

DOI: 10.12737/article_5d48338f39ecf8.86815471

ОСОБЕННОСТИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ТРЕТЬЕГО ТИПА)О.Е. ФИЛАТОВА¹, Е.Г. МЕЛЬНИКОВА², С.В. ГОРБУНОВ², Я.Н. НУВАЛЬЦЕВА²

¹ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, Сургут, Россия, 628400

²БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Около 10 лет идет дискуссия от статичности (устойчивости) гомеостаза организма человека. При этом П.К. Анохин и В. Cannon отрицали устойчивость гомеостаза. В рамках нового эффекта Еськова-Зинченко. Сейчас доказано новое полное отсутствие статистической устойчивости параметров функций организма, которые реально участвуют в поддержании гомеостаза. При этом такой эффект уводит любые гомеостатические системы из области традиционной детерминистской и стохастической науки в область новой теории. Возникает возможность описания систем регуляции в основных функциональных системах организма человека. На примере нервно-мышечной системы и кардио-респираторной системы представлено обсуждение возможностей новой теории хаоса-самоорганизации в описании любых гомеостатических систем организма человека.

Ключевые слова: гомеостаз, системы третьего типа, неопределенность, статистическая неустойчивость, теория хаоса-самоорганизации.

PECULIARITIES OF HOMEOSTATIC SYSTEMS (THIRD TYPE)О.Е. FILATOVA¹, E.G. MELNIKOVA², S.V. GORBUNOV², Ya.N. NUVALTCEVA²

¹Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Bazovaya st, 34, Surgut, Russia, 628400

²Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. For about 10 years there has been a discussion about the sustainability of the homeostasis of the human organism. At the same time P.K. Anokhin and B. Cannon denied the sustainability of homeostasis. In the framework of the new effect of Eskov-Zinchenko, the lack of statistical stability of the parameters of organism functions that are involved in maintaining homeostasis is proved. Consequently, homeostatic systems are not the object of study of determinism and stochastics. These systems are the object of a new theory. It becomes possible to describe the regulation systems within the framework of the basic functional systems of the human organism. A discussion of the possibilities of a new theory of chaos-self-organization in the description of any homeostatic systems of the human organism is presented using the example of the neuromuscular system and cardio-respiratory system.

Key words: homeostasis, the third type of systems, uncertainty, statistical instability, theory of chaos-self-organization.

Введение. Мы вступили в эпоху изучения неопределенных, живых, гомеостатических систем третьего типа (по W. Weaver) и эти системы изучать в рамках традиционной, современной науки неудобно, сложно а точнее – НЕВОЗМОЖНО! Наука подошла к изучению неопределенных (с позиций ДСН) систем, наступил «Конец определенности», о котором в 1997 г. пытался сказать I.R. Prigogine. Нобелевский лауреат в этой книге пытался ввести другие

понятия и законы, но он не вышел за пределы современной науки. А этот выход необходимо все-таки выполнить, следуя высказываниям А. Пуанкаре, которые приводил I.R. Prigogine в этой своей замечательной монографии. В противном случае наука стогнируется, остановится в своем развитии, а сложные биосистемы (complexity по I.R. Prigogine и M.Gell-Mann) будут продолжать изучать в рамках детерминистской и стохастической науки – ДСН [4, 10, 11, 14, 16, 17, 20, 25, 26].

Двадцать тысяч испытуемых и обследованных больных, более миллиона выборок КИ, ТМГ, ТПГ, ЭЭГ, ЭМГ и многих других характеристик состояния гомеостаза организма человека и подопытных животных (мышей, кошек, кроликов, крыс, собак и т.д.) убедительно показывают, что системы третьего типа (СТТ) или *complexity* по классификации W.Weaver – это реальность «повторения без повторений» Н.А. Бернштейна (1947 г.), т.е. это не гипотеза Бернштейна, а реальность. Гомеостаз живых систем, работа функциональных систем организма (ФСО), нейросетей мозга и имеют некоторые аналоги за пределами живой природы в виде физических, химических или технических систем, хотя в их основе и лежат именно хаотические, химические и физические процессы. Все такие гомеостатические системы уникальны и невозпроизводимы. Их невозможно описывать в рамках существующих детерминистских или стохастических моделей и именно это составляет главную тайну всей природы (как из неживой субстанции появляются гомеостатические системы?). Формализация в описании таких СТТ – *complexity* становится сейчас возможной в рамках теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [5, 16, 20, 24-27].

1. Математическая трактовка уникальности СТТ – *complexity*. Уникальные биосистемы, ФСО, мозг человека и все эффекторные органы, которыми мозг управляет, не могут быть объектами современной науки. Они не являются объектом первой парадигмы естествознания (детерминизма Ньютона – Галилея, Пуанкаре – Лагранжа). Одновременно СТТ не являются и объектом стохастики, т.е. теории вероятности, математической статистики и даже теории динамического хаоса Лоренца – Арнольда, в которой мы можем иметь аттракторы и равномерные распределения для x_i . Вторая (стохастическая) парадигма естествознания не может быть применима к СТТ–*complexity* хотя бы по одной причине: невозможно два раза произвольно повторить начальное состояние вектора $x(t)$ т.е. $x(t_0)$ при $t=t_0$.

