

ПЯТЬ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ, СИСТЕМ ТРЕТЬЕГО ТИПА

А.А. ХАДАРЦЕВ*, В.М. ЕСЬКОВ**, О.Е. ФИЛАТОВА**, К.А. ХАДАРЦЕВА*

*ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», медицинский институт,
ул. Болдина, 128, Тула, Россия, 300028

**ФГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет», пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628412

Аннотация. Статья посвящена обоснованию пяти принципов, характеризующих сложные системы, системы третьего типа. Приведены возможности, вытекающие из решений уравнений кинематики и динамики. Показана неопределенность, непрогнозируемость и уникальность сложных систем, к которым относится организм человека. Первый принцип, постулат синергетики, связан с однородными системами, в которых изучается динамика поведения всей системы в целом, а не отдельных ее элементов. Второй принцип организации систем третьего типа – свойство мерцания (glimmering property), траекторию движения которых в фазовом пространстве – повторить невозможно. Это положение подтверждено анализом треморограмм. К третьему и четвертому принципам относятся – эволюция и телеологическое движение векторов таких систем к конечному состоянию, описываемому не точкой, а областью фазового пространства, квазиаттрактором. Пятое свойство – возможность выхода координат вектора состояния за пределы 3, 10 и более сигм, что обеспечивает живучесть биологических систем.

Ключевые слова: системы третьего типа, теория хаоса и самоорганизации, фазовое пространство состояний, детерминизм, стохастика, постуральный тремор.

THE FIVE PRINCIPLES OF THE FUNCTIONING OF COMPLEX SYSTEMS, SYSTEMS OF THE THIRD TYPE

A.A. KHADARTSEV*, V.M. ESKOV**, O.E. FILATOVA**, K.A. KHADARTSEVA*

*Tula State University, Medical Institute, st. Boldin, 128, Tula, Russia, 300028

**Surgut State University, Lenin ave., 1, Surgut, Russia, 628412

Abstract. The article is devoted to the basis of the five principles that characterize complex systems, systems of the third type. The authors provide the opportunities caused from the solutions of the equations of kinematics and dynamics. Uncertainty, unpredictability and uniqueness of complex systems, which include the human body, are demonstrated. The first principle, the postulate of synergetics, is associated with homogeneous systems in which the dynamics of the behavior of the system as a whole and not its individual elements, - is studied. The second principle of the organization of the systems of the third type - the glimmering property, - it is impossible to repeat the motion trajectory in phase space. This position is confirmed by the tremorogram analysis. The third and fourth principles are evolution and teleological motion vectors of such systems to the final state, described not a point, but the area of phase space, quasi-attractor. The fifth property is the possibility of the output coordinates of the state vector to outside at 3, 10 and more Sigma, which ensures the survivability of biological systems.

Key words: systems of the third type, chaos theory and self-organization, phase state space, determinism, stochastics, postural tremor.

Введение. Статика не характерна для находящихся в постоянном движении сложных систем, к которым относится организм человека. Кинематика поступательного движения отдельных физических тел, в частности, *материальной точки* (МТ), и последующая динамика ее движения, объединяет фундаментальные понятия координат этой точки: скорости – v и ускорения – a движения точки и тела (как совокупности МТ). При этом любые измерения кинематических характеристик сложных физических и даже биомедицинских систем, могут осуществляться в *фазовых пространствах состояний* (ФПС). Простейшее из таких состояний включает в себя три координаты измерения *вектора состояния системы* (ВСС) в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, x_3)^T$. В таком ФПС для любой биомеханической системы $x_1(t)$ – реальная координата МТ (можно рассматривать движение по одной координате x в простейшем случае), $x_2=dx/dt=v(t)$ – скорость и $x_3=dx_2/dt=a(t)$ – ускорение движения. При регистрации движения МТ в реальном физическом пространстве x, y, z мы будем иметь девятимерное ФПС ($m=9$). Для сложных биосистем тоже можно ввести аналоги координат x_i , но они имеют другой (не физический) смысл и тогда размерность ФПС $m \geq 3$.

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015).

Цель работы – определить сущность пяти основных принципов, характеризующих сложные системы, системы третьего типа.

Результаты и их обсуждение. Кинематические уравнения для точки или физического тела, как совокупности МТ, должны включать в себя задания начальных параметров движения, т.е. должно быть определенное значение координаты МТ в ФПС и траекторию движения МТ в ФПС. Эта траектория позволяет сравнивать динамику точки в ФПС реальную и теоретическую, получаемую из уравнений движения, что является основой всего детерминистского подхода в физике, в т.ч. и механике. Реальный физический эксперимент подтверждает, или опровергает правильность используемых уравнений, возможность их применения для других экспериментов в похожих условиях. В крайнем случае, движение МТ будет представлено статистическими функциями распределения $f(x)$ для каждой координаты x , в каждой точке ФПС. Чаще всего определяется $f(x)$ для конечного положения МТ в ФПС в виде $x(t_k)$. Иным словами можно не наблюдать многократно динамику системы в ФПС, а просто наблюдать (при повторях испытаний) конечное состояние ВСС в ФПС и по получаемой выборке находить $f(x)$ для конечного состояния $x(t_k)$ всего $x(t)$.

