

DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-1-3

МОЖЕТ ЛИ БЫТЬ СТАТИЧНЫМ ГОМЕОСТАЗ?**В. Ф. Пятин¹, В. В. Еськов²**¹ Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, г. Самара, Российская Федерация² Сургутский государственный университет, г. Сургут, Российская Федерация, iring.squad@mail.ru

Аннотация: особое понимание гомеостаза и гомеостатичного регулирования в целом появилось за последние 20 лет в связи с доказательством гипотезы W. Weaver о биосистемах третьего типа и открытием эффекта Еськова–Зинченко. Однако имеется ряд работ, в которых высказывалось мнение о нестатичности в гомеостатичном регулировании внутренней среды организма человека. Более того, в рамках этого эффекта сейчас говорят об отсутствии статичных состояний любых функций организма человека. Это существенно расширяет наши представления о теории функциональных систем организма человека, которую разрабатывал П. К. Анохин в середине XX века. Сейчас мы вправе говорить о новом понимании кибернетики, которая лежит в основе описания различных физиологических функций человека. Возникает новая биологическая и медицинская кибернетика, в которой нет статичного гомеостаза и нет статики в параметрах функций организма человека.

Ключевые слова: гомеостаз, стохастика, хаос, эффект Еськова–Зинченко.

Для цитирования: Пятин В. Ф., Еськов В. В. Может ли быть статичным гомеостаз? *Успехи кибернетики*. 2021;2(1):26–34. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-1-3.

CAN HOMEOSTASIS BE STATIC?**Vasily F. Pyatin¹, Valery V. Eskov²**¹ Samara State Medical University, Samara, Russian Federation² Surgut State University, Surgut, Russian Federation, firing.squad@mail.ru

Abstract: in 20 years the new understanding of homeostasis and special homeostatic regulation emerged associated with the W. Weaver hypothesis on biosystems of the third type and the discovery of the Eskov-Zinchenko effect. There are some papers about the unstable behavior of the homeostasis regulation in the human body. Now we can speak about the absence of any stable states of any human body function. This significantly expands our understanding of the theory of human functional systems developed by P. K. Anokhin in the middle of the 20th century. Now we can speak of a new understanding of cybernetics as a basis for the definition of various human physiological functions. A new biological and medical cybernetics is emerging; it denies static homeostasis and static parameters of the human body functions.

Keywords: homeostasis, stochastics, chaos, Eskov-Zinchenko effect.

Cite this article: Pyatin V. F., Eskov V. V. Can Homeostasis Be Static? *Russian Journal of Cybernetics*. 2021;2(1):26–34. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-1-3.

Введение

Основоположник теории гомеостаза С. Bernard в своей фундаментальной работе отмечал: «Постоянство или стойкость внутренней среды, гармоничный набор процессов являются условием свободной жизни организма» [1]. В этой работе Бернар активно вводил понятие «регуляция», «живые системы с новыми свойствами», что послужило основой в дальнейшем для создания общей теории систем (ОТС), кибернетики (Н. Винер и П.К. Анохин), биофизики сложных систем [3–5].

Позже, в первой половине XX века, W.B. Cannon [2] расширил и дополнил эти представления. Однако оба этих ученых в своих фундаментальных работах неоднократно говорили не только о «внутренней среде организма», но и о функциях организма, которые обеспечивают гомеостаз. Подчеркнем, что за эти более чем 150 лет эта часть высказываний (у них) о гомеостазе осталась за пределами изучения физиологии и медицины. Практически отсутствуют работы, где бы освещалась проблема неустойчивости функций организма и проблема устойчивости гомеостаза. Однако это является фундаментальной проблемой медицинской и биологической кибернетики (понятия нормы или стандарта).

Сейчас в гомеостаз включают только внутреннюю среду организма, а функции организма (и тем более теорию функциональных систем организма (ФСО) по П.К. Анохину) вообще даже не упоминают. Тогда стоит напомнить, что изучение строения органов и систем без функций — это бессмысленное занятие. И именно об этом все эти годы говорила физиология, которая изучает механизмы этих функций (включая и ФСО) [6–10].

Почему потеряли вторую половину определения гомеостаза?

Сразу отметим, что понятия *гомеостаз* и *гомеостатичное регулирование* существенно расширили свои значения, перейдя в область экономики, политики, философии, психологии и многих других наук. Все эти науки включают в себя совершенно неясное (сейчас мы покажем, почему это так) определение гомеостаза. Это понятие (гомеостаза) ввел именно Бернар, который объединил в гомеостазе два разных термина: постоянство и стойкость. Строго говоря, это два разных понятия, но они имеют общий корень (стой).

