complexity)* определены особыми пятью принципами. В частности, эти системы по своей природе однородны, динамика поведения их отличается целостностью, непредсказуемостью (мерцанием, *glimmering*) эволюция и телеология движения векторов таких систем определяется множеством *квазиаттракторjd*, экстремумы которых обладают регуляторным потенциалом. Все это предопределило проблему поиска оптимального пула параметров порядка, позволяющего создавать картину целого, пространство описания которого включало бы в себя такие дефиниции, как структура, протяженность и длительность. Поле этой работы является актуальной ареной современной науки.

Современное осмысление функцио-

нальных систем жизнедеятельности породило идеи о глубокой взаимосвязи таких универсальных категорий, как материя, энергия, информация в системной организации психической деятельности. Тем самым еще более была подчеркнута значимость и необходимость информационного параметра в качестве индикатора оценки целенаправленного поведения.

В этой связи **целью данной работы** явилось выделение общих факторов, участвующих в реализации целенаправленного поведения, и факторов специфических, зависящих от характера поставленной задачи и информационных параметров среды.

Материалы и методы исследования. В ходе собственных исследований [11] моделировались условия операций преследующего и компенсаторного слежения за экзогенным дискретным стимулом и стимулом, формирующимся эндогенно на основе инструкции экспериментатора:

1 – активного экстренного ответа на сигнал,

2 – опережения сигнала с максимальным приближением к моменту его появления,

3 – опережения сигнала с дополнительным введением смысловой обратной связи о результате,

4 – опережения сигнала с опорой только на смысловую обратную связь,

5 – генерации собственного стереотипного ритма,

6 – генерации собственного стереотипного ритма с обратной связью в виде числовых значений интервалов времени.

Следует особо отметить, что поскольку результаты каждой из 6 тестовых серий в силу их однородности по признаковой базе физических параметров рассматривались как самостоятельная статистическая единица, общее число наблюдение составило 1104. В качестве методологического основания для интерпретации результатов взята теория функциональных систем, которая в её современном виде служит мостом между физиологической и психологической парадигмой, позиционируя каждый акт активности человека как «системоквант» [14,15], то есть отдельное действие, имевшее свою цель, алгоритм реализации и

обратной связи о качестве результата. На основе исходных данных – числовых рядов, определяемых значением временной разницы между действиями испытуемого и опорного стимула, рассчитывались показатели, отражающие работу узловых звеньев функциональной системы операций слежения и реализуемых произвольно с опорой на «внутренний ритм». В их числе: *уровень избыточности регуляторных механизмов* (УИР) – информационный параметр, варьирующий в континууме «хаос - упорядоченность», *устойчивость саморегуляции* (УС) – дисперсионный индикатор параметров действий испытуемых, *основная, низко-, средне- и высокочастотные компоненты Программного алгоритма квантования* (ПАК_о, ПАК_н, ПАК_с, ПАК_в) – спектральные характеристики регуляторных осцилляций, *эффективность деятельности* (ЭД) и Ш(НД) [11]. Статистическая обработка данных всех 6 тестовых серий в единой системе координат включала проведение факторного анализа по методу главных компонент с нормализованным варимакс-вращением, взвешенным использованием критериев Кайзера, Кеттела (программный пакет *STATISTICA 8,0 for MS Windows*).

Таблица 1

Результаты факторного анализа по данным батареи из 6 тестовых серий

Показатели	Factor1	Factor2	Factor3
УИР	0,61	0,61	0,14
УС	-0,43	-0,36	0,58
ПАК _о	-0,56	0,52	0,34
ПАК _н	-0,62	0,52	-0,11
ПАК _с	-0,69	0,29	-0,31
ПАК _в	-0,69	0,05	0,26
ЭД	0,45	0,50	0,66
НД	0,13	0,71	-0,36
<i>Expl.Var</i>	2,43	1,88	1,21
<i>Prp.Totl</i>	0,30	0,23	0,15

Результаты и их обсуждение. Компонентный анализ позволил выявить 3 фактора, определивших избирательное согласование элементов системно-информационного комплекса (табл. 1). В частности, первый, ведущий, фактор в наибольшей мере обу-

словил линейное согласование разнонаправлено сопряженных функциональных элементов: с одной стороны – УИР, с другой – ПАК, преимущественно ПАК_с и ПАК_в.