Мы не можем попасть в начальную точку $x(t_0)$ в фазовом пространстве состояний для живого организма (СТТ–*complexity*) произвольно и точно два раза. Более того, мы не можем два раза подряд произвольно повторить выборку (а именно на это надеялся И.Р. Пригожин в своей монографии от 1997 г.) каждого компонента x_i для системы, находящейся в гомеостатическом состоянии (т.е. с СТТ ничего не происходит, она биологически стационарировалась, но $dx/dt \neq 0$ и $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$). Все непрерывно и хаотически изменяется, везде мы наблюдаем эффект Еськова – Зинченко (ЭЕЗ), для любых параметров x_i любого вектора состояний биосистемы $x(t)$. В этом ЭЕЗ мы не можем два раза подряд повторить не только выборки x_i , но и их статистические характеристики.

Нет детерминистской устойчивости (по точкам и траекториям) и нет стохастической устойчивости (по статистическим функциям распределения $f(x)$, амплитудно-частотным характеристикам (АЧХ) или спектральной плотности сигнала (СПС), по автокорреляционным функциям $A(t)$, фрактальным размерностям и другим стохастическим характеристикам). Для СТТ мы не можем построить и аттрактор Лоренца, т.к. нет инвариантности мер, положительных констант Ляпунова и сходимости автокорреляционных функций к нулю для СТТ–*complexity* на любом отрезке времени Δt_j . Все эти особые свойства мы доказали в ряде наших многочисленных публикаций [1, 5, 6, 7-18]. На сегодня это составляет основу ТХС и третьей парадигмы [2-4, 20-22].

Сейчас очевидно, что СТТ–*complexity*, живые гомеостатические системы (включая и мозг человека, изучение которого стало приоритетом современной науки 21-го века) не являются объектом ДСН. Объекты детерминистской и стохастической парадигм существенно отличаются от объектов 3-й парадигмы и ТХС. Создаются третья (глобальная) парадигма естествознания и теория хаоса – самоорганизации, которые должны описать неопределенность и непрогнозируемость

СТТ-*complexity* (эмерджентных систем по J.A. Wheeler). Наступает новая эра естествознания и мировоззрения в целом. Это мировоззрение базируется на самоорганизующемся хаосе, в котором человек становится главной действующей силой и по отношению к своему организму и по отношению к природе (и обществу). Именно в ТХС доказывается, что повторить (приблизительно!) динамику ТХС можно только при наличии *внешних управляющих воздействий* – ВУВов. В медицине, социологии это давно поняли и пытаются сделать такие ВУВы (но не всегда все получается особенно в социумах, когда там создают оранжевые революции). Отметим, что для социальных систем очень важно задание законов их развития и их соблюдения. Раньше, еще в средние века, до начала 20-го столетия, социумы имели неплохие законы и их исполнение. Однако начало 21-го века нарушился этот порядок (в системе управления), мы перешли сначала к стохастическому обществу, а затем к управляемому хаосу (вспомним Ливию, Ирак, Сирию и т.д.).

Теперь все такие СТТ-*complexity* должны достигать своих (привычных для человека) квазиаттракторов с получением научно обоснованных ВУВов (внешних управляющих воздействий). Мы это действительно уже имеем (не совсем удачно) в медицине, в социологии (включая и попытки оранжевых революций), в экономике (только там весьма примитивное управление) и в нашей повседневной жизни, где каждый из нас пытается управлять своей жизнью, здоровьем, экономическим благополучием и т.д. Все мы создаем эти ВУВы для себя и для других людей (если ты врач, учитель, политический деятель, бизнесмен и т.д.). Без ВУВов любая СТТ-*complexity* не будет достигать необходимых для нас квазиаттракторов. При этом ВУВы требуют непрерывного мониторинга параметров $x(t)$ для СТТ (они требуют непрерывной коррективы).

2. Необходимость внешних управляющих воздействий (ВУВов). Эпоха глобального управления вся и всем началась. Это эпоха третьей

парадигмы и ТХС, нового подхода в изучении СТТ-*complexity*. Но это эпоха и глобальных неопределенностей в динамике СТТ. Конец определенности наступил не только в рамках детерминизма (как подчеркивал Пригожин), но и в рамках стохастики, динамического хаоса, всей современной детерминистско-стохастической науки. От того насколько разумно мы будем задавать ВУВы, как мы это будем делать, как это все стратегически будем организовывать зависит наша собственная жизнь, жизнь наших близких, человечества и биосферы Земли. В этом управлении очень важно использовать правильно новые понятия гомеостаза и эволюции гомеостатических систем. Тогда «тремор» $x(t)$ в пределах квазиаттрактора не будет выдаваться за эволюцию (например, социальный «тремор» развития социума – США), а реальные изменения должны измеряться движением *квазиаттракторов* (КА) ФПС по всем координатам x_i . Именно об этом и рассказывается на страницах настоящей статьи.