Сейчас мы покажем, что никакого постоянства в самом гомеостазе нет и нет никакой стойкости в состоянии параметров гомеостаза и регуляторных систем (ФСО, например), которые участвуют в организации гомеостаза. Само понятие гомеостаза базируется на реально неустойчивых биосистемах, а сам гомеостаз не может быть статичным (т.е. постоянным и устойчивым по своим параметрам). Отметим, что и С. Bernard, и W.B. Cannon говорили об относительной устойчивости, а не о полном постоянстве. Но термин «относительный» ими и другими физиологами за эти 150 лет так и не был раскрыт. Более того, на эту деталь в их работах никто не обращает внимание.

Однако перед этим доказательством отметим одну особенность, которая упорно игнорируется во всей науке последние 100–150 лет. Действительно, уже в первом определении гомеостаза фигурирует понятие «гармоничный набор процессов», и это помещается рядом с «внутренней средой организма». Следовательно, Бернар эти два понятия ставит в один ряд, они равнозначны по идее и самому понятию гомеостаза. Нельзя разрывать объект и его функции. Об этом тоже говорил W.B. Cannon, спустя более 60 лет после публикации С. Bernard он прямо указывает: «... у живых существ, — включая, возможно, мозг, нервы, сердце, легкие, почки, селезенку, действующие совместно (взаимодействующие) ... предложил особое определение этих состояний, гомеостазис» [2]. Из этой цитаты строго следует, что Cannon не отрывает функции и системы (органы с их функциями) от понятия «гомеостазиса». Это цельное понятие, т.к. внутренняя среда обеспечивает свое постоянство за счет работы этих систем. Гомеостаз не может существовать без работы центральной нервной системы (ЦНС), работы ФСО, всего организма (как целого). Они все участвуют в организации гомеостаза.

Однако за эти 90–150 лет из физиологии эти высказывания двух основоположников гомеостаза были изъяты и теперь говорят только о внутренней среде организма человека. Но такой подход искажает основы теории гомеостаза, исключает системное (целостное) изучение гомеостаза. Он противоречит логике науки (нельзя функции биосистемы отделять от ее строения и механизмов функционирования). Для любой системы ее строение, функции, механизмы организации являются единым целым. Это основа и теории систем (всей общей теории систем — ОТС) [11–15]. Более того, биок cybernetika призвана изучать и управляющие функции, и поведение самой системы.

Это очень хорошо понимали классики теории гомеостаза С. Bernard и W.B. Cannon, но за эти 90–150 лет в науке потерялись их исходные высказывания и представления. Более того, в указанной цитате Cannon имеется продолжение: «Это слово (гомеостазис) не предполагает что-либо постоянное или какое-то застойное явление. Оно означает условие, которое может изменяться, но которое относительно постоянно» [2]. Само понятие «относительно» за эти 90 лет так и не было детализировано и расшифровано. Более того, через 16 лет (после публикации Cannon) вышла работа W. Weaver [16], которая дала этому объяснение в рамках общей классификации систем природы (три типа систем).

Напомним, что в математике и биомедицинской кибернетике существует два типа оценки устойчивого (постоянного) состояния любого вектора состояния биосистемы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном фазовом пространстве состояний. С позиции детерминистской науки (например, теории динамических систем) состояние системы будет стационарным (оно называется «стационарный режим» — СР), если для вектора $x(t)$ состояния системы $dx/dt=0$ и $x_i=const$ [17–21].

Очевидно, что это очень жесткое условие (неизменность любого компонента x_i вектора состояния $x(t)$). Для биосистем такое может быть при констатации смерти человека, тогда его многие пара-

метры организма точно стационарируют. Например, кардиоинтервалы (КИ) будут просто отсутствовать, а частота ν сердечных сокращений $\nu=0$, сердце не работает, биопотенциалы мозга тоже покажут $x(t)=0$ и т.д. Все это соответствует СР в рамках математики, но для живого человека получить $dx/dt=0$ невозможно. Строгое равенство вообще для биосистем невозможно, т.к. доказан эффект Еськова–Зинченко (ЭЭЗ). Он проявляется в виде отсутствия статистической устойчивости выборок $x(t)$ [22–28].