Тем самым представленный первый фактор определял континуум процессов саморегуляции, на одном полюсе которого высокий уровень согласования смежных актов в цепи их последовательной реализации и минимально активизированная функция программирования регуляторных осцилляций. Напротив, противоположная часть континуума с минимальной функцией согласования смежных действий испытуемых отдавала предпочтение волнообразной функции саморегуляции. По-видимому, в первом случае модель подобного рода может быть описана посредством теории графов, подчиняющегося законам функции перехода (дуги) результатов дискретных движений испытуемых (вершины) в цепи их последовательной реализации. Во втором – волновым процессом регуляторных осцилляций. Описанная ранее [11] обратная взаимосвязь информационной избыточности дискретных параметров результатов стереотипной деятельности (оцениваемые по показателю УИР) и регуляторных осцилляций, квантованной последовательности поведенческих актов (оцениваемые по показателю ПАК) позволяет говорить об известной аналогии с квантово-волновой парадигмой. В частности, чем более дискретный ряд стереотипных поведенческих актов приближается к «хаотичному блужданию», тем более он контролируется волновой функцией. И, напротив, чем волновой процесс менее детерминирует стереотипную деятельность, тем более возрастает роль каждого единичного действия испытуемого как дискретного носителя информационной избыточности механизмов регуляции.

В фокусе детерминации второго, соподчиненного, фактора оказались такие звенья системно-регуляторного процесса, как однонаправленно согласованные УИР, основная – ПАК_н, эффективность и, в особенности, надежность деятельности. Здесь континуум процессов саморегуляции, напротив, прямо определял согласованность смежных актов в соответствии с осцилля-

торными алгоритмами «системоквантов» [14,15]. Иными словами УИР, который в известном смысле можно рассматривать как «параметр порядка» Г. Хакена (2001) являлся источником построения программного алгоритма в соответствии с законами организации волнового процесса саморегуляции. При этом, чем более согласованными оказывались смежные действия испытуемых, тем более это обеспечивало базовый тренд осцилляций ПАК_о, ПАК_н волн саморегуляций, что в свою очередь обеспечивало рост эффективности и надежности деятельности и наоборот.

Следует особо отметить обнаруженный феномен наличия облических (принадлежащих разным факторам) зависимостей УИР и ПАК в рамках 1-й и 2-й главных компонент. Как это известно по разным источникам [13], облические структуры – многозначны и обладают гибкостью и пластичностью приспособления функциональных систем жизнедеятельности организма к изменяющимся условиям объективной ситуации.

Наконец, последний из значимых – 3-й фактор предопределил взаимодействие компонент системно-информационного комплекса устойчивости саморегуляции и эффективности деятельности. В соответствии с логикой представленного континуума чем больше была выражена функциональная подвижность процессов саморегуляции, обеспечивающая оптимальный диапазон результирующих параметров работы исполнительных органов, тем более эффективный результат позволяла обеспечивать. Как ранее было показано [11] дисперсионная функция выполняет роль обогащения акцептора результатов действия [1] отклоняющимися от оптимума параметрами целенаправленного поведения.

Следующим этапом решаемой проблемы стала постановка вопроса о том, сколь универсальны и специфичны обнаруженные закономерности в каждой из 6 тестовых серий, какова архитектура типологического континуума различных условий, в рамках которых моделировалось целенаправленное поведение. С этой целью предпринято исследование распределения

параметров деятельности испытуемых всех 6 тестовых серий объединенных общей системой координат пространства первых 3-х главных компонент.

Оценка производилась по следующим аналитическим диспозициям: а) уравнению линейной регрессии точечной диаграммы отдельно по каждому тесту, описываемой общей формулой: $y = ax + b$, б) значению достоверности аппроксимации уравнения: R^2 , в) дисперсионным характеристикам распределения: σ – сигма (среднеквадратическое отклонение), г) визуально-наглядной констатацией топологии наблюдаемого распределения разнородных объектов: здесь можно привести аналогию с рассыпанными на полу горошинами с выделением подпространств в континууме в той или иной мере преобладания одной из разновидностей.

