

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА СЕГОДНЯ

УДК: 612.821, 159.9.072

ПОНЯТИЕ ЭВОЛЮЦИИ ГЛЕНСДОРФА—ПРИГОЖИНА И ПРОБЛЕМА ГОМЕОСТАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

Ю. П. Зинченко, В. М. Еськов, В. В. Еськов

Представлено обсуждение важнейшей проблемы психофизиологии и естествознания в целом: имеются ли повторения измеряемых значений психофизиологических показателей (функций) человека. Показывается, что для тремора и электромиограмм (при попытках сохранения статических мышечных напряжений) невозможно получить произвольно повторение выборок, статистические функции распределения выборок $f(x)$ непрерывно изменяются. Эта динамика характерна и для тремора (условно произвольное движение), и для электромиограмм, когда высшая нервная деятельность человека курирует усилие, развиваемое мышцей. Непроизвольное движение (тремор) демонстрирует число совпадений выборок электромиограмм (при произвольном мышечном напряжении) k , которое подобно тремору в матрицах парных сравнений выборок. Энтропия К. Шеннона при этом статистически значимо не изменяется.

Ключевые слова: гомеостаз, электромиограммы, энтропия, *complexity*.

Зинченко Юрий Петрович — академик РАО, главный ученый секретарь президиума РАО, президент РПО, доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой методологии психологии, декан факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова. *E-mail:* dek@psy.msu.ru

Еськов Валерий Матвеевич — доктор физико-математических наук, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией биокибернетики и биофизики сложных систем Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа — Югры». *E-mail:* valery.eskov@gmail.com

Еськов Валерий Валериевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры биофизики и нейрокибернетики Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа — Югры». *E-mail:* z.asconcrete@gmail.com

Введение

Термин «эволюция» должен включать и понятие некоторой направленной скорости изменения параметров $x_i(t)$ исследуемой системы, и одновременно этот термин используется как смысловое противопоставление термину «революция». Последний обозначает быстрое и существенное изменение параметров той или иной системы (психофизиологической, социальной, физической и т.д.). Однако надо понимать, что когда мы переходим от сложных систем, состоящих из отдельных независимых элементов (индивидуумов в социуме, политического союза ряда стран в пределах континента и т.д.), к тоже сложным системам, но состоящим из взаимодействующих и взаимозависящих элементов (к таким системам в первую очередь относится организм человека, состоящий из органов и систем их управления), то понятие скорости эволюции резко изменяется. Возникает новая проблема понятия эволюции и проблема измерения скорости эволюции для таких взаимодействующих элементов, которые в итоге образуют некоторое состояние сложной биосистемы (*complexity*) как *системы третьего типа* (СТТ) (Weaver, 1948). Это состояние мы определяем сейчас как гомеостаз. Подчеркнем, что и этот термин (как и эволюция) расширил свою трактовку и приобрел совершенно новые значения и смыслы, которые первоначально формировались К. Бернардом, а затем и У.Б. Кэнноном и их последователями (Prigogine, 2000; Weaver, 1948; Wheeler, 1999). При этом все изучаемые СТТ обладают разной скоростью эволюции, т.е. изменения координат x_i характеризуются скоростью v в виде $dx/dt=v(t)$. Очевидно, что внешние факторы могут существенно изменять психофизиологические параметры (ПФП) человека, которые демонстрируют непрерывное изменение всех статистических характеристик (Бернштейн, 1997; Еськов, Еськов и др., 2010, 2014, 2015; Еськов, Хадарцев и др., 2014; Русак и др., 2013). Последнее утверждение не очевидное и потребовало детального исследования эффекта Н.А. Бернштейна (1997) «повторение без повторений» в психофизиологии и биомеханике.

Для психофизиологических систем мы будем иметь разные скорости эволюции, но в любом случае мы должны иметь формальный математический аппарат, который бы описывал все эти процессы. Сейчас для сложных, многокомпонентных систем, у которых размерность *фазового пространства состояний* (ФПС) велика ($m \gg 1$), не существует интегративных методов расчета скорости эволюции в рамках теории, разработанной И.Р. Пригожиным и П. Гленсдорфом. Термодинамический подход в оценке эволюции оказался не-

эффективным для СТТ. При этом на уровне молекулярных систем он выполняется — работает известная теорема И.Р. Пригожина (Нобелевская премия за термодинамику неравновесных систем). Где граница между живой и неживой природой, граница для самой *термодинамики неравновесных систем* (ТНС)? Каковы могут быть условия устойчивости психического состояния человека при непрерывных изменениях параметров ПФП (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015; Русак и др., 2013; Степин, 2013; Филатов, 2010; Филатов и др., 2012)? Где критерий неизменности (гомеостатичности) психических и психофизиологических параметров человека?

Возникают и другие вопросы в связи с попыткой перейти от хаоса внешних факторов среды к хаосу психофизиологических параметров человека. Что может быть общего во всех этих процессах? Какие модели и какой формальный аппарат можно и нужно применить для описания таких процессов в сложных психофизиологических системах — СТТ? Ответы на эти вопросы можно дать кратко, но тогда будет сложно полностью охватить и детализировать всю проблему эволюции. С другой стороны, можно упростить сложности этой проблемы (описания и моделирования), и тогда это не потребует большого времени и страниц текста для ее изложения. Представим эту вторую траекторию в наиболее упрощенном и доступном для понимания виде. При этом подчеркнем, что с психофизиологической точки зрения нас будет интересовать проблема эволюции психического гомеостаза СТТ, для которых непрерывно $dx/dt \neq 0$, а статистическая *функция распределения* $f(x)$, *спектральные плотности сигналов* (СПС) и *автокорреляционные функции* $A(t)$ непрерывно и хаотически изменяются (Буданов, Еськов и др., 2015; Буданов, Попов и др., 2015; Гленсдорф, Пригожин, 1973; Еськов, Еськов и др., 2010, 2014, 2015; Еськов, Хадарцев и др., 2014).