Поэтому в биомедицине обычно используют статистические подходы, которые уже исходно не могут показать строгого равенства [29–30]. В этом случае регистрируют несколько выборок, например, две выборки КИ за интервал времени Δt_1 и затем за интервал Δt_2 ($\Delta t_1=\Delta t_2$). В итоге используют различные критерии (например, критерий Вилкоксона p). Если для двух выборок при их сравнении $p \geq 0,05$, то такие две выборки (например, КИ) могут иметь одну общую генеральную совокупность. Можно сказать, что они статистически совпадают.

В итоге две такие выборки КИ ($p \geq 0,05$) будут показывать неизменность биосистемы на общем интервале $T=\Delta t_1+\Delta t_2$. Если мы хотим постоянно мониторировать СР для стохастичной системы, то мы должны мониторировать много раз (например, $n=15$ выборок КИ по 5 минут каждая для одного и того же испытуемого). Очевидно, что этого никто не делает, а просто сравнивают две соседние выборки. Если для них $p \geq 0,05$, то биосистема считается постоянной с позиций стохастики. Что будет, если мы зарегистрируем подряд (у одного и того же человека) 15 выборок КИ, в его неизменном физиологическом состоянии, а затем их статистически сравним попарно? [29–34].

В целом, мы можем работать в рамках детерминистского подхода, когда точка для вектора $x(t)$ в виде $x(t_k)$ — конечного состояния системы — всегда будет точно повторена, т.е. процесс повторяется неизменно. При этом и фазовые траектории $x(t)$ в ФПС могут неограниченное число раз быть повторены (вместе с начальным параметром $x(t_0)$ и конечным состоянием системы $x(t_k)$). Это очень жесткое требование для СР и оно никогда (точно) не выполняется в опытах с биосистемами. Они всегда показывают некоторый статистический разброс [6–10, 17–21].

Более того, и любая выборка (обычно, по всем точкам $x(t_k)$) не может быть точно повторена в ФПС. Мы работаем с выборками в рамках условных правил, и в этом смысле W. Weaver уже для систем второго типа (СВТ), т.е. стохастических систем, вводил понятие *complexity* [16]. Это автоматически приводит нас к *uncertainty*. У СВТ есть *complexity* и *uncertainty* из-за невозможности точно повторить любую точку $x(t)$ в ФПС, как конечное состояние системы $x(t_k)$.

Однако эти два понятия наполняются гораздо более сложным смыслом, если мы приходим к живым системам или системам третьего типа (СТТ) по W. Weaver [16]. Такие СТТ уже не могут быть объектом детерминистской и стохастической науки (ДСН). Это особые системы, у которых нет стационарных режимов (нет устойчивости, нет постоянства, стойкости), о которых пытались сказать и С. Bernard, и W.B. Cannon 160 и 90 лет назад. Сейчас возникает новая наука (теория хаоса-самоорганизации — ТХС), в которой СТТ демонстрируют непрерывный хаос и движение $x(t)$ в ФПС [22–28, 31–35]. В этом случае речь идет о невозможности повторить точно не только точку $x(t)$ или выборку $x(t_k)$, но и сами выборки в рамках статистики неповторимы (из-за ЭЭЗ) [35–36].

Хаос СТТ — хаос гомеостаза, или существует ли стандарт в физиологии?

Итогом предыдущего параграфа должна быть постановка базового вопроса биокибернетики и всего естествознания (и его расшифровка): что такое СР для биосистем, или существует ли СР для всех биосистем (СТТ)? Подчеркнем еще раз, что Bernard говорил про «гармоничный набор процессов». Что такое «гармоничный» и о каких «процессах» сейчас можно говорить во всей биомедицине (а не только в теории гомеостаза)? Что такое «относительное постоянство» у Cannon?

На все эти вопросы до настоящего времени во всей биомедицине ответов не было вообще. Биологи и медики просто игнорировали эти высказывания. В этом смысле весьма показательна работа нашего классика (в области гомеостаза) Ю.В. Наточина. В своей публикации «Гомеостаз» в 2017 году [37] Наточин еще в самом начале напоминает нам все главные задачи физиологии как науки о механизмах функций и их регуляции. При этом он особым образом выделяет проблему гомеостаза и его регуляции с помощью ЦНС и других функций организма человека. Подчеркивается биокибернетическая (проблема управления) сторона функционирования гомеостаза [37].

Очевидно, что физиологические системы имеют свои функции и свои механизмы их регуляции. Однако далее автор уходит от вопроса функций и их регуляции применительно к самому гомеостазу.