Таблица 2

Уравнения линейной регрессии ($y = ax + b$) и достоверность аппроксимации (R^2) в пространстве главных компонент параметров целенаправленного поведения испытуемых в различных тестовых условиях

	1 и 2 главные компоненты		2 и 3 главные компоненты	
	Функция	R^2	Функция	R^2
Тест 1	$y = 1,14x + 0,28$	0,37	$y = -0,58x - 0,79$	0,48
Тест 2	$y = -0,34x - 0,50$	0,14	$y = -0,71x - 0,69$	0,45
Тест 3	$y = -0,24x - 0,73$	0,05	$y = -0,91x - 0,81$	0,64
Тест 4	$y = -0,54x - 1,33$	0,20	$y = -0,87x - 0,71$	0,77
Тест 5	$y = -0,36x + 1,01$	0,66	$y = 0,31x + 0,10$	0,06
Тест 6	$y = -0,18x + 1,04$	0,18	$y = 0,88x + 0,11$	0,12

Следует отметить значительную неоднородность, структурированность, «неслучайность» облака рассеяния в пространстве главных компонент. Это касается проекции на плоскость, определяемую как 1-2, так и 2-3 факторами. Участки «сгущения» и «разрядки» создают картину «тангенциальной» ориентации направлений дисперсии по отношению к осям исследуемого пространства. Визуальный анализ точечных диаграмм и уравнения регрессии (табл. 2)

позволили выделить 3 топологических подпространства, в пределах которых аккумулировались данные деятельности испытуемых в различных тестовых условиях, в частности: подпространство 1 представлено 1-м тестом, подпространство 2 – соответственно 2-4-м тестами и, наконец, подпространство 3 – тестами 5 и 6-м.

Как оказалось относительно «компактное» в дисперсионном отношении «облако» 1-го теста сменяется изменившимся «направлением» и все более расширяющимся «облаком», представленным частичным наложением 2, 3 и 4-го тестов и, наконец, наиболее независимая и наиболее протяженная в плане рассеяния «облачность», отражающая частичное наложение параметрического диапазона 5 и 6 тестов. Здесь следует еще раз указать на 2 очевидных обстоятельства: а) наличие стереометрической избирательности, в соответствии с которой строится топология распределения, б) наблюдаемый феномен избирательности обусловлен информационной природой параметров, отражающих различные аспекты упорядоченности. Следует отметить исследования показавшие, что динамика деятельности человека, может быть оценена по изменению параметров квазиаттракторов пространственных и временных характеристик движений эффекторов поведенческих актов. Это дает возможность использовать детерминистско-стохастических методы и методы теории хаоса и самоорганизации в описании функциональной организации сложных биосистем.

Зависимость дисперсии реализации целенаправленного поведения в различных условиях тестирования от 3-х факторов показал, что (табл. 3) «дискретно-волновой» феномен 1-й главной компоненты в наибольшей мере определял процессы экстраполяции времени (2-й тест) и воспроизведения эндогенного ритма (5-й тест).

Оптимизация эффективности и надежности средствами сонаправленного взаимодействия [14] дискретно-волнового «тандема» (2-й фактор) в наибольшей мере свойственна процессам интерполяции (1-й тест) и операциям «пеленга» скрытого сигнала (4-й тест). Управление уровнем эффек-

тивности средствами функциональной устойчивости-лабильности акцептора результатов действия (3-й фактор) находило себе место в условиях предъявления испытуемым направленной обратной связи о качестве выполняемых по инструкции действий (3-й и 6-й тесты).

Таблица 3

Дисперсионные характеристики (σ - сигма) параметров главных компонент системо-комплекса целенаправленного поведения испытуемых в различных тестовых условиях

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Factor1	10,31	58,09*	43,87	67,28	465,82*	250,81
Factor2	35,51*	46,17	56,03	96,49*	92,90	43,32
Factor3	24,58	52,42	72,56*	95,02	151,10	277,53*

Примечание: * – указаны наибольшие значения дисперсии в тройке факторов для каждого теста

Дифференцированное распределение деятельности испытуемых в каждой из 6-и тестовых серий в пространстве признаков 3-х главных компонент (рис. 1) также позволили визуализировать топологическую избирательность функциональной архитектоники процессов саморегуляции.