Такое отсутствие стационарности характеристик ПФП вообще является главным определителем СТТ и их отличием от физических систем, где начальное состояние системы $x(t_0)$ можно всегда задать. В этом случае такое расширение приводит нас к гомеостатическим системам, к которым мы будем относить не только психологические, биологические, но и социальные системы. В этом случае такая расширенная трактовка гомеостаза несколько выводит нас за пределы нашего обсуждения, и тогда она потребует особого и отдельного рассмотрения. Это рассмотрение уже следует проводить в рамках новой *теории хаоса-самоорганизации* — ТХС, основу которой составляет принципиальная неповторяемость любого психофизиологического параметра, например латентных периодов сенсомоторных реакций, параметров памяти и т.д.

Мы сосредоточим свое внимание на второй стороне проблемы эволюции — эволюции краткосрочных и короткоживущих систем, которые, однако, следует изучать и моделировать (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015; Еськов, Хадарцев и др., 2014; Русак и др., 2013; Степин, 2013; Филатов, 2010). В первую очередь речь пойдет об эволюции ПФП человека в различных аспектах этой проблемы, таких, как возрастная эволюция ПФП, эволюция ПФП при различных заболеваниях, эволюция психического статуса человека в целом, эволюция его морали, нравственности и т.д. Все эти виды эволюции сейчас являются объектами разных наук: геронтологии, медицины, психологии, экологии человека, социологии, этики и т.д. Во всех этих процессах мы имеем медленные изменения параметров ПФП человека, его психики в целом, и такими процессами можно управлять. Более того, как мы доказываем, такое управление не только возможно, но и крайне необходимо для особых (живых) систем. Именно управление параметрами $x(t)$ должно обеспечить и эволюционные изменения любой сложной системы (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015; Wheeler, 1999).

С другой стороны, мы будем говорить и об эволюции сообществ людей (партий), об эволюции этносов и целых государств. Мы можем говорить об эволюции социальных систем, и можно дополнить анализ недостатков теории А. Тойнби и представлений Э. Тоффлер. Мы можем говорить и об эволюции политических систем в различных странах. Все эти типы и виды эволюций мы можем рассматривать с позиций теории В.С. Степина (2013) о типах научной рациональности (и их смены), с позиций возникновения и развития трех глобальных парадигм развития человечества, его социально-политических систем (Буданов, 2013; Буданов, Еськов и др., 2015; Буданов, Попов и др., 2015). Наконец, мы можем более подробно остановиться на постнеклассике, третьей парадигме и их аналитической части — *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС), которая сейчас для психологии и философии науки предоставляет новые и весьма необычные факты (Буданов, 2013; Буданов, Еськов и др., 2015; Буданов, Попов и др., 2015; Степин, 2013; Филатов, 2010; Филатов и др., 2012).

Результат этих процессов — начало изменения нашего сознания и восприятия, что сейчас очень напоминает ситуацию с квантовой физикой сто лет назад (когда вводился принцип неопределенности Гейзенберга в физике). Для сложных биосистем, *СТТ-complexity*, мы уже ввели аналог принципа неопределенности и на его основе была создана и теория расчета скорости эволюции СТТ (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015). Сейчас же предстоит совершить

естественно-научный и философский анализ этих новых понятий и процессов с позиций третьей парадигмы и постнеклассики в отношении психофизиологического статуса человека (Еськов, Еськов и др., 2010; Степин, 2013; Филатов, 2010). Определенная часть этих изменений принадлежит психофизиологии и фундаментальным эффектам в ней, в частности *эффекту Еськова—Зинченко*, изучением которого занимаются ученые Сургутского и Московского университетов.

1. Формирование нового мировоззрения с позиций неопределенности

Для гомеостатических систем, участвующих в том числе и в эволюционных процессах, сейчас мы вводим аналоги принципа неопределенности Гейзенберга (Еськов, Еськов и др., 2010, 2014, 2015) и пытаемся создать новые подходы в описании сложных биосистем — *систем третьего типа* (СТТ). Эти СТТ обладают особыми свойствами, которые отличаются от свойств систем неживой природы (физических, технических, химических систем). Эти СТТ по своим свойствам и динамике поведения их вектора состояния $x(t)$ не могут быть отнесены к традиционным *детерминистским* (ДТС) и *стохастическим системам* (СХС). СТТ демонстрируют иногда сходные, а чаще другие свойства в сравнение с ДТС, которые в физике в самом начале XX в. показывали квантовые объекты при их сравнении с объектами обычной классической механики (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015).

По степени отличий СТТ от других систем (ДТС и СХС) мы имеем аналогичные революционные изменения мировоззрения, которые коррелируют с преобразованиями в физике начала XX в. при сравнении объектов квантовой механики и классической механики. Напомним, что в физике эти изменения привели к появлению неклассики в философии науки (Буданов и др., 2015; Степин, 2013). Можно ожидать сейчас, что осознание реальности СТТ, их особых свойств и принципа неопределенности для СТТ и их особой динамики, которая отлична от динамики физических или хаотических систем, должно нас привести и к изменению в философии науки, психологии, психофизиологии. Для психофизиологии это все сводится к одному принципиальному утверждению: психофизиологические параметры испытуемого невозможно повторить произвольно даже в виде статистических *функций распределения* $f(x)$. Во многих случаях выборки ПФП не могут быть повторены и для двух соседних выборок (j и $j+1$) их $f(x)$ не будут совпадать

$(f_j(x) \neq f_{j+1}(x))$. Это сейчас составляет нашу количественную (модельную) интерпретацию эффекта Бернштейна «повторение без повторений».

Другие свойства СТТ, другие понятия, другая динамика их поведения — все это требует и других подходов в описании статических и кинематических изменений ВСС $x(t)$ в ФПС. Более того, сейчас необходимо изменять и мировоззрение, так как в рамках традиционного детерминистско-стохастического подхода описывать СТТ весьма затруднительно. Аналогично физическим системам, т.е. в виде уравнений и функций распределения $f(x)$, СТТ описывать невозможно. Более того, и сами функции распределения $f(x)$ для СТТ непрерывно (и хаотически) изменяются вместе со *спектральными плотностями сигналов* — СПС (*электромиограмм* — ЭМГ, *электроэнцефалограмм* — ЭЭГ, *кардиоинтервалов* — КИ в психофизиологии) и выходных сигналов *автокорреляционных функций* $A(t)$ (Еськов, Еськов и др., 2010, 2014, 2015; Еськов, Хадарцев и др., 2014; Русак и др., 2013; Филатов, 2010; Филатов и др., 2012). Такая хаотическая динамика в психофизиологии сейчас нами обозначается как *эффект Еськова—Зинченко*, и он отличен не только от стохастики, но и от динамического хаоса.