Наточин даже не упоминает о «гармоничном наборе процессов» и об «относительном постоянстве». Эти вопросы деликатно опускаются академиком Ю.В. Наточиним из обсуждения. При этом уже во втором разделе (физиологическая норма и эволюция гомеостаза) Наточин опять очень близко подходит к этой проблеме. При этом он невольно демонстрирует общую классификацию систем, которую в 1948 году представил W. Weaver [16]. Подчеркнем, что проблема регуляции функций и самого гомеостаза должна быть центральной проблемой современной биокибернетики. Однако физиологи и медики сейчас очень сильно отошли от идей П.К. Анохина, который вместе с Н. Винером заложил основы самой кибернетики.

Как человек аналитического склада ума, Наточин понимает (и поднимает до обсуждения) главную проблему всей биологии и медицины: что такое стандарт (для гомеостаза, для ЦНС, для функций организма и т.д.), что такое «норма» в физиологии и медицине? Для ответа на этот фундаментальный вопрос (как определить норму или стандарт в медицине?) Ю.В. Наточину приходится в быстром темпе (но в рамках линии всей науки) пройти (и продемонстрировать это) всю эволюцию развития теории систем и всей науки. Именно это нам впервые показал W. Weaver [16] детально и точно, но его никто не понял.

Действительно, в 1948 году Weaver представил всему человечеству общую классификацию всех систем природы. Он сказал, что 300 лет наука изучала детерминистские системы (*simplicity*), системы 1-го типа (СПТ). Все XVII, XVIII, XIX века наука развивала детерминистский подход. Например, создавала теорию динамических систем (ТДС), в которой используются дифференциальные, разностные, интегральные и другие уравнения. Детерминистские подходы развиваются и сейчас, и в этих теориях господствует причинно-следственная связь (прошлое определяет будущее). Детерминизм активно используется и в биокибернетике, где представлены различные уравнения для описания функций организма, поведения живых систем.

Фазовые траектории вектора $x(t)$ в детерминизме легко повторяются, как и конечное состояние системы $x(t_k)$. Все это многократно и точно можно повторить, используя известное уравнение. Однако это совершенно невозможно в стохастике, которая описывает системы 2-го типа (СВТ), или *disorganized complexity*, по определению W. Weaver [16]. Для СВТ точка в конце процесса $x(t_k)$ не несет информации о системе. Для непрерывной случайной величины (НСВ) эта точка $x(t_k)$ никогда не может быть повторена. Появляется *uncertainty* для СВТ [16]. Проблемы стохастического подхода в биологии неоднократно поднимал и Г.Р. Иваницкий [38–40].

Еще более сложная картина возникает у систем третьего типа (СТТ). Здесь мы имеем полную *uncertainty* и *complexity*. Для СТТ мы уже не можем произвольно два раза подряд повторить всю выборку $x(t_k)$, которая получена на интервале Δt_2 . На следующем интервале Δt_2 мы получим другую выборку $x(t_k)$, и она не будет совпадать с первой выборкой $x(t)$. Появляется глобальная *uncertainty* и *complexity* для живых систем — СТТ.

Это и есть ЭЕЗ, и он доказывает отсутствие статистической устойчивости любой выборки $x_i(t)$ — компонент вектора состояния биосистемы $x(t)$. При этом распадается причинно-следственная связь между прошлым и будущим. Это полностью подрывает основы всей детерминистской науки и всей стохастики. В стохастике мы должны повторить начальное состояние $x(t_0)$ и все выборки $x(t_k)$. Это тоже повторение, но в рамках других законов. Для СТТ нет повторений в рамках ДСН [22–28].

Очевидно, что параметры нервно-мышечной системы (НМС), сердечно-сосудистой системы (ССС), биопотенциалов мышц, нервов, мозга человека (в виде электроэнцефалограмм — ЭЭГ) невозможно повторить. Их выборки уникальны, и это легко показать путем сравнения, например, 15-ти выборок КИ, которые были зарегистрированы у одного испытуемого [29–34].

В табл. 1 — типичная матрица парных сравнений 15-ти КИ одного испытуемого. В этой матрице в качестве элементов представлены критерии Вилкоксона p_{ij} для i -й и j -й выборок КИ. Если $p_{ij} \geq 0,05$, то такие две выборки статистически совпадают, они могут иметь общую генеральную совокупность. При $p_{ij} < 0,05$ мы имеем разные выборки (и таких пар в табл. 1 абсолютное большинство).