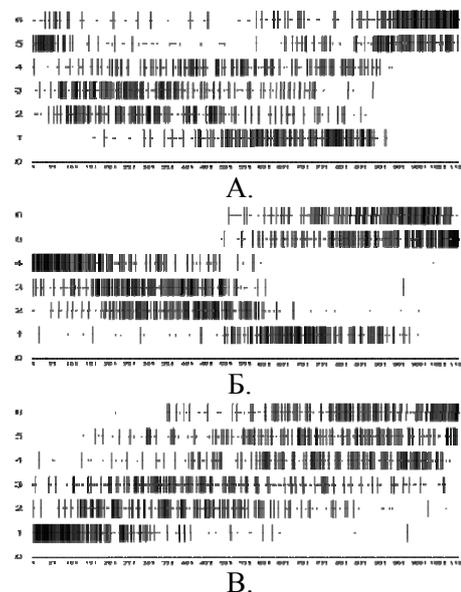


Рис. 1. Распределение испытуемых в соответствии с проекцией факторных нагрузок в каждой тестовой серии на 1-ю главную компоненту (А), 2-ю (Б) и 3-ю (В) компоненты. Условные обозначения: ось X – factor scores. ось Y – номер тестовой серии

В частности, дискретно-волновой внутрисистемный фактор первой главной компоненты обуславливал осцилляторные компоненты преимущественно в экстраполяциях тестах операций преследующего слежения (тесты 2 и 3), преимущественно дискретные компоненты в операциях произвольного темпа с информационным обогащением акцептора результатов действия (тест 6), сбалансированное сочетание дискретных и волновых качеств в условиях преследующего интерполяционного и экстраполяцияционного компенсаторного слежения (соответственно тесты 1 и 4), наконец, контрастное предпочтение одной из тенденций саморегуляции – стандартные условия психического темпа (тест 5).

Фактор оптимизации результата по параметрам эффективности и надежности обеспечиваемый тандемом сонаправленного взаимодействия дискретной и волновой составляющих (2-я главная компонента) нашел воплощение в континууме, от экстраполяцияционных задач слежения (тесты 2, 3, 4), далее интерполяционное слежение (тест 1) и до реализации функции психического темпа (тесты 5 и 6). Следует отметить известный в синергетике паттерн бифуркации «ласточкиного хвоста», в котором экстремное реагирование на периодический дискретный стимул сменяется разнонаправленно ориентированными континуумами, с одной стороны, задачами опережающего слежения, а, с другой – психического темпа.

Последняя, 3-я компонента, определившая рост эффективности деятельности за счет дисперсионной составляющей процессов саморегуляции – функциональной лабильностью акцептора результатов действия определила последовательность операций, порядок предъявления испытуемым которых естественным образом сложился в процессе работы над методической частью исследования (т.е. в соответствии с нумерацией: 1-я, 2-я, 3-я, 4-я, 5-я и 6-я тестовые серии).

Таким образом, приоритетом функциональной организации целенаправленного поведения является собственно внутрисистемная интеграция процессов саморегуляции, в то время как результирующие компоненты – надёжность деятельности и,

в особенности ее эффективность играют соподчиненную роль. Тем самым, согласно [3] речь идет о двоякого рода результатах работы функциональной системы: а) результате – «эффекте» в системе и б) результате – «внешнем объекте». Внутрисистемный эффект как результат работы функциональной системы, как собственно системообразующий фактор следует рассматривать с позиции формирования концептуальной основы компетентности функциональной системы в решении определенного класса сложности задач средствами постановки проблемы.