В многочисленных наших публикациях показывается, что разрабатываемая сейчас теория детерминированного хаоса к СТТ также не имеет никакого отношения. Следует отметить, что в этом проявлялись глубокие заблуждения трех нобелевских лауреатов — Мюррея Гел-Манна (Gell-Mann, 1997), Ильи Пригожина (Prigogine, 2000) и Джона Уилера (Wheeler, 1999), которые многократно высказывались в пользу теории детерминированного хаоса Лоренца—Арнольда в отношении сложных СТТ-*complexity* (или эмерджентных систем). Наступает период отхода от иллюзий *детерминистско-стохастической науки* (ДСН) в научной интерпретации сложных психофизиологических систем и биосистем в целом и перехода к изучению их реальных свойств и динамики поведения (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015). Это поведение имеет два существенных момента: стационарные состояния СТТ совершенно отличны от детерминистских представлений (в виде $dx/dt \neq 0$) и от стохастических представлений о неизменности параметров биосистемы (в виде неизменности СПС, $A(t)$ и $f(x)$). Для СТТ это все не выполняется, так как динамика, например, ПФП приближается к объектам квантовой механики (Еськов и др., 2010, 2014, 2015; Филатов, 2010). Эффект Еськова—Зинченко количественно объясняет «повторение без повторений» Н.А. Бернштейна и дает новые представления о хаосе в системах регуляции ПФП.

Существенно, что в их основе неизбежно лежат скачки (фазовые переходы), когда из множества возможных будущих реалий отдельный человек (гений), группа талантов (гениев) или даже целые научные (многотысячные) коллективы открывают «очевидные вещи» (в рамках трех юмористических суждений: «этого не может быть → в этом что-то есть → это же очевидно!»). К этим «очевидным вещам» сейчас в ТХС относится свойство «мерцания» — базовое понятие для гомеостатических систем, у которых постоянно их $x(t)$ демонстрируют отсутствие стационарных режимов ($dx/dt \neq 0$, $x_i \neq const$) и наблюдается непрерывный калейдоскоп функций распределения $f(x)$. Для получаемых подряд выборок СТТ, находящихся в гомеостазе (якобы неизменном состоянии!), мы имеем особый хаос, например, хаос ПФП, который отличен от динамического хаоса Уилера—Гел-Манна. Этот хаос является характеристикой синергетических систем Германа Хакена (Haken et al., 1985) и эмерджентных систем Джона Уилера (Wheeler, 1999).

Сейчас по отношению к постнеклассике и третьей парадигме (Буданов, 2013; Буданов, Еськов и др., 2015; Буданов, Попов и др., 2015; Степин, 2013) мы находимся на 1-й стадии (этого не может быть!). Объяснение этому можно представить в виде нескольких аспектов, о которых и В.С. Степин, и В.М. Еськов говорили неоднократно, но это все-таки стоит повторить. Во-первых, вопреки закону смены парадигм Томаса Куна мы стоим на противоположной (синергетической) позиции: новая парадигма включает, а не отвергает полностью предыдущие (об этом первым заговорил В.С. Степин в ряде своих публикаций). Однако традиционная ДСН требует старого и широко распространенного подхода: докажите, что ДСН надо отрицать, и тогда мы готовы рассматривать новые подходы и понятия. Такая постановка вопроса полностью укладывается в закон смены парадигм Т. Куна, и она для нас неприемлема.

Постнеклассика, третья парадигма и ТХС не отвергают объекты и методы ДСН. Мы просто говорим о других объектах (СТТ-*complexity*), которые обладают другими свойствами, другой динамикой и требуют других моделей для их описания и прогноза (Еськов, Хадарцев и др., 2014; Степин, 2013). Их познание требует новых понятий и другого формального аппарата, но это все будет расширять философию науки, эпистемологию и гносеологию при изучении особых систем третьего типа (Weaver, 1948). Фактически речь идет о познании человеком самого себя (Буданов, 2013; Буданов, Еськов и др., 2015; Буданов, Попов и др., 2015; Степин, 2013), и в этой связи роль психологии и психофизиологии возрастает много-

кратно. Очевидно, что изучать ПФП необходимо в рамках других подходов и понятий, других методов и моделей, которые отличны от методов традиционной ДСН. Объекты психофизиологии — это системы третьего типа Уоррена Уивера (Weaver, 1948), и для них сейчас разрабатывается ТХС, аналоги квантов механики (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015).

2. Психофизиология: другие свойства и законы

Живые (и социальные) системы, *системы третьего типа* (СТТ), на которые впервые обратил внимание в 1948 г. У. Уивер, а затем возникли синергетика Г. Хакена, теория сложности И. Пригожина (*complexity*) и теория эмерджентности Дж. Уилера, требуют и других законов и моделей (Еськов, Еськов и др., 2014, 2015; Степин, 2013). Все названные теории и подходы не могут описывать особые СТТ, так как базируются на традиционных методах ДСН. Более того, сейчас в рамках ТХС мы смогли построить формальный аппарат и модели для описания СТТ, которые отличны от ДСН, но в ряде случаев они с ДСН все-таки бывают связанными. ТХС и третья парадигма не разрывают связь с ДСН и не отказываются полностью от ее методов и моделей. Происходит введение новых терминов, понятий, моделей, которые не только иным образом описывают СТТ, но и иным образом (отличным от ДСН) формулируют (иные) понятия: аналоги флуктуаций (их нет в ТХС), вариаций, стационарных режимов (они другие в ТХС), эволюции СТТ (они отличны от эволюции Пригожина—Гленсдорфа) и др. Впервые об этом пытался сказать Н.А. Бернштейн, 120 лет со дня рождения которого мы сейчас отмечаем. Эффект «повторения без повторения» за 70 лет так и не нашел поддержки, и сейчас ТХС дает ему количественное (модельное) объяснение (Еськов, Еськов и др., 2010, 2014, 2015; Еськов, Хадарцев и др., 2014; Русак и др., 2013) в виде *эффекта Еськова—Зинченко* в психофизиологии, когда стохастические характеристики ПФП сложно использовать.