Главная наша цель – перейти от ДСН к ТХС, к измерениям реальных СТТ. Более полное описание всех эффектов и явлений уже частично представлено нами в более чем 500-х статьях и докладах и более 50-ти монографиях и еще будет представляться в наших последующих публикациях. Пора уже медицине, биологии, психологии, экономике, политологии, экологии переходить от слов к делу (в рамках третьей парадигмы и ТХС), заняться реальным управлением гомеостатических систем. Все эти науки пытаются изучать уникальные системы, и они требуют особого мировоззрения и особых (новых) математических моделей для их описания и прогнозирования. Эти новые модели и методы выходят за рамки современной науки, они не являются объектами функционального анализа или стохастики, так как они неповторимы и непрогнозируемы с позиций ДСН.

Новые модели создавались в рамках третьей парадигмы естествознания и ТХС. Однако пока все это новое очень сложно пробивает себе дорогу в мире глобальной

детерминистко-стохастической науки. Современные ученые предпочитают просто всего этого не замечать и это является главной чертой всей современной науки. Она сама себя зафиксировала и ограничила от новых идей и понятий. Можно сказать, что ДСН сейчас стагнировалась и пытается традиционные модели (функциональный анализ и стохастика) применять для описания *СТТ-complexity* (но это невозможно из-за уникальности СТТ).

Сейчас, многие твердо уверены, что ничего нового человечество уже не создаст, и поэтому конец статистической определенности при изучении СТТ усиленно не замечают. Уверены, что если бы было предложено все это сто лет назад (когда создавалась квантовая механика в физике), то мы бы имели другую реакцию в ученом мире, да и наука (возможно) пошла бы другим путем в своем развитии. Третья парадигма – это еще и новое мировоззрение (в духе И. Канта: ...), а это мировоззрение тоже весьма раздражительно для нашего детерминистко-стохастического (социального) мира. Очень точно и выразительно по этому поводу высказался И. Валлерстайм: «Мы были бы мудрее, если бы формулировали наши цели в свете постоянной неопределенности и рассматривали эту неопределенность не как нашу беду и временную слепоту, а как потрясающую возможность для воображения, созидания поиска. Множественность становится не поблажкой для слабого и невежды, а рогом изобилия сделать мир лучше». Однако и эта цитата выдающегося мыслителя 20-го века мы тоже усиленно игнорируем.

Никто не желает переходить в мир неопределенных систем, в мир хаоса и самоорганизации, хотя оранжевые революции уже начали делать (а это ВУВы в социумах) и обучение в школах начали проводить в духе третьей парадигмы (пытаются обучить методам идентификации параметров порядка). Для нас сейчас очевидно, что параметрами порядка в современной науке являются: статистическая неустойчивость СТТ – *complexity*, понимание особенностей поведения гомеостатических систем, новое

понимание эволюции таких систем на базе неопределенностей 1-го и 2-го типов и пяти принципов организации СТТ. Однако наука все еще движется по инерции в рамках ДСН и наша задача остановить этот маховик, развернуть сознание многих в сторону ТХС, уникальных систем.

3. Фазовые пространства состояний и псевдоаттракторы. В рамках ТХС мы сейчас вводим понятия псевдоаттракторов (или квазиаттракторов). Живые организмы функционируют по другим законам, отличным от стохастики. Это законы новой науки – теории хаоса-самоорганизации. Возникает закономерный вопрос: что в гомеостазе сохраняется? Или мы не имеем никакого постоянства и определение Ю.В. Наточина ошибочно, как и ошибочны взгляды W.B. Cannon, П.К. Анохина и других выдающихся наших предшественников? Что может быть постоянным в гомеостазе, каково правильное (точное) определение гомеостаза? Ответ на эти вопросы базируются на доказательстве отсутствия постоянства (статистической устойчивости) выборок x , параметров систем (нервной, кардио-респираторной и т.д.), которые обеспечивают гомеостаз. Постулируется, что при хаосе НQM (нервной системы)) ССС, НМС мы не сможем обеспечить и постоянство внутренней среды организма человека.

Более того, непостоянство (статистическое) нейросети мозга и ФСО будет приводить к потере и психологического гомеостаза, когда на стандартный внешний раздражитель человек (его высшая нервная деятельность - ВНД) реагирует адекватно, но без повторения. В противном случае (при патологии психики) мы, будем иметь не адекватные реакции (психически не здорового человека).

Кроме внутренней среды, её постоянства, мы сейчас говорим о второй половине гомеостаза – о «процессе функционирования», об «относительном постоянстве» параметров гомеостаза. Однако в рамках статистики такого постоянства нет в принципе и мы должны тогда пересмотреть само определение

гомеостаза и пересмотреть механизмы работы гомеостатической системы. Теперь для параметров x_i мы не будем иметь их точного постоянства, т.е. $dx/dt \neq 0$ и $x \neq const$ на любом интервале времени t . Более того, статистические функции распределения $f(x_i)$, их спектральные плотности сигналов (СПС), их автокорреляции $A(t)$ и т.д. не могут быть постоянными. Они непрерывно и хаотически изменяются [4-11].