В числе практических задач решавшихся в рамках собственных исследований была оценка таксономического, классификационного потенциала предложенной методики на различных моделях [6-10]. В частности, роль гендерного фактора в системной организации целенаправленного поведения человека. Результаты показали, что системно-информационный комплекс механизмов, обеспечивающих целенаправленные поведенческие акты лиц мужского пола, характеризовался упрощением, более высокой интегрированностью структуры: при операциях экстраполирующего слежения с информационным обогащением акцептора результата действия и в условиях произвольной деятельности. У лиц женского пола, напротив, упрощалась структура системно-информационного комплекса регуляторных механизмов, складывающегося в условиях экстраполяции с обеднением АРД и произвольной деятельности обогащением параметрической информацией о результатах действия.

Роль формально-динамических свойств *высшей нервной деятельности* (ВНД) человека в обеспечении стереотипных поведенческих актов. В наибольшей степени связанными с параметрами ВНД оказались осцилляторные составляющие программного алгоритма квантования, устойчивость процессов саморегуляции и эффективность операций слежения. Параметр информационной избыточности процессов саморегуляции оказался относительно независимым от формально-динамических свойств ВНД. В стандартных условиях реализации квантованной последовательности

произвольных поведенческих актов параметры высшей нервной деятельности не играют существенной роли в организации целенаправленного поведения.

Онтогенетический фактор. Системно-информационные комплексы механизмов, участвующих в организации квантованной последовательности поведенческих актов лиц среднего школьного возраста в сравнении со студенческой молодежью характеризуются следующими особенностями: в целом большей относительной автономией процессов саморегуляции возрастание фактора «ошибок» ухудшает количественный критерий эффективности деятельности, снижается роль количественной меры согласованности системоквантов (УИР) как ведущего фактора саморегуляции.

Роль фактора психической патологии в организации целенаправленного поведения человека. В частности, при шизофрении отмечены более высокая степень интегрированности звеньев системно-информационного комплекса, в сравнении со здоровыми лицами, меньшая согласованность процессов саморегуляции в наиболее регламентированных условиях деятельности (интерполяции – 1 серия), общее уменьшение роли «внешнего эффекта» в условиях экстраполирующего слежения, в условиях произвольного квантования – общность регуляторного обеспечения деятельности со здоровыми лицами. При церебрально-органической патологии отмечены снижение уровня избыточности регуляторных процессов, надежности и эффективности операций слежения, в условиях произвольной деятельности – более жесткий характер программирования эффекторных реакций, большая степень дезинтеграции регуляторных механизмов, в сравнении со здоровыми лицами.

Заключение. Сформулированные по итогам проведенных исследований принципы системно-информационной методологии являются перспективными для обогащения концептуального аппарата теории функциональных систем базовыми индикаторами процесса саморегуляции целенаправленного поведения, в частности, уровня избыточности регуляторных процессов, его функцио-

нальных сателлитов – устойчивости саморегуляции и программирования регуляторных осцилляций обеспечивающих внешние параметры поведения – эффективность и надежность.

Дальнейшие исследовательские задачи в сфере научно-практических интересов могут быть определены, как синергетическая идентификация пошаговой функции избыточности регуляторных процессов и ее параметров, а также наряду с отчасти реализованной в ходе собственных исследований не только осциляторной, «циклической», но и «ветвящейся» аппроксимации динамики системоквантов целенаправленного поведения.

Ожидается получение индикаторов базовых аспектов саморегуляции целостного организма в интересах профилактических, реабилитационных, здоровьесберегающих, здоровьесформирующих технологий в сфере здравоохранения, образования, производства и т.д.

Литература

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса.– М.: Медицина, 1968.– 547 с.
2. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности.– М.: Медицина, 1966.– 349 с.
3. Гавриков К.В., Журавлев Б.В., Ивашев С.П. Системно-информационная организация целенаправленного поведения (метамодель): Монография.– Волгоград Изд-во ВолгГМУ, 2015.– 256 с.
4. Журавлев Б.В. Сравнительный нейрофизиологический анализ подкрепления и полезного приспособительного результата: логика и факты // Российский медико-биологический вестник имени акад. И.П. Павлова.– 2012.– № 2.– С. 61–69.
5. Еськов В.М., Еськов В.В., Степанова Д.И., Хадарцев А.А. Сравнительный анализ эффективности использования равномерного и неравномерного распределения в восстановительной медицине // Современные наукоемкие технологии.– 2010.– № 12.– С. 34–36
6. Ивашев С.П., Смирнов Б.И. Системно-информационный подход как фактор оптимизации здоровьесберегающих и здоровьесформирующих технологий в сфере образования // Профессиональное образование.– 2007.– №1.– С. 63–64.