Экспериментальное обоснование эволюции и стационарности СТТ сейчас можно реализовать в рамках ТХС и в рамках постнеклассики, третьей парадигмы. В ТХС у нас возникают новые представления о стационарных режимах сложных биологических и социальных систем (СТТ-*complexity*) и новые представления об эволюции сложных систем. Что мы сейчас под этим понимаем и где проходит методический и мировоззренческий водораздел между ДСН и ТХС (постнеклассикой, третьей парадигмой)? Ответы на внешне тривиальные вопросы затрагивают фундаментальные,

глубинные проблемы естествознания. Почему мы проводим аналогию с квантовой механикой начала XX в.? Потому что тогда для элементарных частиц возникла проблема точного измерения двух фундаментальных физических понятий: положения частицы в пространстве (координаты $x_1=x_1(t)$) и ее скорости ($x_2=dx_1/dt$). До этого в классической механике измерение x_1 и x_2 не вызывало проблем, и это составляло основу всей физики. Принцип неопределенности Гейзенберга нарушил эти каноны, здание классической физики закачалось.

Нечто подобное сейчас происходит и в психологии, психофизиологии (условно этот эффект хаотической (стохастической) динамики ПФП мы сейчас обозначаем как эффект Еськова—Зинченко) для ПФП человека, когда все статистические характеристики ПФП непрерывно и хаотически изменяются. Сейчас в рамках эффекта Еськова—Зинченко мы показываем (Еськов, Еськов и др., 2010, 2014, 2015; Еськов, Хадарцев и др., 2014; Русак и др., 2013; Филатов, 2010; Филатов и др., 2012) низкую эффективность применения расчетов *спектральных плотностей сигналов* (СПС), *автокорреляционных функций* $A(t)$ и статистических *функций распределения* $f(x)$ и любых моделей в виде уравнений (дифференциальных, разностных, интегральных и т.д.). Одновременно хаос СТТ отличен от детерминированного хаоса (т.е. СТТ — не объект ДСН). Динамика поведения любой сложной, самоорганизующейся системы (СТТ-*complexity*) особенная уже из-за уникальности СТТ. Например, все (по классификации П.К. Анохина) *функциональные системы организма* (ФСО) человека (как было показано исследователями в области ТХС — см.: Еськов и др., 2014, 2015) не имеют стационарных состояний своих параметров, которые описываются их вектором состояния $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в *фазовых пространствах состояний* (ФПС) с размерностью m . В наших простейших случаях с управлением позой на примере постурального тремора и электромиограмм, характеризующих удержание позы (условно статические состояния конечности), мы не можем произвольно повторять $f(x)$, СПС, $A(t)$.

Такая постоянная нестабильность (неустойчивость, с позиций ДСН) кажется нереальной для физика, математика или специалиста технического профиля, так как в рамках детерминизма для многих физических, химических, технических систем, описываемых математическими уравнениями и равенствами, достигнуть условия $dx_1/dt=0$ (т.е. $x_2=0$ и $x_1=const$) довольно просто. Различные теории устойчивости (начиная от работ А.М. Ляпунова и А. Пуанкаре) составляют фундамент современной математики и физики. Но в ТХС

основу составляет глобальная нестабильность (базовое свойство всех СТТ), о которой много лет назад пытался сказать И.Р. Пригожин, но его выступление осталось незамеченным (Prigogine, 2000). Пригожин подчеркивал, что уникальные системы — это не объект современной науки, а Р. Пенроуз (2003, с. 165) вообще говорил о глобальной неопределенности таких объектов в смысле того, что у них невозможно изучать любые состояния («Что означает “вычислимость”, когда в качестве входных и выходных данных допускаются непрерывно изменяющиеся параметры?»).

В физике существует фундаментальный 1-й закон Ньютона, когда мы имеем $x_2=0$, в этом случае x_1 или линейно изменяется, или $x_1=const$. Для ПФП, для многих других регуляторных систем организма (организация движений, электромиограммы, электроэнцефалограммы, кардиограммы и т.д.) мы никогда не получим $dx_1/dt=0$ и $x_1=const$ (это основа эффекта Еськова—Зинченко). Нет покоя в традиционном физическом понимании! Все системы гомеостаза (включая и биохимические параметры крови и других тканей) находятся в непрерывном и хаотическом движении ($f(x)$, СПС, $A(t)$) непрерывно и хаотически изменяются). Поэтому, строго говоря, никакого подобия и постоянства (эти понятия составляли основу термина «гомеостаз» для К. Бернара, а потом и для У.Б. Кэннона) состояния организма и динамики его поведения нет! Мы сейчас должны пересмотреть наши представления о стационарности и неизменности, так как в ТХС стационарность подразумевает определенную неизменность параметров квазиаттракторов, а не $dx/dt=0$ или неизменность статистических функций распределения $f(x)$. Это составляет основу эффекта Еськова—Зинченко в психофизиологии (исходно в биомеханике эффекта «повторение без повторений» Н.А. Бернштейна).

По отношению к любой координате x_i всего вектора состояния ПФП человека $x(t)$ мы не можем говорить о постоянстве и подобии. Более того, все гомеостатические системы (организма человека) как СТТ не только не имеют состояния покоя (в виде $dx_i/dt=0$), но и их состояние гомеостаза не описывается в рамках традиционной статистики и теории вероятностей. Последнее утверждение особенно сложно будет восприниматься психологами, биологами и специалистами в области медицины, так как все измерения на интервалах времени Δt_1 при гомеостазе (якобы постоянном состоянии организма) могут (и обычно это и происходит) не совпадать с измерениями на последующем интервале Δt_2 . Например, регистрация кардиоинтервалов, тремора, теппинграмм, ЭЭГ, ЭМГ, различных биохимических

параметров крови, при таком измерении получаемых выборок для любых x_i и их dx_i/dt , т.е. скорости изменения x_i , не показывает постоянства в рамках детерминизма или стохастики. Если сравнивать выборки, которые получают подряд за $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \Delta t_n$, то оказывается, что функции распределения для этих выборок $f_1(x)$, $f_2(x)$, ..., $f_n(x)$ при условии сохранения (якобы) параметров гомеостаза непрерывно будут изменять свой вид (Еськов, Еськов и др., 2010, 2014, 2015; Еськов, Хадарцев и др., 2014; Русак и др., 2013;). Об этом говорил и В.С. Степин (2013) в постнеклассике, но моделей (количественных подтверждений этому) никто не демонстрировал. Только сейчас мы вводим понятие эффекта Еськова—Зинченко в психофизиологии и даем ему количественное объяснение.