Очевидно, что в табл. 1 содержится небольшое число k пар выборок КИ, которые статистически совпадают ($k=12$). Обычно 85 % (и более) пар статистически различаются. Это доказывает ЭЕЗ для СССР. Но ситуация гораздо сложнее для группы, где k тоже мало ($k < 15$ %). Однако отсутствие статистического совпадения выборок КИ доказывает потерю однородности группы. С такой группой нельзя работать в стохастике, т.к. выборки разных испытуемых принадлежат разным генеральным совокупностям.

Таблица 1

Матрица парных сравнений выборок кардиоинтервалов (КИ) одного испытуемого (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p<0,05$, число совпадений $k=12$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,07	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,94	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,60	0,30	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,03	0,00	0,00	0,17	0,02	0,06
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00		0,40	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,03	0,40		0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,17	0,01	0,25	0,00	0,00		0,00	0,04
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,83
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,83	

Для примера мы представляем табл. 2, где число k_2 пар, имеющих общую генеральную совокупность, тоже невелико ($k_2=20$). Подобные таблицы доказывают, что невозможно в дальнейшем работать в рамках стохастики с выборками КИ. Они будут уникальными, статистически неповторимыми. Именно к этому призывал W. Weaver в 1948 году, когда предлагал отказаться от дальнейшего применения детерминистского и стохастического подхода в изучении живых систем — СТТ (*complexity*). В этом он видел и главную *complexity* для науки, которая не может описывать СТТ.

В самом названии статьи он противопоставляет науку и *complexity*, которая (в его представлениях) связана с поведением СТТ. Он прямо указывает: «These new problems, moreover, cannot be handled with the statistical techniques so effective in describing behavior in problems of disorganized complexity. These new problems, and the future of the world depends on many of them, requires science to make a third great advance an advance that must be even greater than the nineteenth~century conquest of problems of simplicity or the twentieth~century victory over problems of disorganized complexity. Science must, over the next 50 years, learn to deal with these problems of organized complexity» [16, с. 5–6].

Таблица 2

Матрица парных сравнений выборок кардиоинтервалов (КИ) группы испытуемых (в спокойном состоянии) с помощью непараметрического критерия Ньюмана–Кейлса, число совпадений $k_2=20$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,57	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,62	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
3	0,00	0,62		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,38	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
5	0,57	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00	0,09	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	1,00	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00		0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
10	0,00	0,70	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
11	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	1,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	1,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		1,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00		0,00
15	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Характерно, что и Ю.В. Наточин приходит к аналогичному выводу в своей статье, которая посвящена гомеостазу [37]. Сначала он говорит о стандарте (норме) в параметрах гомеостаза как о некоторой точке. Ю.В. Наточин отмечает: «Многие из этих показателей сохраняются на заданном уровне в течение всей жизни» [37, с. 5]. Здесь четко звучит, что норма (гомеостаз) — это точка (одно значение параметра). Однако далее он высказывает сомнение на этот счет: «...отсутствие знаний о локусе и механизме установки значения нормы ограничивает возможность...» [37, с. 5]. В качестве нормы он уже предлагает работать с выборками [37].

Дальнейшие рассуждения Ю.В. Наточина уводят нас от числовых характеристик выборок (в виде среднего статистического $\langle x \rangle$, статистической дисперсии D_x^*). Он говорит: «Для оценки эффективности гомеостаза, когда речь идет о физико-химических параметрах жидкостей внутренней среды, имеет значение не только среднее значение данного показателя, но и его вариабельность» [37, с. 5]. Это прямой переход к СТТ W. Weaver и к нашей теории хаоса-самоорганизации – ТХС [29–34].

В ТХС, с учетом статистической неустойчивости выборок $x(t)$, мы работаем с вариационными размахами и параметрами псевдоаттракторов (ПА). Площадь S для ПА может оставаться неизменной. Для этого мы рассчитали большое число площадей S для ПА у КИ (по 225 значений S для каждого из 30-ти испытуемых) и построили матрицы парных сравнений выборок уже S для ПА. Для примера мы представляем табл. 3, в которой даны парные сравнения 15-ти выборок S для ПА (в каждой такой выборке всего по 15 значений S для одного и того же испытуемого в его неизменном физиологическом состоянии).

