

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 612.821, 159.9.072
doi: 10.11621/vsp.2017.03.22

ГИПОТЕЗА Н.А. БЕРНШТЕЙНА И РЕАЛЬНЫЙ ХАОС ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПСИХОЛОГИИ

В. М. Еськов, Ю. П. Зинченко, О. Е. Филатова, В. В. Еськов

В текущем году исполняется 70 лет с момента выхода монографии Н.А. Бернштейна «О построении движений» и 60 лет с момента публикации его восьмого очерка «Назревшие проблемы регуляции двигательных актов». В этих работах впервые была поднята проблема неопределенности в организации (и динамике поведения) всех систем, которые мы теперь обозначаем как гомеостатические, или системы третьего типа, СТТ, по классификации У. Уивера. Указанная проблема была озвучена Н.А. Бернштейном как гипотеза о «повторении без повторения», в рамках которой можно (это предлагалось Бернштейном) описывать любые двигательные акты. После детального изучения различных видов движения в биомеханике мы констатировали, что современная детерминистско-стохастическая

Еськов Валерий Матвеевич — доктор физико-математических наук, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией биокibernетики 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

Зинченко Юрий Петрович — академик РАО, вице-президент РАО, президент РПО, доктор психологических наук, профессор, зав. кафедрой методологии психологии, декан ф-та психологии МГУ имени М.В. Ломоносова. *E-mail:* dek@psy.msu.ru

Филатова Ольга Евгеньевна — доктор биологических наук, зав. кафедрой экологии, профессор, зав. лабораторией «Функциональное состояние организма человека на Севере» Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа — Югры». *E-mail:* filatova_oe@edu.surgu.ru

Еськов Валерий Валерьевич — кандидат медицинских наук (г. Сургут). *E-mail:* firing.squad@mail.ru

наука подошла к своему рубежу развития в изучении живых систем, так как главный тезис о повторяемости и прогнозируемости состояния биосистемы (нейросетей мозга, психики человека) нарушается. Мы переходим к изучению систем, которые находятся в непрерывном хаотическом режиме изменений любых параметров x , таких (нестабильных) систем. Эффект Еськова—Зинченко, который является количественным доказательством гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторения», состоит в том, что подряд получаемые выборки x_i (в одном неизменном состоянии) демонстрируют калейдоскоп статистических функций распределения $f(x)$, т.е. $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ для двух соседних (от одного человека) регистрируемых выборок x_i (т.е. для j -й и $j+1$ -й). Это стирает границы между произвольными и непроизвольными движениями с позиций их объективной, статистической оценки. Статистическая неустойчивость любых получаемых выборок параметров x , которые описывают гомеостатические системы, требует новых понятий и новых моделей — моделей гомеостаза.

Ключевые слова: стохастика, хаос, повторение, эффект Еськова—Зинченко.

Введение

Во всех естественных науках имеются объекты (системы, процессы), которые мы сейчас обозначаем как гомеостатические системы, или *системы третьего типа* (СТТ), по классификации ученого с мировым именем — Уоррена Уивера (Weaver, 1948). Впервые проблему неопределенности в организации (и динамике поведения) всех таких гомеостатических систем поднял Николай Александрович Бернштейн. В текущем 2017 г. как раз исполняется 70 лет с момента выхода его монографии «О построении движений» (Бернштейн, 1997) и 60 лет с момента выхода его восьмого очерка «Назревшие проблемы регуляции двигательных актов» (Там же, с. 342—371). Эта проблема была им озвучена как гипотеза о «повторении без повторений», и в рамках этой гипотезы можно было (это предлагалось Бернштейном) описывать любые двигательные акты. Именно в восьмом очерке (а до этого и в монографии 1947 г.) он заговорил о том, что «рефлекс по схеме дуги есть лишь рудимент или очень частный случай физиологического реагирования» (Там же, с. 344). Н.А. Бернштейн подчеркивал главную идею ряда своих работ: «... упражнение есть своего рода повторение без повторения» (Там же, с. 463), которую мы сейчас представляем как гипотезу, так как количественного подтверждения этому утверждению мы не нашли ни у самого Бернштейна, ни у других авторов.

Сейчас, после детального изучения различных видов движения в биомеханике, мы приходим к констатации научного факта в виде

эффекта Еськова—Зинченко, который является количественным доказательством гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторения» (Белощенко и др., 2017; Betelin et al., 2017; Eskov, Eskov et al., 2017b). Это дает в руки психологам и психофизиологам определенный математический аппарат, который раскрывает сущность этих двух понятий: «повторение» и «без повторения». О каких повторениях мы можем сейчас говорить в психологии, физиологии и биомеханике и о каких «неповторениях» следует говорить в организации движения? Что следует вкладывать в термин «неповторение» с позиций детерминистской науки, стохастики и новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС), где реально отсутствуют статистические повторения выборок любых параметров биосистемы (Буданов и др., 2017; Майстренко, Майстренко, 2017; Степин, 2013; Степин и др., 2016; Zilov et al., 2017).