Таблица 1

**Результаты попарного сравнения по критерию Вилкоксона треморограмм одного испытуемого (ЧНА) при повторных (n=15) измерениях (поряд) за короткое время ($\Delta t=5$ сек).
Здесь число совпадений пар $k_i=6$, когда $p \geq 0.05$**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.96	.00	.00
2	.00		.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.00	.00	.01	.00	.00	.02	.04	.00	.00	.00	.01	.00
4	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00
5	.00	.01	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.01	.00	.00		.00	.00	.47	.00	.96	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.21	.19
9	.00	.00	.02	.00	.00	.47	.00	.00		.00	.02	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.00	.00	.00	.96	.00	.00	.02	.00		.00	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
13	.96	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.01	.01	.00	.00	.00	.21	.00	.00	.00	.00	.00		.79
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.19	.00	.00	.00	.00	.00	.79	

Таблица 2

Результаты попарного сравнения по критерию Ньюмена—Кейлса треморограмм для 15 различных испытуемых при $\Delta t=5$ сек.
Здесь число совпадений $k_2=6$, когда $p \geq 0.05$

	1 R:1484.6	2 R:830.20	3 R:3982.8	4 R:1979.7	5 R:5906.4	6 R:4762.2	7 R:2256.1	8 R:7217.9	9 R:5572.5	10 R:336.95	11 R:34332	12 R:6094.1	13 R:2623.4	14 R:6402.0	15 R:3411.5
1		.00	.00	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.03	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.04	.00	.00	.00	.02
4	.03	.00	.00		.00	.00	1.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	1.0	.00	.00	1.0	.00	.03	.00
6	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	1.0	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.77	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	1.0	.00	.00	.00		.00	.00	.01	.00	.00	.00
10	.00	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	1.0
12	.00	.00	.00	.00	1.0	.00	.00	.00	.01	.00	.00		.00	1.0	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.77	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.0	.00		.00
15	.00	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.0	.00	.00	.00	

Более того, если брать выборки не от одного человека подряд 15 раз (т.е. $n=15$, например), а от 15 разных испытуемых, находящихся (якобы) в одинаковом состоянии, то результаты расчета матриц парных сравнений и на основе числа k совпадений в этой матрице парных сравнений их (выборок) функций распределения (матрица 15×15), можно демонстрировать для одного и того же параметра гомеостаза тремора x , приблизительно одинаковое число k ($k_1 \approx k_2 \approx k_3$ и т.д.). Это представлено для примера в виде двух таблиц: табл. 1 — для одного человека при повторах (поряд) измерений его тремора и табл. 2 — для парных сравнений выборок треморограмм, полученных от 15 разных людей. Отсюда легко сделать вывод: организация движений у разных людей приблизительно одинакова, если эти люди находятся в приблизительно одинаковом в психическом или физиологическом состоянии. Но эта схожесть (подобие) проявляется не в прямом равенстве функций распределения $f(x)$, а в их числе «со-

впадений» пар выборок k . Это означает, что точно функции $f(x)$ не совпадают, но с высокой вероятностью ($p \geq 0.95$) отдельные выборки (число пар k) принадлежат одной генеральной совокупности.

3. Хаос ПФП зависит от психического состояния испытуемого (состояния ВНД)

Оказалось, что если изменить психическое (психофизиологическое) состояние испытуемого (изменить задание, привлечь сознание), то изменяется число пар совпадений выборок k . Например, в табл. 3 и 4 мы показываем другой пример расчета числа совпадений пар выборок, но уже для *электромиограмм* (ЭМГ) в матрицах парных сравнений выборок ЭМГ. При 15 повторах измерений у одного и того же испытуемого, находящегося в условиях слабого напряжения мышцы ($F_1=5$ даН), и при двукратном усилении напряжения мышцы ($F_2=2F_1$) мы можем получить разные значения k . Подчеркнем, что между параметрами треморограмм и параметрами ЭМГ имеется

Таблица 3

Матрица парного сравнения электромиограмм (ЭМГ) одного и того же человека при слабом напряжении мышцы ($p=5$ даН), представляющая критерий Вилкоксона (критерий значимости $p < 0.05$, число совпадений $k_3=6$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.85	.00	.00	.02	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.39	.00	.00	.00	.00
9	.85	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.06	.01	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.10	.00	.31
11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.39	.00	.00		.00	.00	.01	.00
12	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.06	.00	.00		.00	.01	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.10	.00	.00		.00	.08
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.01	.00		.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.31	.00	.00	.08	.00	

четкая корреляция: усиление управляющих воздействий со стороны *высшей нервной деятельности* (ВНД), привлечение сознания резко влияет на параметры k матриц парных сравнений выборок, на переход от хаоса ПФП к стохастике (это показывают значения $k_3=6$ в табл. 3 и $k_4=20$ в табл. 4). Подчеркнем, что это типичный пример из нескольких сотен подобных матриц, которые мы рассчитали.