Для СТТ это автоматически означает, что нет сохранения математических ожиданий $\langle x \rangle$, дисперсии $D(x)$, нет сохранения моды и медианы, процентилю непрерывно изменяются. Все хаотически изменяется, и мы не можем теперь использовать стохастику. Хаос параметров x , глобален, и он уводит гомеостатические системы из области детерминистской и стохастической науки (ДСН) в область ТХС [2, 20-26].

Попутно отметим, что два нобелевских лауреата (I.R. Prigogine и M.Gell-Mann) многократно высказывались о возможностях динамического хаоса Лоренца в описании живых (гомеостатических) систем. Однако эти надежды были ошибочны. Хаос гомеостатических систем не имеет ничего общего с хаосом Лоренца. Это совершенно другая динамика и использовать теорию детерминированного хаоса Лоренца в описании гомеостаза невозможно.

Отметим, что мы упомянули выше скорость изменения $x_2 = dx_1/dt$ любого параметра гомеостатической систем. Подчеркнем, что любая переменная x , описывающая параметры гомеостаза (концентрация Ca^{++} , Na^+ или K^+ в крови, уровень глюкозы и т.д.) является динамической переменной. Это означает, что x , является функцией времени t , $x_i = x_i(t)$. Тогда для любой такой переменной всегда можно найти скорость ее изменения $x_2 = dx/dt$. Эти две переменные (x_1 и x_2) образуют вектор $x(t)$ состояния гомеостаза в двумерном фазовом пространстве состояний, т.е. $x(t) = (x_1, x_2)^T$.

Поскольку x_1 и x_2 непрерывно и хаотически изменяется, то такой вектор $x(t)$ гомеостаза будет непрерывно и хаотически двигаться в этом двумерном ФПС. Такое

движение $x(t)$ в ФПС имеет вид фазовых траекторий и эти траектории могут пересекаться, что отсутствует в динамическом хаосе Лоренца. Вектор $x(t)$ обычно движется в ФПС внутри некоторого ограниченного объема для ФПС (в нашем случае это площадь S). Такую площадь S в ФПС сейчас в ТХС обозначают как квазиаттрактор (КА). Внутри этого КА вектор $x(t)$ непрерывно и хаотически движется, и мы можем тогда рассчитывать площадь КА в виде S [1, 7-18].

Подчеркнем, что в простейшем случае площадь КА находится как произведение вариационных размахов Δx_1 и Δx_2 для этих двух фазовых координат x_1 и x_2 . Для иллюстрации сказанного мы представим два рисунка (рис. 1.а) и рис. 1.б)), на которых дается фазовая траектория (рис.1) для ТМГ одного и того же человека в состоянии без нагрузки на конечность (палец), рис 1-А, и фазовый портрет ТМГ при нагрузке на конечность $F_2 = 3H$ (в виде статической нагрузки). Очевидно (из рис. 1), что площади КА разные и тогда эта площадь $S_1 = 0,29 \cdot 10^{-6}$ у.е. (д, нагрузки) и $S_2 = 1,53 \cdot 10^{-6}$ у.е. (после нагрузки) могут представлять особенности регуляции двигательных функций человека (в разных физических и физиологических состояниях).

Во всех наших исследованиях мы сейчас доказали [1, 6, 7-18, 20, 24, 25], что площадь S для КА не изменяется, если организм находится в неизменном состоянии. При переходе из состояния H_1 (до нагрузки) в состояние H_2 (при нагрузке $F_2 = 3H$) мы будем наблюдать резкое изменение площади квазиаттракторов. Причем это касается не только НМС, но и других ФСО, например, ССС.

На рисунке 2 мы представляем динамику изменения площади КА для кардиоинтервалов (КИ) женщин трех возрастов. Оказалось, что младшей возрастной группе закономерно КА для КИ всегда больше, чем для среднего возраста (см. рис. 2). У старшей возрастной группы площади КА для КИ всегда небольшие, значительно меньше S_1 КИ для младшей группы и S_2 КИ для средней возрастной

группы. Известно, что с возрастом изменяется гормональный статус человека,

изменяется электролитный состав крови, уровень сахара в крови и т.д.