7. Ивашев С.П. Системно-информационные закономерности саморегуляции целенаправленного поведения у больных шизофренией // *Естественные науки.* – 2010. – № 2. – С. 126–135.

8. Ивашев С.П. Системно-информационная организация целенаправленного поведения человека при органических психических расстройствах // *Естественные науки.* – 2010. – № 2. – С. 135–144.

9. Ивашев С.П. Системные взаимоотношения информационного и формально-динамического уровней саморегуляции студентов // *Естественные науки.* – 2010. – № 3. – С. 199–211.

10. Ивашев С.П. Гендерный аспект системной регуляции экстраполирующей деятельности // *Системный анализ и управление в биомедицинских системах.* – 2010. – Т. 9, № 3. – С. 627–630.

11. Ивашев С.П. Системное квантование мыслительной деятельности человека: Монография. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2005. – 229 с.

12. Леонтьев Д.А. Поиск смысла в новом тысячелетии // *Психологический журнал.* – 2001. – Т. 22, №1. – С. 129–130.

13. Поклонская В.Д. Психолого-педагогические условия развития интегральной индивидуальности родителей старших дошкольников // *Психология образования в XXI веке: теория и практика.* – 2011. – С. 205–207.

14. Судаков К.В. Теория функциональных систем, как основа модульного образования в высшей школе // *Высшее образование для XXI века: III Международная научная конференция, МосГУ, 18-20 октября 2006 г.: доклады и материалы.* Вып. 1 / под общ. ред. И. М. Ильинского. – М.: Изд-во Моск. гуманит. ун-та, 2006. – С. 25–31.

15. Судаков К.В. Информационные аспекты системной организации психической деятельности // *Вестник РАМН.* – 2012. – № 8. – С. 53–56.

16. Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – 351 с.

References

1. Anokhin PK. *Biologiya i neyrofiziologiya uslovnogo refleksa.* Moscow: Meditsina; 1968. Russian.

2. Бепнсhteyн НА. *Очерпки по физиологии дvзheniy i физиологии активности.* Moscow: Meditsina; 1966. Russian.

3. Gavrikov KV, Zhuravlev BV, Ivashev SP. *Sistemno-informatsionnaya organizatsiya tselenapravlennoy povedeniya (metamodel'): Monografiya.* Volgograd: Izd-vo VolgGMU; 2015. Russian.

4. Zhuravlev BV. *Sravnitel'nyy neyrofiziologicheskiy analiz podkrepleniya i poleznogo prispособitel'nogo rezul'tata: logika i fakty.* Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akad. I.P. Pavlova. 2012;2:61-9. Russian.

5. Es'kov VM, Es'kov VV, Stepanova DI, Khadartsev A.A. *Sravnitel'nyy analiz effektivnosti ispolsh'zovaniya ravnomernogo i neravnomernogo raspredeleniya v vosstanovitel'noy meditsine.* *Sovremennye naukoemkie tekhnologii.* 2010;12:34-6. Russian.

6. Ivashev SP, Smirnov BI. *Sistemno-informatsionnyy podkhod kak faktor optimizatsii zdorov'esberegayushchikh i zdorov'eformiruyushchikh tekhnologiy v sfere obrazovaniya.* *Profesional'noe obrazovanie.* 2007;1:63-4. Russian.

7. Ivashev SP. *Sistemno-informatsionnye zakonomernosti samoregulyatsii tselenapravlennoy povedeniya u bol'nykh shizofreniy.* *Estestvennye nauki.* 2010;2:126-35. Russian.

8. Ivashev SP. *Sistemno-informatsionnaya organizatsiya tselenapravlennoy povedeniya cheloveka pri organicheskikh psikhicheskikh rasstroystvakh.* *Estestvennye nauki.* 2010;2:135-44. Russian.

9. Ivashev SP. *Sistemnye vzaimootnosheniya informatsionnogo i formal'no-dinamicheskogo urovney samoregulyatsii studentov.* *Estestvennye nauki.* 2010;3:199-211. Russian.