Напомним, что в своей монографии Н.А. Бернштейн говорит именно об организации движений, выделяя в ней особым образом основные системы (*A, B, C, D, E*). При этом он указывает на возможность их «игры», если мы будем повторять отдельные (разовые) движения, т.е. представлять их в виде некоторых повторяющихся (например, в ходе тренировок) видов движений. Но при этом в своей гипотезе Н.А. Бернштейн никак не раскрывает количественные аспекты этих самих «повторений» (или их неповторений). В рамках разрабатываемой сейчас новой ТХС мы раскрыли фундаментальное значение самого понятия «неповторений» и показали количественные аспекты реального хаоса в организации как произвольных, так и не произвольных движений человека (Гавриленко и др., 2017; Зинченко и др., 2016; Eskov, Vazhenova et al., 2017), находящегося в различных физиологических, физических или психических состояниях. Оказалось, что проблема «неповторения» выходит далеко за рамки психологии и психофизиологии, она приобретает фундаментальный характер для всей современной науки, которая занимается изучением живых систем, гомеостатических биосистем, или СТТ, по классификации Уоррена Уивера (Weaver, 1948). Для понимания этой проблемы необходимо разобраться с понятием «статистическая неустойчивость», которое раскрывает смысл «неповторений» Н.А. Бернштейна и лежит в основе эффекта Еськова—Зинченко (Галкин и др., 2017; Еськов, 2017; Еськов, Филатова и др., 2017).

Прежде чем раскрыть реальный смысл эффекта Еськова—Зинченко, который мы из биомеханики перенесли на все гомеостатические системы, мы хотели бы особым образом выделить некоторые выдающиеся работы нобелевского лауреата И.Р. Пригожина. Он, как и Н.А. Бернштейн, очень близко подошел к проблеме

неопределенности в динамике поведения объектов всей живой и некоторых (отдельных) объектов неживой природы (Prigogine, 1997). При этом необходимо выделить и раскрыть главный тезис: такие уникальные (неповторимые) системы (объекты, процессы), как СТТ-*complexity*, не являются объектами современной науки. Этот тезис сам Пригожин представил в своей итоговой работе (незадолго до ухода из жизни) и именно этот тезис мы положили в основу новой ТХС и создания третьей (глобальной) парадигмы естествознания (см., напр.: Еськов, Зинченко, Филатова, 2017). Подчеркнем, что в своем фундаментальном труде (итог нескольких десятилетий работы своего коллектива) «Конец определенности...» Пригожин определил этот конец (для всей науки, а не только для науки о живом) в виде завершения эпохи детерминизма (функционального анализа) и крайней необходимости перехода к миру стохастики (и динамического хаоса Лоренца). Как показали сейчас наши исследования, это было заблуждением (ошибкой) и не только Пригожина, но и второго нобелевского лауреата — М. Гелл-Манна (Gell-Mann, 1997), так как динамический хаос не имеет места в описании динамики СТТ (Зилов и др., 2017; Eskov, Gudkov et al., 2017; Khadartsev et al., 2017).

Неопределенность живых систем оказалась более сложным и действительно трудно описываемым (моделируемым) процессом не только в рамках детерминизма (функционального анализа), но и в рамках всей стохастики и динамического хаоса Лоренца (Еськов, Филатова, Полухин, 2017; Шакирова и др., 2017; Eskov, Eskov et al., 2016, 2017a). Сейчас мы доказали, что ни модели в рамках функционального анализа (уравнения, линии и траектории на графиках и т.д.), ни модели в рамках стохастики (в виде статистических функций распределения $f(t)$, спектральных плотностей сигнала (СПС), корреляций и автокорреляций $A(t)$, фрактальных размерностей и т.д.) не имеют ничего общего с организацией движения в биомеханике и в психологии в целом. Все такие сложные (гомеостатические) системы не могут быть объектом современной *детерминистской или стохастической науки* (ДСН). Если говорить точно, то их описание в рамках ДСН весьма проблематично (Eskov, Eskov, 2014, 2015; Khadartsev et al., 2017; Zilov et al., 2017), так как нет никакой возможности произвольно повторить два раза подряд выборки x_i , описывающие любые психические функции человека (Зинченко и др., 2016; Майстренко, Майстренко, 2017).