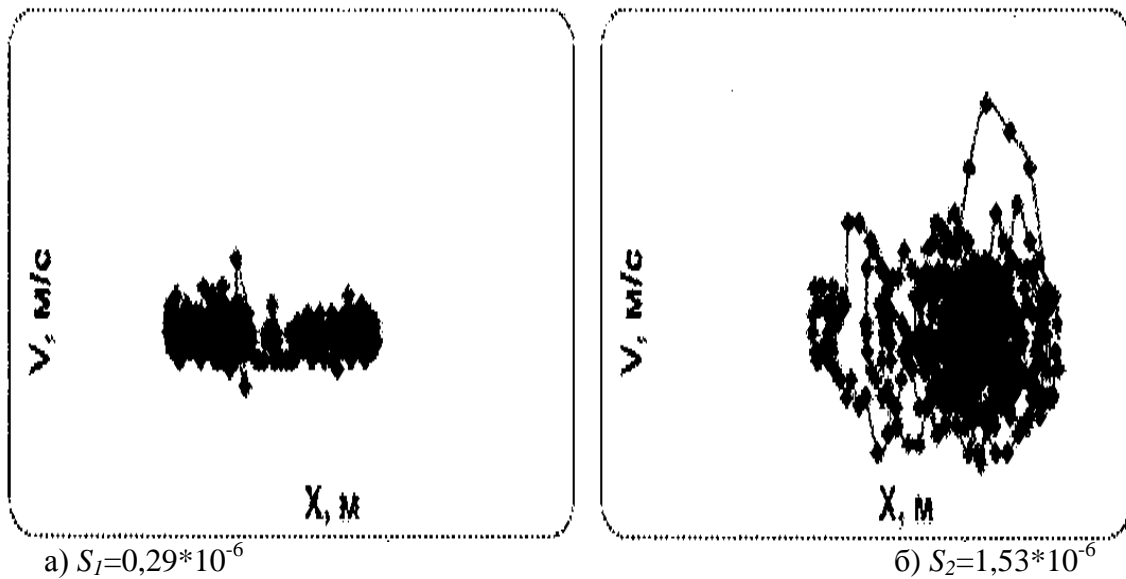


Рис. 1. Фазовый портрет параметров ТМГ испытуемого с координатами $x_1, x_2=dx_1/dt$:

- а) конфигурация КА без нагрузки на конечность (палец) $S_{1КА}=0,29 \cdot 10^{-6}$ у.е.;
 б) изменения конфигурации КА в условиях воздействия нагрузки в 300 г. ($F_2=3H$)
 $S_{2КА}=1,53 \cdot 10^{-6}$ у.е.

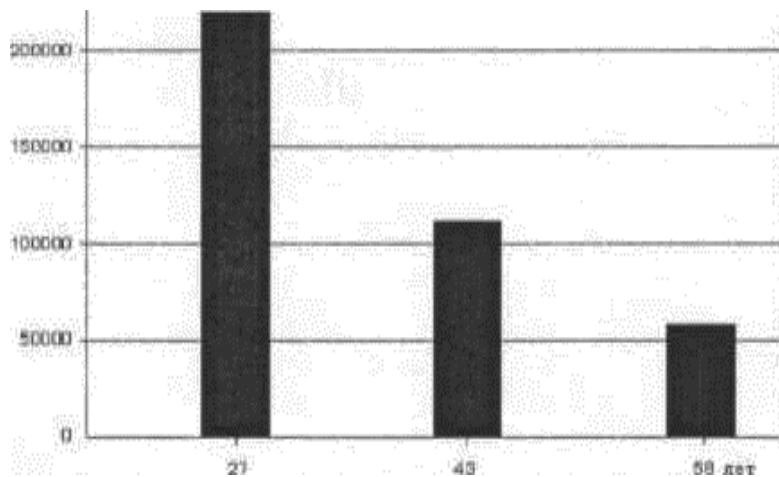


Рис. 2. Усреднённые значения площадей квазиаттракторов S для КИ трех возрастных групп женщин ханты

Возрастные изменения гомеостаза сейчас активно изучаются в геронтологии, но мы сейчас показываем, что изменяется и система регуляции кардиоинтервалов. Площади КА для КИ с возрастом закономерно уменьшаются при нормальном физиологическом старении. Такая динамика на Севере РФ наблюдается только у аборигенов (ханты). Пришрое население демонстрирует другую зависимость S для КИ с изменением возраста.

Итог наших многочисленных наблюдений показывает, что

квазиаттракторы хорошо описывают различные изменения в системах регуляции ФСО и НСМ. В итоге это сказывается и на параметрах гомеостаза. Очевидно, что при таких физических нагрузках изменяются параметры гомеостаза, сто проявляется в изменении параметров квазиаттракторов различных переменных x . Подчеркнем, что для любой такой переменной мы всегда можем рассчитать ее скорость изменения и в итоге подсчитать параметры квазиаттракторов.

Во всех наших измерениях площадь таких квазиаттракторов существенно не

изменяется, если гомеостаз не изменяется. Наоборот, при изменении гомеостаза закономерно изменяется и площадь КА. В целом, сейчас можно твердо говорить, что постоянства статистических функций параметров гомеостаза нет, но при неизменном гомеостазе площадь квазиаттракторов сохраняется. Это касается в первую очередь параметров НСМ и ФСО, которые обеспечивают гомеостаз, но оно распространяется и на параметры гомеостаза (т.е. «...внутренней среды организмов и других биосистем...»).

Подчеркнем, что мы сейчас рассматриваем в нем вторую часть определения гомеостаза, когда говорим о «относительном постоянстве» и «процессах функционирования». Еще раз напомним, что речь об определении Ю.В. Наточина о гомеостазе. Оно содержит сам объект гомеостаза («внутреннюю среду организма») и процессы, которые происходят с этим объектом. В этом классическом определении гомеостаза содержатся термины «процесс функционирования» и «относительное постоянство».