Очевидно, что $k_4 > k_3$, т.е. число пар выборок, которые мы можем отнести к одной генеральной совокупности при напряжении мышцы (активизация ВНД), будет возрастать. Это характеризует изменение ПФП (состояние мышечного напряжения) в условиях усиления управления со стороны ВНД. Именно это пытался сказать 70 лет назад Н.А. Бернштейн (1997), вводя эффект «повторение без повторения». Однако Николай Александрович этот эффект объяснил качественно (он ввел 4 разные системы регуляции движений — А, В, С, D). Он представлял, что роль и значимость каждой такой системы могут меняться при упражнениях. Сейчас мы количественно

Таблица 4

Матрица парного сравнения электромиограмм (ЭМГ) одного и того же человека при усилении напряжения мышцы ($p=10$ даН), представляющая критерий Вилкоксона (критерий значимости $p < 0.05$, число совпадений $k_4=20$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.06	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.08	.00	.00	.02	.01	.43	.00	.00	.00	.51
6	.00	.00	.00	.00	.08		.00	.00	.37	.00	.06	.33	.01	.00	.09
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.09	.00	.00	.00	.00	.05	.47	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.09		.00	.00	.00	.00	.00	.08	.00
9	.00	.00	.00	.00	.02	.37	.00	.00		.00	.00	.55	.20	.15	.02
10	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00		.17	.00	.00	.00	.03
11	.00	.00	.00	.00	.43	.06	.00	.00	.00	.17		.01	.00	.00	.15
12	.00	.00	.00	.00	.00	.33	.00	.00	.55	.00	.01		.17	.28	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.05	.00	.20	.00	.00	.17		.07	.01
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.47	.08	.15	.00	.00	.28	.07		.00
15	.00	.00	.00	.00	.51	.09	.00	.00	.02	.03	.15	.00	.01	.00	

Таблица 5

**Значение E (энтропии Шеннона) при слабом (5 даН)
и сильном (10 даН) напряжении мышцы**

	E_1 , при 5 даН	E_2 , при 10 даН
1	2.304	3.546
2	3.584	3.641
3	3.039	3.246
4	3.641	3.546
5	3.446	3.309
6	3.684	3.509
7	3.546	3.522
8	3.684	3.546
9	3.684	3.546
10	3.746	3.322
11	3.484	3.746
12	3.022	3.584
13	3.541	3.584
14	3.584	3.346
15	3.784	3.204
Среднее	3.452	3.480

Ненормальное распределение, критерий Вилкоксона, значимость функций $f(x)$: $p=0.94$.

показываем, чем произвольность тремора отличается от произвольного управления мышцей на уровне ЭМГ (за счет ВНД).

При усилении управления со стороны ВНД $k_4=20$ нарастает и система от хаоса тремора ($k_1=6$, $k_3=6$) переходит к управляемому движению с нарастанием стохастики ($k_4=20$). Характерно, что при этом энтропия E для ЭМГ при $F_2=2F_1$ практически не изменяется. В табл. 5 мы представляем для сравнения расчеты энтропии E_1 и E_2 для этих же двух усилий (F_1 и F_2). Существенно, что в теореме Пригожина—Гленсдорфа (из термодинамики неравновесных систем) при отходе от стационарного состояния (у нас это тремор покоя) энтропия E должна убывать, а скорость прироста энтропии $P=dE/dt$ должна нарастать! Во всех наших экспериментах такое не наблюдается. Термодинамика неравновесных систем Пригожина не может быть применена к сложным психофизиологическим и биологическим системам. У этих систем (СТТ-*complexity*) особый хаос, а энтропия может не изменяться при переходах от устойчивого состояния (равновесно) к неустойчивому (у нас это управление со стороны ВНД), что представлено в табл. 5. Это еще более усиливает

значимость и особенность эффекта Еськова—Зинченко, который и со стороны термодинамического подхода отличается от объектов современной науки.

Очевидно, что ни сами статистические функции $f(x)$, ни расчет энтропии E для этих двух состояний напряжения мышцы для экспериментатора в информационном смысле ничего не дает. Для $f(x)$ мы будем иметь калейдоскоп $f_i(x)$, если число измерений i будет невелико (мы просто не увидим «совпадений» выборки при $i=3$ или $4!$). Энтропия ЭМГ при реальном изменении психофизиологического состояния может совершенно не изменяться. Иными словами, традиционные статистический подход или термодинамический подход дают неверную информацию: в первом случае $f_i(x)$ непрерывно изменяется (хотя система находится в стационарном состоянии — гомеостазе), а во втором — система по параметрам энтропии E не изменяется ($E_1=E_2$), хотя гомеостаз резко изменяется под действием ВНД.

Подобных примеров у нас накопилось десятки тысяч, так как всего было обследовано около 20 тысяч испытуемых и было получено более 1 миллиона выборок для различных параметров ПФП. Очевидно, что изменение состояния ПФП можно рассматривать как непрерывную эволюцию параметров психических функций организма, тем более если эти процессы имеют необратимый характер (например, старение организма). В нашем случае речь идет о двух функциональных системах организма человека: *нервно-мышечной системе* (НМС) и *кардио-респираторной системе* (КРС). Примеры с КРС мы сейчас не демонстрируем, но там точно такая же картина, т.е. $f_i(x)$ непрерывно изменяются в гомеостазе, а значения E не изменяются при переходе из одного гомеостаза в другой (т.е. при эволюции гомеостаза). Это резко противоречит теории эволюции Пригожина—Глендсдорфа в *термодинамике неравновесных систем* (ТНС) Пригожина и говорит о том, что СТТ — не объект современной ДСН. Как с позиций механики (СТТ ближе к объектам квантовой механики — Еськов, Еськов и др., 2014, 2015), так и с позиций термодинамики.

Тогда возникают фундаментальные вопросы психофизиологии и всего естествознания: что считать стационарным состоянием любой регуляторной системы человека (у нас это пока НМС и КРС) и что считать эволюцией, т.е. реальным изменением значений ПФП (и других регуляторных систем: по параметрам они непрерывно изменяются, т.е. $dx/dt \neq 0$, а $f(x)$ не совпадают)? Мы показали в рамках разрабатываемой новой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС), что имеется существенная разница между измерениями (но в пределах

квазиаттракторов — КА) параметров ПФП (и других регуляторных систем) с позиции ДСН и ТХС. Если в ДСН мы имеем непрерывные изменения всех параметров $x(t)$, т.е. гомеостаза, то в рамках ТХС мы имеем стационарные состояния (если КА не изменяется). Наоборот, то, что в ТХС можно считать как эволюцию, в ДСН мы можем рассматривать как статическое (гомеостатическое) состояние. В этом случае мы часто имеем неопределенность 1-го типа: выборки статистически не различаются, а параметры КА различны и нейроэмуляторы их разделяют!