Более того, любое уравнение (описывающее динамику биопроцесса) или любая статистическая функция распределения (любого параметра x_i) $f(x_i)$ для единичной (разовой) выборки параметра x_i

в психологии или психофизиологии имеет только ретроспективный характер. Они (функции, уравнения, $f(x)$, СПС, $A(t)$ и т.д.) описывают уже свершившийся факт (т.е. уникальный процесс), но сам Пригожин подчеркивал, что уникальные системы — это не объект ДСН (Prigogine, 1997). На следующем интервале времени Δt_2 мы получим другие функции $f(x)$, СПС и т.д., которые будут отличны от результатов, полученных на предыдущем интервале Δt_1 . При этом имеет место (при $\Delta t_1 = \Delta t_2$ и неизменном гомеостазе биосистемы, т.е. с психикой испытуемого ничего не происходит!) неравенство $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ для j -й и $j+1$ -й выборки x_i . В этом случае организм человека, его психика совершенно не изменяются, но выборки параметров x_i , их статистические функции распределения $f_j(x_i)$ непрерывно и хаотически изменяются.

Конкретные исследования

Мы сейчас приходим в рамках ТХС и новой, третьей глобальной парадигмы (Буданов и др., 2017; Еськов, Филатова и др., 2017; Еськов, Зинченко и др., 2017; Степин и др., 2016) к выводу о хаотической динамике поведения любых параметров организма человека, его психики, при этом с человеком ничего существенного не происходит. Испытуемый находится в неизменном состоянии (в гомеостазе). Проверить это утверждение очень просто на примере организации любого двигательного акта. Например, мы можем зарегистрировать многократно (подряд) выборки *треморограмм* (ТМГ) как здорового человека (обычный поструральный тремор), так и человека, больного паркинсонизмом (здесь речь идет только о произвольных движениях). И в первом, и во втором случае мы можем легко построить матрицы парных сравнений получаемых подряд (в неизменном гомеостазе) выборок ТМГ в виде некоторой координаты $x_i = x_i(t)$, которая описывает положение пальца испытуемого.

Характерные матрицы парных сравнений выборок ТМГ для здорового и больного испытуемого (при 15 повторах регистрации ТМГ, по 5 сек каждая выборка x_i) представлены в табл. 1 и 2. Подчеркнем, что это рядовые параметры из тысячи других подобных матриц, которые были получены от разных испытуемых. В ряде случаев мы у одного и того же испытуемого повторяли подобные измерения по 15 серий (в каждой такой серии по 15 выборок ТМГ). Для всех 225 выборок у одного испытуемого (полученные в одном гомеостазе) мы регистрировали число k пар совпадений выборок ТМГ для каждой серии (из всех 15 серий экспериментов). Оказалось, что эти числа k удовлетворяют статистической устойчивости, т.е.

Таблица 1

**Матрица парных сравнений выборок x_i ТМГ у здорового
испытуемого (при подряд полученных выборках),
число пар совпадений $k_i=5$**

	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	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.95	.00	.24	.00	.00
3	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.00		.11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.11		.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	.00	.00	.00	.81	.00
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.02	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.95	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.91	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00		.00	.00	.00
13	.00	.24	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.91	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.81	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

мы можем получить некоторые статистические закономерности (т.е. найти среднее значение $\langle k \rangle$ для каждого набора из 15 серий регистрации ТМГ) в режиме многократных повторений.

Анализ этих матриц (см. табл. 1 и 2) позволяет сделать ряд принципиальных выводов. Во-первых, для многих тысяч выборок ТМГ мы устойчиво наблюдаем (у разных испытуемых) средние значения $\langle k \rangle \approx 4$. Иными словами, число k пар выборок, которые (две сравниваемые!) можно отнести к одной генеральной совокупности, не превышает обычно нескольких единиц. В редких случаях для отдельных испытуемых (женщины) величина $\langle k \rangle$ может достигать значений 10—15. Подчеркнем, что в математической статистике выборки считаются совпадающими, если доверительная вероятность $\beta \geq 0.95$. Это означает (грубо!), что из 100 опытов в 95 (и более)

Таблица 2

Матрица парных сравнений выборок ТМГ у больного паркинсонизмом (при подряд полученных выборках), число пар совпадений $k_2=1$

	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	.49	.00	.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	.01	.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	.04	.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	.01	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.04	.00	.00	.00	.00		.00	.05	.00	.00	.00
11	.49	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.05	.00		.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

мы будем иметь наступление события (у нас это совпадение пар выборок). Поскольку наше $p \approx 0.04$ (или чуть более), то ни о какой статистической устойчивости в организации постурального тремора здорового человека (и $k_2=1$ у больного паркинсонизмом для него тоже произвольное движение) не может быть и речи. Все выборки ТМГ формируются случайно, доля стохастики (в виде k) исчисляется единицами процентов, так как $p \leq 0.04$, что существенно меньше $\beta=0.95$ (Белощенко и др., 2017; Гавриленко и др., 2017; Eskov, Eskov et al., 2015, 2017b).