Сейчас мы можем точно говорить о том, что процесс функционирования внутренней среды невозможно характеризовать как некий «относительно постоянный» процесс. Все эти процессы гомеостатического регулирования характеризуются хаосом параметров x , описывающих гомеостаз. Сохраняются параметры квазиаттракторов гомеостаза (если нет изменений самого гомеостаза).

При изменении гомеостаза изменяются и параметры квазиаттракторов. Например, при сахарном диабете мы будем наблюдать большие амплитуды изменения уровня сахара в крови. Более того эти колебания концентрации глюкозы в крови происходят в других областях фазового пространства состояний. Аналогичные изменения мы наблюдаем для колебаний уровня эритроцитов в плане крови. При заболеваниях сердца мы уходим в другую область ФПС, наблюдается поражение обычного дисбаланса электролитов и т.д.

В новом понимании гомеостаза мы должны работать не со статистическими

функциями (x) , а с параметрами квазиаттракторов в ФПС. Необходимо при этом рассчитывать не только динамику $x_i(t)$, но и находить скорость изменения $x_i(t)$, т.е. $x_2 = dx_i/dt$. Именно эти две фазовые переменные и могут реально описывать явление гомеостаза или показывать его изменение (эволюцию $x(t)$ в ФПС). Для изменения гомеостаза сейчас нами уже разработана специальная теория, которая описывает скорость изменения гомеостаза в ФПС.

Заключение. В настоящем сообщении мы акцентируем внимание ученых физиологов и медиков в первую очередь на том, что понятие гомеостаза включает два аспекта. Во-первых, объект гомеостатического регулирования (по С. Bernard это внутренняя среда организма). В этом смысле использовать понятие гомеостаза в других науках (кибернетике, психологии, социологии и т.д.) не совсем корректно. На это обращает внимание Ю.В. Наточин в своей работе. Однако, гомеостаз кроме объекта содержит и характеристики процесса гомеостатического регулирования. А это уже такие понятия как «процесс функционирования...» и указания на то, как этот процесс происходит.

Во всех определениях гомеостаза (начиная с С. Bernard) выделяется характер такого функционирования: «...относительное постоянство...». До настоящего времени никто в мире не представил количественное описание этого понятия (что такое «относительное» и о каком «постоянстве» идет речь?). В ходе наших 25-летних исследований мы пришли к выводу, что для гомеостаза нет никакого «постоянства». Все параметры x , описывающие гомеостаз, непрерывно и хаотически изменяются. Как говорили древние греки: «Все течет, все изменяется». В тысячах построенных матрицах мы наблюдали непрерывное и хаотическое изменение параметров ФСО, нервной системы и самих параметров гомеостаза (водно-солевого гомеостаза, и т.д.). Очевидно, что если системы обеспечения гомеостаза (нервная система, ССС, НМС) демонстрируют непрерывный хаос

статистических функций распределения (для их параметров x , то и сам гомеостаз будет непрерывно изменяться).

Литература

1. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В. Расчет квазиаттракторов для параметров движений человека // Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 31, № 3. – С. 195-199.
2. Еськов В.М. Компарментно-кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС) / В. М. Еськов. Рос. акад. наук, Науч. совет по проблемам биол. физики. Самара, 2003. – 20 с.
3. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Карташова Н.М., Попов Ю.М., Хадарцев А.А. Понятие нормы и патологии в фазовом пространстве состояний с позиций компарментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. – 2005. – Т. 12, № 1. – С. 12-14.
4. Еськов В.М., Зилов В.Г., Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Веневцева Ю.Л., Громов М.В., Карташова Н.М., Кидалов В.Н., Филатова О.Е., Цогоев А.С., Борисова О.Н., Купеев В.Г., Мельников А.Х., Наумова Э.М., Бехтерева Т.Л., Валентинов Б.Г., Демушкина И.Г., Смирнова И.Е., Сясин Н.И., Терехов И.В. и др. Избранные технологии диагностики // 80-летию Тульского государственного университета посвящается. Тула: Изд-во ООО РИФ "Инфра", 2008. – 296 с.
5. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А. Фрактальная динамика поведения человекомерных систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. 18, № 3. – С. 330-331.
6. Еськов В.М., Буров И.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Основы биоинформационного анализа динамики микрохаотического поведения биосистем // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19, № 1. – С. 15-18.
7. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Околосуточные ритмы показателей кардиореспираторной системы и биологического возраста человека // Терапевт. – 2012. – № 8. – С. 36-43.
8. Еськов В.М., Филатова О.Е., Проворова О.В., Химикова О.И. Нейроэмуляторы при идентификации параметров порядка в экологии человека // Экология человека. – 2015. – № 5. – С. 57-64.
9. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. – 2015. – Т. 20, № 4. – С. 66-73.
10. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Еськов В.В. Эффект Еськова-Зинченко опровергает представления I.R. Prigogine, J.A. Wheeler и M. Gell-Mann о детерминированном хаосе биосистем - complexity // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 34-43.
11. 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.
12. 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.
13. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Признаки парадигмы и обоснование третьей парадигмы в психологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2017. – № 1. – С. 3-17.
14. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2016. – № 1. – С. 3-24.