Таблица 3

Матрица парных сравнений выборок площадей S для псевдоаттракторов параметров КИ одного и того же испытуемого (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p<0,05$, число совпадений $k=94$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,16	0,64	0,57	0,05	0,95	0,78	0,13	0,82	0,65	1,00	0,17	0,11	0,09	0,14
2	0,16		0,05	0,10	0,65	0,19	0,31	0,57	0,46	0,50	0,13	0,82	0,83	0,88	0,95
3	0,64	0,05		0,65	0,03	0,78	0,46	0,02	0,61	0,61	0,86	0,05	0,03	0,02	0,13
4	0,57	0,10	0,65		0,04	0,73	0,57	0,05	0,25	0,91	0,57	0,07	0,02	0,03	0,09
5	0,05	0,65	0,03	0,04		0,19	0,23	0,59	0,23	0,16	0,13	0,43	0,78	0,46	0,65
6	0,95	0,19	0,78	0,73	0,19		0,17	0,03	0,50	0,95	0,95	0,28	0,10	0,11	0,21
7	0,78	0,31	0,46	0,57	0,23	0,17		0,09	0,65	0,95	0,82	0,21	0,08	0,16	0,28
8	0,13	0,57	0,02	0,05	0,59	0,03	0,09		0,11	0,36	0,08	0,46	0,53	0,23	1,00
9	0,82	0,46	0,61	0,25	0,23	0,50	0,65	0,11		0,92	0,86	0,86	0,50	0,50	0,57
10	0,65	0,50	0,61	0,91	0,16	0,95	0,95	0,36	0,92		0,86	0,50	0,09	0,50	0,61
11	1,00	0,13	0,86	0,57	0,13	0,95	0,82	0,08	0,86	0,86		0,43	0,08	0,24	0,21
12	0,17	0,82	0,05	0,07	0,43	0,28	0,21	0,46	0,86	0,50	0,43		0,73	0,65	0,73
13	0,11	0,83	0,03	0,02	0,78	0,10	0,08	0,53	0,50	0,09	0,08	0,73		0,78	0,95
14	0,09	0,88	0,02	0,03	0,46	0,11	0,16	0,23	0,50	0,50	0,24	0,65	0,78		0,61
15	0,14	0,95	0,13	0,09	0,65	0,21	0,28	1,00	0,57	0,61	0,21	0,73	0,95	0,61	

Очевидно, что здесь (в отличие от табл. 1 и 2) мы имеем очень высокий процент статистических совпадений выборок S . Обычно в покое $k_S \geq 95\%$. Это доказывает статистическую устойчивость выборок параметров S для ПА. Очевидно, что в ТХС необходимо работать именно с S , которые и определяют норму (или стандарт) [11–15, 35–36].

Обсуждение

Фундаментальные работы С. Bernard и W.B. Cannon игнорируются в той части, где речь идет о функциях организма, участвующих в регуляции гомеостаза. При этом игнорируются высказывания этих классиков и об относительной устойчивости гомеостаза. Эта последняя проблема особенно актуальна в биологической и медицинской кибернетике из-за проблемы выбора нормы (стандарта) в физиологии, медицине, биологии, психологии.

Что такое стандарт (норма) и как он может задаваться в рамках детерминистской и стохастической науки (ДСН)? На этот вопрос попытался дать ответ академик Ю.В. Наточин. Однако логика его рассуждений заставляет думающего ученого уходить от стандарта в виде точки (это основа теории

динамических систем, где СР задается как $dx/dt=0$ и $x=const$) и переходить к стандарту на основе анализа выборки и ее числовых характеристик ($\langle x \rangle$, D_x^* и т.д.).

Однако далее Ю.В. Наточин непроизвольно переходит к системам третьего типа W. Weaver, где необходимо учитывать вариабельность и вариационные размахи. Никаких аргументов для такого перехода Ю.В. Наточин не представляет, но при этом он четко выделил три подхода в изучении гомеостаза (и любых других систем). Об этом еще в 1948 году говорил W. Weaver, когда выделил три типа систем (СПТ, СВТ и СТТ) и предложил три типа наук, которые эти системы изучают. До настоящего времени эта классификация никем не опровергнута, но и нет всеобщего признания заслуг W. Weaver.

В итоге и W. Weaver, и Ю.В. Наточин (в наше время) приходят к необходимости изучения биосистем в рамках новой науки. В этой науке мы работаем с параметрами псевдоаттракторов, которые учитывают вариабельность параметров живых систем. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) мы вводим аналог принципа неопределенности Гейзенберга, когда внутри ПА вектор состояния биосистемы $x(t)$ совершает непрерывное и хаотическое движение.