Организация постурального тремора (условно произвольного движения здорового индивидуума и точно произвольного движения больного паркинсонизмом) происходит без статистических повторений (чтобы $\beta \geq 0.95$). Смысл эффекта Еськова — Зинченко

заключается в отсутствии произвольного повторения для подряд полученных выборок ТМГ, т.е. для $x_i(t)$ необходимо наблюдать $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$, но этого нет. Вероятность того, что мы можем получить две подряд одинаковые выборки ТМГ (у одного испытуемого, находящегося в неизменном гомеостазе), не превышает для здорового испытуемого $p_n^*=0.02$, а для больного паркинсонизмом $p_6^*<0.005$ (и даже меньше). Мы не можем подряд (произвольно) получить две одинаковые выборки ТМГ как у больного человека, так и у здорового! С позиции стохастики это невозможное событие (Галкин и др., 2017; Зилов и др., 2017; Широков и др., 2017).

Это и есть «повторение без повторений» и это — основа организации любого двигательного акта, так как отсутствует статистическая устойчивость получаемых подряд выборок ТМГ, их статистические функции $f(x_i)$ произвольно не совпадают, т.е. $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ для любых подряд полученных выборок (j -й и $j+1$ -й) выборки на интервалах времени измерения $\Delta t_j = \Delta t_{j+1}$. Отсутствие статистической устойчивости в организации постурального тремора ставит сейчас под сомнение вообще возможность применения методов стохастики в описании гомеостатических систем (СТТ-complexity). В более широком смысле это говорит о том, что нобелевские лауреаты И.Р. Пригожин и М. Гелл-Манн ошибались, считая, что конец определенности наступил только для детерминистских моделей (функционального анализа). Мы постулируем конец определенности уже и для стохастики (и динамического хаоса Лоренца) в описании СТТ-complexity (Буданов и др., 2017; Еськов, Филатова и др., 2017; Степин и др., 2016; Betelin et al., 2017).

Динамика биомеханических систем не подчиняется стохастическим законам. Получаемые подряд выборки x_i не могут демонстрировать статистическую устойчивость. Одновременно получить произвольно равенство двух соседних статистических распределений в виде $f_j(x_i)$ и $f_{j+1}(x_i)$ параметров биомеханической системы x_i (в виде равенства $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$) задача крайне сложная (вероятность такого равенства для ТМГ у нас крайне мала, $p^* \leq 0.01$). Организация движений происходит в режиме хаоса и доля стохастики крайне невелика. Трагизм этой ситуации с неопределенностью подчеркивается высказыванием выдающегося математика современности Р. Пенроуза: «Что означает “вычислимость”, когда в качестве входных и выходных данных допускаются непрерывно изменяющиеся параметры» (Пенроуз, 2003, с. 164). Это говорит о кризисе в изучении особых гомеостатических систем, и мы сейчас предлагаем для выхода из этого кризиса новый аппарат в виде ТХС (Eskov, Eskov et al., 2015, 2016, 2017a, b).

Традиционно считается, что теппинг является произвольным движением, так как мы реализуем это движение с участием сознания (центральная нервная система и высшая нервная деятельность обеспечивают нам регулярные движения конечности). Если мы подряд будем регистрировать по 15 выборок *теппингграмм* (ТПГ) у одного и того же испытуемого, находящегося в одном (неизменном) гомеостазе, то мы можем (как и в предыдущем случае с ТМГ) построить матрицу парных сравнений 15 выборок ТПГ в одном (неизменном) эксперименте. Оказалось, что несколько тысяч повторов подобных экспериментов и сотни матриц парных сравнений выборок ТПГ в неизменном гомеостазе для каждого испытуемого говорят о статистической неустойчивости ТПГ (см. табл. 3 как типовую матрицу для ТПГ).