15. Мирошниченко И.В., Григоренко В.В., Филатова Д.Ю., Мнацаканян Ю.В., Особенности поведения параметров сердечно-сосудистой системы школьников при широтных перемещениях // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 1. – С. 45-51.
16. Мирошниченко И.В., Белощенко Д.В., Монастырецкая О.А., Снигирев А.С. Гомеостатические системы порождают проблему однородности выборов в биофизике // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 3. – С. 15-25.
17. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Воробьева Л.А., Куропаткина М.Г., Сазонова Н.Н. Стохастический парадокс Еськова-Филатовой в теории *complexity* // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 2. – С. 76-84.
18. Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Кожемов А.А., Фудин Н.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 9. – С. 87-93.
19. Якунин В.Е., Башкатова Ю.В., Мороз О.А., Куропаткина М.Г. Хаотическая регуляция параметров сердечно-сосудистой системы человека. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 4. – С. 15-23.
20. Eskov V.V., Filatova D.Yu., Ilyashenko L.K., Vochmina Yu.V. Classification of Uncertainties in Modeling of Complex Biological Systems. // Moscow University Physics Bulletin. – 2019. – Vol. 74, No. 1. – Pp. 57-63.
21. Eskov V.V., Pyatin V.F., Eskov V.M., Ilyashenko L.K., Heuristic work of the brain and artificial neural networks. // Biophysics. – 2019. – Vol. 64, No. 2. – Pp. 125-130.
22. Eskov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // Measurement Techniques. – 1994. – Vol. 37, No. 8. – Pp. 967.
23. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatova D.U. Chaotic approach in biomedicine: individualized medical treatment // Journal of Biomedical Science and Engineering. – 2013. – Vol. 6, No. 6. – Pp. 847-853.
24. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems // Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation. – 2013. – Vol. 3, No. 2. – Pp. 67-74.
25. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels. // Human Ecology. – 2019. – No. 4. – Pp. 18-24.
26. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pan W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative Medicine International. – 2017. – Vol. 4, No. 1-2. – Pp. 57-65.
27. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Measuring Order Parameters Based on Neural Network Technologies // Measurement Techniques. – 2015. – Vol. 58, No. 4. – Pp. 462-466.
28. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Eskov V.M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2017. – Vol. 164, No. 2. – Pp. 115-117.

References

1. Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V. Raschet kvaziattraktorov dlya parametrov dvizheniy cheloveka [Calculation of quasi-attractors for parameters of human movements] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2018. – T. 31, № 3. – S. 195-199.
2. Es'kov V.M. Kompartmentno-klasterniy podkhod v issledovaniyakh biologicheskikh dinamicheskikh sistem (BDS) / V. M. Es'kov. Ros. akad. nauk, Nauch. sovet po problemam biol. fiziki. Samara, 2003. – 20 s.

3. Es'kov V.M., Zhivoglyad R.N., Kartashova N.M., Popov Yu.M., Khadartsev A.A. Ponyatie normy i patologii v fazovom prostranstve sostoyanii s pozitsii kompartmentno-klasternogo podkhoda [The normal and pathological state of a human organism in a phase space according to compartmental-cluster approaching] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. [Journal of new medical technologies]. – 2005. – T. 12, № 1. – S. 12-14.
4. Es'kov V.M., Zilov V.G., Fudin N.A., Khadartsev A.A., Venevtseva Yu.L., Gromov M.V., Kartashova N.M., Kidalov V.N., Filatova O.E., Tsogoev A.S., Borisova O.N., KupeeV V.G., Mel'nikov A.Kh., Naumova E.M., Bekhtereva T.L., Valentinov B.G., Demushkina I.G., Smirnova I.E., Syasin N.I., Terekhov I.V. i dr. Izbrannye tekhnologii diagnostiki // 80-letiyu Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta posvyashchaetsya. Tula: Izdvo OOO RIF "Infra", 2008. – 296 s.
5. Es'kov V.M., Filatova O.E., Khadartsev A.A., Khadartseva K.A. Fraktal'naya dinamika povedeniya chelovekomernykh sistem [Fractal dynamics of conduct chelovekomernykh] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. [Journal of new medical technologies]. – 2011. – T. 18, № 3. – S. 330-331.
6. Es'kov V.M., Burov I.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A. Osnovy bioinformatsionnogo analiza dinamiki mikrokhaoicheskogo povedeniya biosistem [The basis of bioinformational analysis of biosystems microchaotic behavior dynamics]// Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. [Journal of new medical technologies]. – 2012. – T. 19, № 1. – S. 15-18.
7. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Filatova O.E., Khadartseva K.A. Okolosutochnye ritmy pokazatelei kardiorespiratornoi sistemy i biologicheskogo vozrasta cheloveka // Terapevt. – 2012. – № 8. – S. 36-43.
8. Es'kov V.M., Filatova O.E., Provorova O.V., Khimikova O.I. Neyroehmulyatory pri identifikatsii parametrov poryadka v ehkologii cheloveka [Neural emulators in identification of order parameters in human ecology] // Ehkologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2015. – № 5. – S. 57-64.
9. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Poskina T.Yu. Effekt N.A. Bernshteina v otsenke parametrov tremora pri razlichnykh akusticheskikh vozdeistviyakh [The effect of N.A. Bernstein in the evaluation of tremor parameters for different acoustic effects] // Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal. [National Psychological Journal] – 2015. – T. 20, № 4. – S. 66-73.
10. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Es'kov V.V. Effekt Es'kova-Zinchenko oprovergaet predstavleniya I.R. Prigogine, J.A. Wheeler i M. Gell-Mann o determinirovannom khaose biosistem – complexity [Eskov-Zinchenko effect refutes the views of I.R. Prigogine, J.A. Wheeler and M. Gell-Mann about deterministic chaos of biological systems - complexity] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. [Journal of new medical technologies] – 2016. – T. 23, № 2. – S. 34-43.
11. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Teorema Glensdorfa - Prigozhina v opisani khaoticheskoi dinamiki tremora pri kholodovom stresse [Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress] Human Ecology [In Russian]. – 2017, № 5. – S. 27-32.
12. Es'kov V.M., Filatova O.E., Polukhin V.V. Problema vybora abstraktsii pri primenenii biofiziki v meditsine [Problem of a choice of abstractions: application the biophysics in medicine] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. [Journal of new medical technologies] – 2017. – T. 24, № 1. – S. 158-167.
13. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatova O.Ye. Priznaki paradigmy i obosnovaniye tret'yey paradigmy [Signs of the paradigm and the rationale for the third paradigm in psychology] // Vestnik moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya

- [Moscow University Bulletin. Series 14: Psychology]. – 2017. – № 1. – S. 3-17.
14. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Yes'kov V.V. Ponyatiye evolyutsii Glensdorfa-Prigozhina i problema gomeostaticeskogo regulirovaniya v psihofiziologii [The concept of Glensdorf-Prigogine's evolution and the problem of homeostatic regulation in psychophysiology] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psikhologiya [Bulletin of Moscow University. Series 14: Psychology]. – 2016. – № 1. – S. 3-24.
 15. Miroshnichenko I.V., Grigorenko V.V., Filatova D.Yu., Mnatsakanyan Yu.V. Osobnosti povedeniya parametrov serdechno-sosudistoi sistemy shkol'nikov pri shirotnykh peremeshcheniyakh [Behavior parameters of cardiovascular system of pupils in transfer latitudinal] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. [Complexity. Mind. Postnonclassic] – 2018. – № 1. – S. 45-51.
 16. Miroshnichenko I.V., Beloshchenko D.V., Monastyretskaya O.A., Snigirev A.S. Gomeostaticheskie sistemy porozhdayut problemu odnorodnosti vyborok v biofizike [Homeostatic systems generate the problem of homogeneity of biophysics sampling] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 3. – S. 15-25.
 17. Pyatin V.F., Eskov V.V., Vorobeva L.A., Kuropatkina M.G., Sazonova N.N. Stokhasticheskii paradoks Es'kova-Filatovoi v teorii complexity [The stochastic Eskov-Filatova paradox in theory of complexity] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 2. – S. 76-84.
 18. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Es'kov V.M., Kozhemov A.A., Fudin N.A. Printsipy trenirovki sportsmenov na osnove teorii khaosa i samoorganizatsii [The foundations of athletes' training based on chaos theory and self-organization] // Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury. [Theory and Practice of Physical Culture]. – 2013. – № 9. – S. 87-93.
 19. Yakunin V.E., Bashkatova Yu.V., Moroz O.A., Kuropatkina M.G. Khaoticheskaya regulyatsiya parametrov serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka. [Chaotic regulation parameters cardiovascular systems of human] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. [Complexity. Mind. Postnonclassic] – 2018. – № 4. – S. 15-23.
 20. Eskov V.V., Filatova D.Yu., Ilyashenko L.K., Vochmina Yu.V. Classification of Uncertainties in Modeling of Complex Biological Systems. // Moscow University Physics Bulletin. – 2019. – Vol. 74, No. 1. – Pp. 57-63.
 21. Eskov V.V., Pyatin V.F., Eskov V. M., Ilyashenko L.K., Heuristic work of the brain and artificial neural networks. // Biophysics. – 2019. – Vol. 64, No. 2. – Pp. 125-130.
 22. Eskov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // Measurement Techniques. – 1994. – Vol. 37, No. 8. – Pp. 967.
 23. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatova D.U. Chaotic approach in biomedicine: individualized medical treatment // Journal of Biomedical Science and Engineering. – 2013. – Vol. 6, No. 6. – Pp. 847-853.
 24. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems // Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation. – 2013. – Vol. 3, No. 2. – Pp. 67-74.
 25. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels. // Human Ecology. – 2019. – No. 4. – Pp. 18-24.
 26. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pan W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative Medicine International. – 2017. – Vol. 4, No. 1-2. – Pp. 57-65.

27. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Measuring Order Parameters Based on Neural Network Technologies // Measurement Techniques. – 2015. – Vol. 58, No. 4. – Pp. 462-466.
28. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Eskov V.M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2017. – Vol. 164, No. 2. – Pp. 115-117.