Такая инверсия понятий и представлений должна не только резко изменить наши представления о гомеостазе и эволюции в психофизиологии, но и поменять наши представления о механизмах регулирования любых психофизиологических систем. К этим системам мы сейчас относим любые регуляторные системы организма человека, любые социумы и, возможно, биосферу Земли. Все эти системы являются гомеостатическими, и они существенно отличаются по своим характеристикам от других систем, изучаемых в ДСН. Признаками их гомеостатичности являются:

1. Непрерывное и хаотичное движение их вектора состояния в виде $x(t)$, т.е. постоянно $dx/dt \neq 0$, $x \neq const$ в *фазовом пространстве состояний* (ФПС).

2. Наличие эволюционных процессов в их динамике. Причем термин «эволюция» отличен от представлений Пригожина—Гленсдорфа, так как в эволюции СТТ энтропия может и не изменяться (и функции распределения $f(x)$ тоже могут не изменяться), но с позиций ТХС изменяются параметры КА, а нейроэмуляторы при бинарной классификации часто показывают различие выборок СТТ.

3. Из-за их (СТТ) самоорганизации эта эволюция имеет телеологический характер — она куда-то направлена, у биосистем (и социальных систем) имеется финальный квазиаттрактор. Для социумов это — знаниевое, синергетическое, постиндустриальное общество. Существенно, что за счет внешних управляющих воздействий мы можем изменять это направление движения КА в ФПС и параметры конечного квазиаттрактора.

4. Все психофизиологические системы проявляют удивительные свойства демонстрировать гигантские отклонения от равновесия и возможность возвращаться в исходный квазиаттрактор. Это означает, что СТТ могут выходить за 3, 20 и даже 100 сигм, что для всех объектов неживой природы сразу приведет к катастрофе (они прекратят свое существование, разрушатся и т.д.). Ряд заболеваний (тремор Паркинсона) сразу выводит ПФП за 10 сигм, но при терапии мы можем наблюдать эволюцию (возраст к норме), когда ригидная

форма болезни (полный покой, $dx/dt \neq 0$) переходит в обычный для паркинсоника тремор, а последний вообще исчезает (имеем обычный постуральный тремор).

Заключение

Особенности динамики (и статики) сложных психофизиологических регуляторных систем начинаются с их хаотических свойств. Гомеостаз психофизиологических функций человека — это не статическое, а особое динамическое состояние СТТ, которое описывается вектором состояния системы $x(t)$. Изменение параметров $x(t)$ может характеризовать изменение ПФП. В простейшем случае тремор и ЭМГ могут количественно представлять статистически-динамические характеристики ПФП.

Эволюция СТТ начинается с изменения параметров *квазиаттракторов* (КА) регуляторных систем, в частности в виде изменений КА для ПФП. Если параметры КА существенно не изменяются, то и никакой эволюции биосистем нет.

Эволюция Пригожина—Глендорфа не может описывать процессы, происходящие в сложных психофизиологических системах. То, что в традиционной науке является стационарным состоянием, в ТХС может быть эволюцией (изменением параметров СТТ), и наоборот, неизменность параметров СТТ может с позиций ДСН рассматриваться как некоторое изменение в параметрах ПФП. Требуется аппроксимация этих данных на психофизиологию, медицину и биологию. В ряде случаев мы можем не оценивать эффективность лечения, например, хотя в действительности эффект от терапии имеется, но мы можем не обратить внимание на изменение психического состояния человека, а ТХС его зарегистрирует. Требуются новые методы в психологии, медицине и биологии для оценки гомеостаза и эволюции сложных биосистем (*complexity*). В этом заключается новая количественная интерпретация эффекта Н.А. Бернштейна «повторение без повторений», который мы сейчас распространили на различные регуляторные процессы (тремор, теппинг, электромиография и т.д.) в виде эффекта Еськова—Зинченко. Этот эффект проявляется в хаотической динамике основных статистических характеристик ПФП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений / Под ред. В.П. Зинченко. М.: Институт практической психологии, 1997.

Буданов В.Г. Синергетическая методология Форсайта и моделирование сложного // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 1. С. 13—24.

Буданов В.Г., Еськов В.М., Журавлева О.А., Василев М.Ю. Философские аспекты нестабильности гомеостаза и эволюции // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 3. С. 58—65.

Буданов В.Г., Попов Ю.М., Филатов М.А., Илюйкина И.В. Гомеостатические системы: новая наука и новая философия науки // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 4. С. 69—76.

Глендорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М.: Мир, 1973.

Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 106—110.

Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Неопределенность в квантовой механике и биофизике сложных систем // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. 2014. № 5. С. 41—46.

Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Кинематика биосистем как эволюция: стационарные режимы и скорость движения сложных систем — *complexity* // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. 2015. № 2. С. 62—74.

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатов М.А. и др. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Т. 11: Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаоса-самоорганизации в биофизике сложных систем. Самара: Офорт, 2014.

Пенроуз Р. Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. М.: УРСС, 2003.

Русак С.Н., Козуница Г.С., Филатова О.Е., Еськов В.В., Шевченко Н.Г. Динамика статуса вегетативной нервной системы у учащихся младших классов в погодных условиях г. Сургута // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 4. С. 92—95.

Степин В.С. Типы научной рациональности и синергетическая парадигма // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 4. С. 35—44.

Филатов М.А. Метод фазовых пространств в моделировании психофизиологических функций учащихся Югры. Самара: Офорт, 2010.

Филатов М.А., Филатова Д.Ю., Химикина О.И., Романова Ю.В. Метод матриц межаттракторных расстояний в идентификации психофизиологических функций человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2012. № 1. С. 20—24.

Gell-Mann M. Fundamental sources of unpredictability // Complexity. 1997. Vol. 3. N 1. P. 9—13.

Haken H., Kelso J.A.S., Bunz H. A theoretical model of phase transitions in human hand movements // *Biological Cybernetics*. 1985. Vol. 51. P. 347—356.

Prigogine I. The die is not cast // *Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation*. 2000. Vol. 25. N 4 (January). P. 17—19.

Weaver W. Science and complexity // *American Scientist*. 1948. Vol. 36. P. 536—544.