Таблица 3

Матрица парных сравнений ТПГ у здорового испытуемого при подряд полученных выборках, число пар совпадений $k=15$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.26	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.98	.00	.01
2	.26		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.03	.00	.00	.39	.00	.00
3	.00	.00		.00	.58	.12	.00	.23	.00	.00	.44	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.00		.00	.00	.14	.00	.55	.00	.00	.00	.00	.00	.01
5	.00	.00	.58	.00		.08	.00	.17	.00	.00	.71	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.12	.00	.08		.00	.03	.00	.00	.30	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.14	.00	.00		.00	.31	.00	.00	.00	.00	.00	.02
8	.00	.00	.23	.00	.17	.03	.00		.00	.00	.03	.04	.00	.01	.00
9	.00	.00	.00	.55	.00	.00	.31	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.03
10	.00	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.02	.00	.01	.00
11	.00	.00	.44	.00	.71	.30	.00	.03	.00	.00		.00	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.04	.00	.02	.00		.00	.82	.00
13	.98	.39	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.82	.00		.00
15	.01	.00	.00	.01	.00	.00	.02	.00	.03	.00	.00	.00	.00	.00	

Анализируя табл. 3 (и многие подобные матрицы), мы приходим к заключению, что эти матрицы (как и в случае с ТМГ) не дают статистической устойчивости выборок ТПП. Различие между постуральным тремором (здорового испытуемого) и ТПП заключается только в доле стохастики, в числе k пар выборок ТПП, которые можно отнести к одной (общей) генеральной совокупности. В табл. 3 мы представляем типовую матрицу парных сравнений выборок ТПП, получаемых от одного испытуемого, находящегося в одном (неизменном) гомеостазе, здесь с тремором, только k возрастает от $\langle k_{\text{ТР}} \rangle \approx 4$ для ТПП до $\langle k_{\text{ТПП}} \rangle \approx 15$ для ТПП. Нарастает доля стохастики, в любом случае это число не превышает 25—30 единиц. В целом даже для теппинга мы имеем низкую долю стохастики ($k \ll 95$). Эти повторения ТПП происходят «без повторений». Здесь также имеет место эффект Еськова—Зинченко, и мы наблюдаем хаос в организации движений (теперь уже произвольных) (Eskov, Bazhenova et al., 2017; Eskov, Gudkov et al., 2017; Khadartsev et al., 2017).

В итоге мы имеем различие между непроизвольными движениями (тремор) и произвольными движениями (теппинг) в долях стохастики, в величинах числа k пар совпадений выборок ТМГ (для них $k < 10$), но достигнуть доверительной вероятности $\beta = 0.95$ невозможно! В любом случае получить подряд две одинаковые выборки теппинграмм, т.е. чтобы $f_j(x_i) = f_{j+1}(x_i)$ для любых j -й и $j+1$ -й выборок, — задача крайне сложная. Вероятность такого совпадения выборок ТПП не превышает величину $p^* \leq 0.04$, т.е. значительно меньше доверительной вероятности $\beta = 0.95$. Требовать повторений дважды (подряд) ТПП с позиции стохастики — задача почти невозможная. Тогда возникает фундаментальный вопрос для психологии и биомеханики: с какими выборками мы работали до настоящего времени (уникальными, неповторимыми)? Насколько объективны все наши данные в психологии и психофизиологии, если каждая разовая выборка x_i (параметры организма, психики человека) является уникальной, неповторимой и ее (выборки) статистические характеристики (СПС, $A(t)$, фрактальные размерности и т.д.) тоже уникальны. Мозг, нейросети мозга генерируют уникальные выборки x_i , и это требует новых понятий и новых моделей в измерениях (Степин, 2013).

Заключение

Выдающиеся ученые Н.А. Бернштейн и И.Р. Пригожин очень много сделали для объективизации наших знаний, для развития науки о живых системах. Однако дальнейшее развитие науки (и

новых представлений) о системах третьего типа (*complexity*, гомеостатических системах) невозможно без применения подходов в рамках эффекта Еськова—Зинченко (а это уже ТХС). Статистическая неустойчивость любых получаемых выборок параметров x_p , которые описывают гомеостатические системы (у нас речь шла о биомеханических системах), требует новых понятий (это квазиаттракторы) и новых моделей — моделей гомеостаза.

Объективное признание реальности СТТ-*complexity*, гомеостатических систем, приблизит нас к пониманию базовых принципов работы нейросетей мозга (Зинченко и др., 2016; Широков и др., 2017; Zilov et al., 2017), высшей нервной деятельности человека. Очевидно (а мы это уже доказали), что на уровне центральной нервной системы и высшей нервной деятельности мы будем иметь такую же стохастическую неустойчивость и особый гомеостаз. Сейчас мы уже говорим о гомеостазе мозга, гомеостазе нейросетей мозга и об особых методах изучения психики и поведения человека в тех или иных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потетюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3. № 1. С. 26—31.

Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений / Под ред. В.П. Зинченко. М.: Изд-во «Институт практической психологии»; Воронеж: НПО «МОДЭК», 1997.

Буданов В.В., Журавлева О.А., Шелим Л.И., Монастырецкая О.А. Теория хаоса-самоорганизации в описании гомеостаза // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 42—48. doi: 10.12737/article_594cef10501b75.00977183

Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Чертищев А.А., Валиева Е.В. Статистическая устойчивость параметров энтропии для треморограмм и теппинграмм с позиции термодинамики неравновесных систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 97—103. doi: 10.12737/article_58ef703d5e53c7.28272158\

Галкин В.А., Филатова О.Е., Журавлева О.А., Шелим Л.И. Новая наука и новое понимание гомеостатических систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 75—86. doi: 10.12737/article_58ef6f7a9c4939.90994248

Еськов В.В. Термодинамика неравновесных систем I.R. Prigogine и энтропийный подход в физике живых систем // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 2. С. 7—15. doi: 10.12737/issn.1609-2163

Еськов В.М., Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В. Эволюция понятия гомеостаза: детерминизм, стохастика, хаос-самоорганизация // Биофизика. 2017. Т. 62. № 5. С. 984—997.

Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 1. С. 158—167. doi: 12737/25253

Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Теорема Гленсдорфа—Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодовом стрессе // Экология человека. 2017. № 5. С. 27—32.

Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Признаки парадигмы и обоснование третьей парадигмы в психологии // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. 2017. № 1. С. 3—17.

Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Еськов В.М. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 164. № 8. С. 136—139.

Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа—Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. 2016. № 1. С. 3—24.

Майстренко В.И., Майстренко Е.В. Динамика параметров квазиаттракторов вектора состояния организма педагогов при формировании симптомов фазы «резистенции» синдрома профессионального выгорания // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 1. С. 21—28. doi: 12737/25262

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

Степин В.С. Типы научной рациональности и синергетическая парадигма // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 4. С. 45—59.

Степин В.С., Еськов В.М., Буданов В.Г. Новые представления о гомеостазе и эволюции // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 3. С. 52—58.

Шакирова Л.С., Филатова Д.Ю., Ворошилова О.М., Камалтдинова К.Р. Стохастический и хаотический анализ параметров сердечно-сосудистой системы школьников в условиях широтных перемещений // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 1. С. 15—20. doi: 12737/25237

Широков В.А., Томчук А.Г., Роговский Д.А. Стохастический и хаотический анализ вертеброневрологических показателей пациентов при остеохондрозе позвоночника в условиях севера // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3. № 1. С. 34—38. doi: 10.12737/article_59300a8b456682.41992192

Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // Doklady Mathematics. 2017. Vol. 95. N 1. P. 92—94. <https://doi.org/10.1134/S1064562417010240>

Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V. et al. N.A. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21. N 1. P. 14—23.

Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Zimin M.I. Uncertainty in the quantum mechanics and biophysics of complex systems // Moscow University Physics Bulletin. 2014. 69 (5). P. 406—411. <https://doi.org/10.3103/S002713491405004X>

Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina J.V. Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: Complexity // Moscow University Physics Bulletin. 2015. 70 (2). P. 140—152. <https://doi.org/10.3103/S0027134916020053>

Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // Moscow University Physics Bulletin. 2016. 71 (2). P. 143—154. <https://doi.org/10.3103/S0027134916020053>

Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V. et al. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. 2017a. Vol. 72. N 3. P. 309—317.

Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina Yu.V. Formalization of the effect of “repetition without repetition” discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. 2017b. Vol. 62. N 1. P. 143—150. <https://doi.org/10.1134/S0006350917010067>

Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. 2017. N 3. P. 38—42.

Gell-Mann M. Fundamental sources of unpredictability // Complexity. 1997. Vol. 3. N 1. P. 13—19. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0526\(199709/10\)3:1<9::AID-CPLX4>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0526(199709/10)3:1<9::AID-CPLX4>3.0.CO;2-9)

Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M. et al. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. 2017. Vol. 4. P. 57—65. <https://doi.org/10.1159/000458153>

Prigogine I.R. The end of certainty: Time, chaos, and the new laws of nature. N.Y.: Free Press, 1997.

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

Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental verification of the Bernstein effect “repetition without repetition” // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2017. № 1. P. 1—5.