10. Ivashev SP. *Gendernyy aspekt sistemnoy regulyatsii ekstrapoliruyushchey deyatel'nosti.* *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh.* 2010;9(3):627-30. Russian.

11. Ivashev SP. *Sistemnoe kvantovanie myslitel'noy deyatel'nosti cheloveka: Monografiya.* Volgograd: Izd-vo VolgGMU; 2005. Russian.

12. Leont'ev DA. *Poisk smysla v novom tysyacheletii.* *Psikhologicheskiy zhurnal.* 2001;22(1):129-30. Russian.

13. Poklonskaya VD. *Psikhologo-pedagogicheskie usloviya razvitiya integral'noy individual'nosti roditeley starshikh doshkol'nikov.* *Psikhologiya obrazovaniya v XXI veke: teoriya i praktika;* 2011. Russian.

14. Sudakov KV. *Teoriya funktsional'nykh sistem, kak osnova modul'nogo obrazovaniya v vysshey shkole.* *Vysshee obrazovanie dlya XXI veka: III Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, MosGU, 18-20 oktyabrya 2006 g.: doklady i materialy.* Vyp. 1 / pod obshch. red. I. M. Il'insko-go. Moscow: Izd-vo Mosk. гуманит. un-ta; 2006.

Russian.

15. Sudakov KV. Informatsionnye aspekty sistemnoy organizatsii psikhicheskoy deyatelnosti. Vestnik RAMN. 2012;8:53-6. Russian.

16. Khaken G. Printsipy raboty golovno-go mozga: Sinergeticheskiy podkhod k aktivnosti mozga, povedeniyu i kognitivnoy deyatelnosti. Moscow: PER SE; 2001. Russian.

DOI: 12737/ 14970

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ГРУППЫ УЧАЩИХСЯ ЮГРЫ В АСПЕКТЕ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К УСЛОВИЯМ СЕВЕРА

Д.Ю. ФИЛАТОВА, К.А. ЭЛЬМАН, Д.В. ГОРБУНОВ, О.В. ПРОВОРОВА

*БУ ВО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры»,
пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628400*

Аннотация. В работе рассматривается проблема изучения возрастных особенностей организма детей трех возрастных групп с использованием современных биофизических подходов и их математического моделирования. В данной статье установлены закономерности поведения параметров квазиаттракторов сердечно-сосудистой системы учащихся школы (пришлого населения) Югры в двумерном фазовом пространстве состояний. Результаты обрабатывались с использованием математических методов. Доказана значимость математического моделирования для получения объективной информации, показано закономерное уменьшение площади квазиаттракторов девочек. Установлено, что девочки средней возрастной группы демонстрируют наиболее высокое количество пар «совпадений» при построении матриц парного сравнения.

Ключевые слова: адаптация, пришлое население, энтропия Шеннона, квазиаттрактор.

COMPARISON OF THE PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM GROUP OF STUDENTS YUGRA IN TERMS OF ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF THE NORTH

D.YU. FILATOVA, K.A. ELMAN, D.V. GORBUNOV, O.V. PROVOROV

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

Abstract. The paper deals with the problem of the study of age-related characteristics in children of three age groups using modern biophysical approaches and mathematical modeling. In this article, we set the parameters of the behavior of quasi-attractors cardiovascular pupils (alien population) of Ugra in the two-dimensional phase space of states. The results were processed using mathematical methods. Proved the importance of mathematical modeling to obtain objective information shows regular decrease in the area of quasi-attractors girls. It was found that the average age group of girls show the highest number of pairs of "coincidences" in the construction of pairwise comparison matrices.

Key words: adaptation, alien population, Shannon entropy, quasi-attractor.

Введение. Проблема увеличения продолжительности жизни коренного и пришкольного населения на территории Севера РФ является не только биологической, но и политической, экономической проблемой. Для Обского Севера РФ ярко выражены

резкие перепады температур, давления, влажности, которые ведут к нарушению *кардио-респираторной системы* (КРС) организма человека, следствие – сбой функционирования систем, обеспечивающих репродуктивный, энергетический и адаптаци-