Выводы

Изучение поведения вектора состояния биосистем $x(t)$ доказывает статистическую неустойчивость выборок компонент $x_i(t)$ этого вектора. Поэтому W. Weaver был прав, когда относил живые системы не к объектам ДСН.

ЭЕЗ в виде статистической неустойчивости выборок $x_i(t)$ особым образом поднимает проблему выбора стандартов (нормы) в биомедицине и требует создания новых критериев выбора однородной группы испытуемых. В рамках стохастики такую группу подобрать невозможно из-за ЭЕЗ и неопределенности 2-го типа.

Предположительно, в качестве стандарта (нормы) можно выбирать параметры псевдоаттракторов. Площади ПА для одного и того же испытуемого могут быть статистически устойчивыми, что демонстрирует табл. 3 для сравнения S ПА для КИ. В целом, после открытия ЭЕЗ необходимо разрабатывать новые критерии однородности группы и новые критерии стандарта для СТТ. Понятие нормы (стандарта) в биомедицине точно (математически) не определено. Это означает полную неопределенность в действиях врача (и биолога), что отрицает распространение закона физики на биосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bernard C. *Introduction à l'étude de la medecine experimentale*. Paris, 1865.
2. Cannon W. B. *The Wisdom of the Body*. New York, 1963, original, 1932.
3. 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):406-411. DOI: 10.3103/S002713491405004X.
4. Filatov M. A., Ilyashenko L. K., Kolosova A. I., Makeeva S. V. Stochastic and Chaotic Analysis of Students' Attention Parameters of Different Ecological Zones. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;7:11-16.
5. Khadartseva K. A., Filatov M. A., Melnikova E. G. The Problem of Homogenous Sampling of Cardiovascular System Parameters among Migrants in the Russian North. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2020;7:27-31.
6. Eskov V. M., Pyatin V. F., Eskov V. V., Ilyashenko L. K. The Heuristic Work of the Brain and Artificial Neural Networks. *Biophysics*. 2019;64(2):293-299. DOI:10.1134/S0006350919020064.
7. Filatov M. A., Ilyashenko L. K., Makeeva S. V. Psychophysiological Parameters of Students before and after Translatitude Travels. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;4:18-24.
8. 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):140-152. DOI: 10.3103/S0027134915020046.
9. Filatova D. Yu., Bashkatova Yu. V., Melnikova E. G., Shakirova L. S. Homogeneity of the Parameters of the Cardiointervals in School Children after North-South Travel. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2020;1:6-10.

10. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K., Eskov V. V., Minenko I. A. Experimental Analysis of the Chaotic Dynamics of Muscle Biopotentials under Various Static Loads. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2018;165(4):415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x.
11. Shakirova L. S., Filatova D. Yu., Ilyashenko L. K., Bashkatova Yu. V. Integrally-Temporal and Spectral Parameters of Cardiovascular System of Pre-Adolescent Population of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Ugra under the Conditions of Latitudinal Displacements. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2018;11:32-36.
12. Filatova O. E., Bashkatova Y. V., Filatova D. Y., Ilyashenko L. K. Human Organism in the Conditions of Homeostatic Dynamics of Meteorological Parameters of the Russian North. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;9:24-30.
13. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vochmina Y. V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein. *Biophysics*. 2017;62(1):143-150. DOI:10.1134/S0006350917010067.
14. Es'kov V. M., Filatova O. E. Compartmental Approach to the Modeling of Neuron Networks. The Role of Excitatory and Inhibitory Processes. *Biophysics*. 1999;44(3):524-525.
15. Eskov V. M., Filatova O. E. Problem Of Identity Of Functional States In Neuronal Networks. *Biophysics*. 2003;48(3):497-505.
16. Weaver W. Science and Complexity. *American Scientist*. 1948;36:536-544.
17. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. M., Ilyashenko L. K. New Effect in Physiology of Human Nervous Muscle System. *Bulletin Of Experimental Biology And Medicine*. 2019;167(4):419-423. DOI:10.1007/s10517-019-04540-x.
18. 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):143-154. DOI: 10.3103/S0027134916020053.
19. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A., Gavrilenko T. V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems. *Doklady Mathematics*. 2017;95(1):92-94. DOI: 10.1134/S1064562417010240.
20. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Vokhmina Y. V., Zimin M. I., Filatov M. A. Measurement of Chaotic Dynamics for Two Types of Tapping as Voluntary Movements. *Measurement Techniques*. 2014;57(6):720-724. DOI:10.1007/s11018-014-0525-x.
21. Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Vokhmina Y. V. Phenomenon of Statistical Instability of the Third Type Systems – Complexity. *Technical Physics*. 2017;62(11):1611-1616. DOI:10.1134/S106378421711007X.
22. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E. Characteristic Features of Measurements and Modeling for Biosystems in Phase Spaces of States. *Measurement Techniques*. 2011;53(12):1404-1410. DOI: 10.1007/S11018-011-9673-4.
23. Filatova O. E., Berestin D. K., Ilyashenko L. K., Bashkatova Yu. V. The Influence of Hypothermia on the Parameters of the Electromyogram at Low Muscle Tone State. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;5:43-48.
24. Filatova O. E., Bazhenova A. E., Grigorieva S. V., Ilyashenko L. K. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect. *Biophysics*. 2018;63(2):262-267. DOI: 10.1134/S0006350918020082.
25. Eskov V. M., Eskov V. V., Vochmina Y. V., Gorbunov D. V., Ilyashenko L. K. Shannon Entropy in the Research on Stationary Regimes and the Evolution of Complexity. *Moscow University Physics Bulletin*. 2017;72(3):309-317. DOI: 10.3103/S0027134917030067.
26. Kolosova A. I., Filatov M. A., Maistrenko E. V., Ilyashenko L. K. An Analysis of the Attention Indices in Students from Surgut and Samara Oblast from the Standpoint of Stochastics and Chaos. *Biophysics*. 2019;64(4):662-666. DOI:10.1134/S0006350919040067.
27. Чепалова Л. С., Яхно Т. А., Манина Е. А., Игнатенко А. П., Оразбаева Ж. А. Гипотеза W. Weaver при изучении произвольных и непроизвольных движений. *Вестник новых медицинских технологий*. 2021;1:75-77. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-75-77.
28. Еськов В. М., Хадарцев А. А., Филатов М. А., Третьяков С. А. Три великие проблемы физиологии и медицины. *Вестник новых медицинских технологий*. 2020;4:115-118. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16782.

29. Филатов М. А., Прохоров С. А., Ивахно Н. В., Головачева Е. А., Игнатенко А. П. Возможности моделирования статистической неустойчивости выборок в физиологии. *Вестник новых медицинских технологий*. 2020;2:120-124. DOI: 10.24411/1609- 2163-2020-16668.
30. Eskov V. M., Papshev V. A., Eskov V. V., Zharkov D. A. Measuring Biomechanical Parameters of Human Extremity Tremor. *Measurement Techniques*. 2003;46(1):93-99. DOI: 10.1023/A:1023482026679.
31. Eskov V. M. Automatic Identification of Differential-Equations Simulating the Behavior of Neuron Circuits. *Measurement Techniques*. 1994;37(3):359-364. DOI: 10.1007/BF02614280.
32. Grigorenko V. V., Eskov V. M., Nazina N. B., Egorov A. A. Information-Analytical System of Cardiographic Information Functional Diagnostics. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020;1515:052027 DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027.
33. Grigorenko V. V., Bashkatova Yu. V., Shakirova L. S., Egorov A. A., Nazina N. B. New Information Technologies in the Estimation of Stationary Modes of the Third Type Systems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020;862:052034. DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034.
34. Заславский Б. Г., Филатов М. А., Еськов В. В., Манина Е. А. Проблема нестационарности в физике и биофизике. *Успехи кибернетики*. 2020;1(2):61-67.
35. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза. *Архив клинической и экспериментальной медицины*. 2019;28(1):21-27.
36. Еськов В. М., Пятин В. Ф., Башкатова Ю. В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. *Успехи кибернетики*. 2020;1(1):58-67.
37. Наточин Ю. В. Гомеостаз. *Успехи физиологических наук*. 2017;48(4):3-15.
38. Ivanitskii G. R. 21st Century: What is Life From the Perspective of Physics? *Physics-Uspekhi*. 2010;53(4):327-356. DOI: 10.3367/UFNr.0180.201004a.0337.
39. Ivanitskii G. R. Self-Organizing Dynamic Stability of Far-From-Equilibrium Biological Systems. *Physics-Uspekhi*. 2017;60:705-730. DOI: 10.3367/UFNe.2016.08.037871.
40. Ivanitskii G. R. The Robot and the Human. Where's Their Similarity Limit? *Physics-Uspekhi*. 2018;61(9):871-895. DOI: 10.3367/UFNe.2018.03.038302.