Поступила в редакцию 15.09.17

Принята к публикации 26.09.17

HYPOTHESIS OF N.A. BERNSTEIN AND THE REAL CHAOS OF HOMEOSTATIC SYSTEMS IN PSYCHOLOGY

Valery M. Eskov¹, Yury P. Zinchenko², Olga E. Filatova¹,
Valery V. Eskov¹

¹ Surgut State University, Institute of Natural and Technical Sciences, Surgut, Russia.

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Psychology, Moscow, Russia

Abstract: This year marks the 70th anniversary of the publication of the monograph by N.A. Bernshtein “On the construction of movements” and 60 years since the publication of his eighth essay “The urgent problems of the regulation of motor acts”. In these works, for the first time, the problem of uncertainty in the organization (and dynamics of behavior) of all systems, which we now designate as homeostatic or systems of the third type, according to W. Weaver’s classification, was first raised. This problem was voiced by N.A. Bernstein as the hypothesis of “repetition without repetition”, within which it is possible (as suggested by Bernstein) to describe any motor acts. After a detailed study of the various types of motion in biomechanics, we ascertained that modern deterministic-stochastic science has approached its developmental boundary in the study of living systems, since the main thesis about the repeatability and predictability of the state of the biosystem (neuronets of the brain, the human psyche) is violated. We turn to the study of systems that are in a continuous chaotic regime of changes of any parameters x_i of such (unstable) systems. The Eskov-Zinchenko effect, which is a quantitative proof of Bernshtein’s hypothesis of “repetition without repetition”, is that the successively obtained samples x_i (in one, unchanged state) demonstrate a kaleidoscope of statistical distribution functions $f(x)$, i.e. $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ for two neighboring registered (from one person) registered samples x_i (i.e., for the j th and $j+1$ th). This erases the boundaries between arbitrary and involuntary movements from the standpoint of their objective, statistical evaluation. Statistical instability of any received samples of parameters x_i , which describe homeostatic systems, requires new concepts and new models - models of homeostasis.

Key words: stochastic, chaos, repetition, Eskov-Zinchenko effect.

References:

Beloshchenko, D.V., Yakunin, V.E., Potetyurina, E.S., Korolev, Yu.Yu. (2017). Otsenka parametrov elektromiogramma u zhenshchin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtoreniya. *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya* [Clinical Medicine and Pharmacology], 3, 1, 26—31.

Bernshteyn, N.A. (1997). *Biomekhanika i fiziologiya dvizheniy* [Biomechanics and physiology of movements] / V.P. Zinchenko (ed.). Moscow: Izd-vo «Institut prakticheskoy psikhologii»; Voronezh: NPO «MODEK».

Betelin, V.B., Eskov, V.M., Galkin, V.A., Gavrilenko, T.V. (2017) Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems. *Doklady Mathematics*, 95, 1, 92—94. <https://doi.org/10.1134/S1064562417010240>

Budanov, V.V., Zhuravleva, O.A., Shelim, L.I., Monastyretskaya, O.A. (2017). Teoriya khaosa-samoorganizatsii v opisaniі gomeostaza. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassics], 2, 42—48. doi: 10.12737/article_594cef10501b75.00977183

Eskov, V.M., Bazhenova, A.E., Vochmina, U.V. et al. (2017). N.A. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person. *Russian Journal of Biomechanics*, 21, 1, 14—23.

Eskov, V.M., Filatova, O.E., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V. (2017). Evolyutsiya ponyatiya gomeostaza: determinizm, stokhastika, khaos-samoorganizatsiya. *Biofizika* [Biophysics], 62, 5, 984—997.

Eskov, V.M., Filatova, O.E., Polukhin, V.V. (2017). Problema vybora abstraktsiy pri primeneniі biofiziki v meditsine. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Bulletin of new medical technologies], 24, 1, 158—167. doi: 12737/25253

Eskov, V.M., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V., Vochmina, J.V. (2015). Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: Complexity. *Moscow University Physics Bulletin*, 70 (2), 140—152. <https://doi.org/10.3103/S0027134916020053>

Eskov, V.M., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V., Vochmina, Yu.V. (2017b). Formalization of the effect of “repetition without repetition” discovered by N.A. Bernshtein. *Biophysics*, 62, 1, 143—150. <https://doi.org/10.1134/S0006350917010067>

Eskov, V.M., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V., Zimin, M.I. (2014). Uncertainty in the quantum mechanics and biophysics of complex systems. *Moscow University Physics Bulletin*, 69 (5), 406—411. <https://doi.org/10.3103/S002713491405004X>

Eskov, V.M., Eskov, V.V., Vochmina, J.V., Gavrilenko, T.V. (2016). The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems. *Moscow University Physics Bulletin*, 71 (2), 143—154. <https://doi.org/10.3103/S0027134916020053>

Eskov, V.M., Eskov, V.V., Vochmina, Y.V. et al. (2017a). Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity. *Moscow University Physics Bulletin*, 72 (3), 309—317.