Wheeler J.A. Information, physics, quantum: the search for links // *Feynman and computation: Exploring the limits of computers* / Ed. by A.J.G. Hey. Cambridge, MA: Perseus Books, 1999. P. 309.

Поступила в редакцию
15.02.16

DEFINITION OF GLENSDORF-PRIGOGINE'S EVOLUTION AND THE PROBLEM OF HOMEOSTATIC REGULATION IN PSYCHOPHYSIOLOGY

Yury P. Zinchenko¹, Valery M. Eskov², Valery V. Eskov²

¹ *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Psychology, Moscow, Russia*

² *Department of Biophysics and Neurocybernetics, Institute of Natural and Technical Sciences, Surgut State University, Surgut, Russia*

Abstract: The discussion of crucial problems of psychophysiology and natural sciences is presented, in general: are there any recurrences of measured values of psycho-physiological parameters (functions) of a person. It is shown that it is impossible to obtain arbitrarily a repetition of samples for tremor and electromyogram (when trying to maintain static muscular tension), statistical distribution function of samples $f(x)$ is continuously changing. This dynamics is typical for tremor (conditionally involuntary movement) and electromyogram when the higher nervous activity of individual oversees the muscular effort. The involuntary movement (tremor) shows the number of coincidence of electromyogram samples (at unrestricted muscular tension) k , which is similar to such in the matrices of pairwise comparisons of tremor samples. Shannon's entropy in this case does not change significantly.

Key words: homeostasis, electromyogram, entropy, complexity.

References:

Bernshiteyn, N.A. (1997) *Biomekhanika i fiziologiya dvizheniy* [Biomechanics and physiology of movements] / V.P. Zinchenko (ed.). Moscow: Institut prakticheskoy psikhologii.

Budanov, V.G. (2013) Sinergeticheskaya metodologiya Forsayta i modelirovanie slozhnogo. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassic], 1, 13—24.

Budanov, V.G., Es'kov, V.M., Zhuravleva, O.A., Vasil'ev, M.Yu. (2015) Filosofskie aspekty nestabil'nosti gomeostaza i evolyutsii. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassic], 3, 58—65.

Budanov, V.G., Popov, Yu.M., Filatov, M.A., Ilyuykina, I.V. (2015) Gomeostaticheskie sistemy: novaya nauka i novaya filosofiya nauki. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassic], 4, 69—76.

Es'kov, V.M., Es'kov, V.V., Khadartsev, A.A., Filatov, M.A., Filatova, D.Yu. (2010) Metod sistemnogo sinteza na osnove rascheta mezhattraktornykh rasstoyaniy v gipoteze ravnomernogo i neravnomernogo raspredeleniya pri izuchenii effektivnosti kineziterapii. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy* [Bulletin of New Medical Technologies], 17, 3, 106—110.

Es'kov, V.M., Es'kov, V.V., Gavrilenko, T.V., Zimin, M.I. (2014) Neopredelennost' v kvantovoy mekhanike i biofizike slozhnykh sistem. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya* [Bulletin of Moscow University. Series 3: Physics. Astronomy], 5, 41—46.

Es'kov, V.M., Es'kov, V.V., Gavrilenko, T.V., Vokhmina, Yu.V. (2015) Kinematika biosistem kak evolyutsiya: statsionarnye rezhimy i skorost' dvizheniya slozhnykh sistem — complexity. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3. Fizika i Astronomiya* [Bulletin of Moscow University. Series 3: Physics. Astronomy], 2, 62—74.

Es'kov, V.M., Khadartsev, A.A., Kozlova, V.V., Filatov, M.A. i dr. (2014) *Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Tom XI: Sistemnyy sintez parametrov funktsiy organizma zhiteley Yugry na baze neyrokomp'yutinga i teorii khaosa-samoorganizatsii v biofizike slozhnykh sistem* [System analysis, management and information processing in biology and medicine. Volume XI: Systematic synthesis of functions of an organism of inhabitants of Yugra based on neurocomputing and chaos theory self-organization in complex systems Biophysics]. Samara: Ofort.

Filatov, M.A. (2010) *Metod fazovykh prostranstv v modelirovanii psikhofiziologicheskikh funktsiy uchashchikhsya Yugry* [The method of phase spaces in modeling of psychophysiological functions of Yugra students]. Samara: Ofort, 2010.

Filatov, M.A., Filatova, D.Yu., Khimikova, O.I., Romanova, Yu.V. (2012) Metod matrits mezhattraktornykh rasstoyaniy v identifikatsii psikhofiziologicheskikh funktsiy cheloveka. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassic], 1, 20—24.

Gell-Mann, M. (1997) Fundamental sources of unpredictability. *Complexity*, 3, 1, 9—13.

Glensdorf, P., Prigozhin, I. (1973) *Termodinamicheskaya teoriya struktury, ustoychivosti i fluktuatsiy* [Thermodynamic theory of structure, stability and fluctuations]. Moscow: Mir.

Haken, H., Kelso, J.A.S., Bunz, H. (1985) A Theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological Cybernetics*, 51, 347—356.

Penrouz, R. (2003) *Novyy um korolya. O komp'yuterakh, myshlenii i zakonakh fiziki* [The new mind of the king. About computers, thinking and the laws of physics]. Moscow: URSS.

Prigogine, I. (2000) The Die Is Not Cast. *Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation*, 25, 4, 17—19.

Rusak, S.N., Kozupitsa, G.S., Filatova, O.E., Es'kov, V.V., Shevchenko, N.G. (2013) Dinamika statusa vegetativnoy nervnoy sistemy u uchashchikhsya mladshikh klassov v pogodnykh usloviyakh g. Surguta. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy* [Bulletin of New Medical Technologies], 20, 4, 92—95.

Stepin, V.S. (2013) Tipy nauchnoy ratsional'nosti i sinergeticheskaya paradigma. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassic], 4, 35—44.

Weaver, W. (1948) Science and Complexity. *American Scientist*, 36, 536—544.

Wheeler, J.A. (1999) Information, physics, quantum: the search for links. In A.J.G. Hey (ed.) *Feynman and Computation: Exploring the Limits of Computers* (p. 309). Cambridge, MA: Perseus Books.

Original manuscript received February 15, 2016