Eskov, V.M., Gudkov, A.B., Bazhenova, A.E., Kozupitsa, G.S. (2017). The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North. *Human Ecology*, 3, 38—42.

Eskov, V.M., Zinchenko, Yu.P., Filatova, O.E. (2017). Priznaki paradigmy i obosnovanie treʔey paradigmy v psikhologii. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 14. Psikhologiya* [Moscow University Psychology Bulletin], 1, 3—17.

Eskov, V.M., Zinchenko, Yu.P., Filatov, M.A., Ilyashenko, L.K. (2017). Teorema Glensdorfa—Prigozhina v opisaniі khaoticheskoy dinamiki tremora pri kholodovom strese. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 5, 27—32.

Eskov V.V. (2017). Termodinamika neravnovesnykh sistem I.R. Prigogine i entropiynnyy podkhod v fizike zhivykh sistem. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Bulletin of new medical technologies], 24, 2, 7—15. doi: 10.12737/issn.1609-2163

Galkin, V.A., Filatova, O.E., Zhuravleva, O.A., Shelim, L.I. (2017). Novaya nauka i novoe ponimanie gomeostaticeskikh sistem. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassics], 1, 75—86. doi: 10.12737/article_58ef6f7a9c4939.90994248

Gavrilenko, T.V., Gorbunov, D.V., Chertishchev, A.A., Valieva, E.V. (2017). Statisticheskaya ustoychivost' parametrov entropii dlya tremorogramm i teppingramm s pozitsii termodinamiki neravnovesnykh sistem. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassics], 1, 97—103. doi: 10.12737/article_58ef703d5e53c7.28272158\

Gell-Mann, M. (1997). Fundamental sources of unpredictability. *Complexity*, 3, 1, 13—19. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0526\(199709/10\)3:1<9::AID-CPLX4>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0526(199709/10)3:1<9::AID-CPLX4>3.0.CO;2-9)

Khadartsev, A.A., Nesmeyanov, A.A., Eskov, V.M. et al. (2017). Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports. *Integrative medicine international*, 4, 57—65. <https://doi.org/10.1159/000458153>

Maystrenko, V.I., Maystrenko, E.V. (2017). Dinamika parametrov kvaziattraktorov vektora sostoyaniya organizma pedagogov pri formirovaniy simptomov fazy «rezistentsii» sindroma professional'nogo vygoraniya. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Bulletin of new medical technologies], 24, 1, 21—28. doi: 12737/25262

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

Prigogine, I.R. (1997). The end of certainty: Time, chaos, and the new laws of nature. N.Y.: Free Press.

Shakirova, L.S., Filatova, D.Yu., Voroshilova, O.M., Kamaltdinova, K.R. (2017). Stokhasticheskiy i khaoticheskiy analiz parametrov serdechno-sosudistoy sistemy shkol'nikov v usloviyakh shirotnykh peremeshcheniy. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Bulletin of new medical technologies], 24, 1, 15—20. doi: 12737/25237

Shirokov, V.A., Tomchuk, A.G., Rogovskiy, D.A. (2017). Stokhasticheskiy i khaoticheskiy analiz vertebronevrologicheskikh pokazateley patsientov pri osteokhondroze pozvonochnika v usloviyakh severa. *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya* [Clinical Medicine and Pharmacology], 3, 1, 34—38. doi: 10.12737/article_59300a8b456682.41992192

Stepin, V.S. (2013). Tipy nauchnoy ratsional'nosti i sinergeticheskaya paradigma. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassics], 4, 45—59.

Stepin, V.S., Eskov, V.M., Budanov, V.G. (2016). Noveye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Post-nonclassics], 3, 52—58.

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

Zilov, V.G., Eskov, V.M., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V. (2017). Experimental verification of the Bernstein effect “repetition without repetition”. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 1, 1—5.

Zilov, V.G., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Eskov, V.M. (2017). Eksperimental'nye issledovaniya statisticheskoy ustoychivosti vyborok kardiointervalov. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine], 164, 8, 136—139.

Zinchenko, Yu.P., Eskov, V.M., Eskov, V.V. (2016). Ponyatie evolyutsii Glensdorfa—Prigozhina i problema gomeostaticeskogo regulirovaniya v psikhofiziologii. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 14. Psikhologiya* [Moscow University Psychology Bulletin], 1, 3—24.

Original manuscript received September 15, 2017

Revised manuscript accepted September 26, 2017