Задание $x(t_0)$ и описание $x(t_k)$ в виде уравнений (кинематики или динамики) должно происходить точно (это идеальная теоретическая конструкция в рамках детерминизма) или в рамках статистических функций распределения $f(x_k)$. Однако, и в случае детерминистского моделирования (точные уравнения кинематики и динамики), и в случае стохастического описания движения (для конечного состояния МТ в ФПС) нам необходимо точно задавать начальное значение вектора состояния системы $x(t_0)$. Если $x(t_0)$, как и любое промежуточное состояние ВСС в ФПС в виде $x_i(t_k)$, а также конечное состояние $x(t_k)$ невозможно экспериментально повторить (последнее хотя бы в рамках функции распределения $f(x)$), то мы имеем дело с уникальными объектами. Оказывается, что многие компоненты вектора гомеостаза организма человека в ФПС демонстрируют такие уникальные свойства, когда $dx/dt \neq 0$ непрерывно, а $f(x)$ тоже непрерывно изменяется (опыт невозможно повторить даже в рамках стохастики). При непрерывном и многократном повторении динамики процесса (гомеостаза) и непрерывном мониторинге ВСС $x(t)$ мы будем наблюдать череду изменяющихся $f(x)$ для каждой отдельной выборки, даже если эти выборки будут получаться подряд у одного и того же организма (испытуемого) – это главное свойство всех сложных систем, *систем третьего типа* (СТТ), или *complexity* [4-9, 11].

Для СТТ, примером которых являются многие биосистемы, социальные, экономические, политические системы (и биосфера Земли в целом), – применим аналог принципа Гейзенберга [2]. При этом становится ясной невозможность описания СТТ в рамках детерминистского или стохастического подходов. Такие системы являются полностью неопределенными (на любом интервале времени T), и мы их точно (или даже приближенно) не можем описывать, они не прогнозируемы и уникальны [11], их невозможно моделировать в рамках детерминизма или стохастики [7-9, 18].

Действительно, если мы не можем повторить начальное состояние ВСС в ФПС в виде $x(t_0)$, то о каких уравнениях движения (детерминистский подход) или статистических функциях распределения $f(x)$ можно говорить? Уравнения движения и $f(x)$ должны у СТТ непрерывно изменяться и любой отрезок динамики $x(t)$, выбранный в виде мгновенной реализации на отрезке времени Δt , будет частной реализацией из некоторого теоретически равномерного распределения таких уравнений движения или функций распределения. Все будет непрерывно изменяться, именно для таких биосистем – СТТ мы будем применять принцип неопределенности для координат x_1, x_2, x_3 их ВСС в ФПС. Это составляет основу *второго свойства* (принципа организации) СТТ, *complexity* [11-13].

Важно найти ответ на три вопроса: что считать за их начальное состояние, что такое их стационарное состояние (и существует ли оно вообще), и как описывать скорость и ускорение для них? Согласно аналогу принципа Гейзенберга для биосистем – СТТ, для них всегда выполняется неравенство $dx/dt \neq 0$. Это означает фундаментальное (якобы кинематическое) свойство всех живых систем: они находятся в непрерывном и хаотическом движении, они «*flickering systems*» – мерцающие системы. Поэтому мы сейчас можем выдвинуть фундаментальное утверждение: жизнь – это непрерывный тремор (причем для всех координат гомеостаза). Как тогда описывать такие движения и что такое движение СТТ (их ВСС в ФПС)? Важно, что 1-й закон Ньютона для СТТ невыполним, т.к. многие движения векторов в ФПС могут проходить без участия сторонних тел (сил, систем), за счет внутренних перестроек. СТТ не являются физическими системами, у них другие законы движения, но аналогии с физикой всё-таки имеются!

В предыдущих публикациях [4, 5, 7-9] уже были представлены особые принципы организации биосистем (СТТ), которые включают в себя фундаментальный принцип системности. В 1969 году Н. Накен постулировал: мы не изучаем отдельные элементы системы, т.к. *динамика поведения отдельных элементов системы интегрируются*. Важна *динамика поведения всей системы*. В физике твердого тела движение его МТ, входящей в состав тела, имеет значение, и по нескольким точкам мы можем судить о движении всего тела. Для СТТ это несправедливо. В сложных системах один элемент (или несколько) не определяют движение ВСС в ФПС. В этом заключено первое важное отличие биосистем, СТТ, – от физических тел. Постулат синергетики, определенный Н. Накен, является *первым принципом*

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015).

организации СТТ [13] в теории хаоса и самоорганизации (ТХС). Но этот принцип применим только для однородных систем. Если система иерархическая, то динамика поведения иерарха (одной точки из многих) должна задать динамику всей системы. Фактически, этот принцип был положен в основу компартментно-кластерной теории биосистем (ККТБ). В рамках этой теории было получено много новых результатов (идентификация степени синергизма, теория устойчивости биосистем с компартментной организацией, теория эволюции биосистем). Однако, ККТБ базируется на детерминистских уравнениях и она не учитывает в явном виде принцип организации СТТ. Она является на сегодня единственной переходной теорией от детерминизма к изучению СТТ, моделированию их реальных свойств в рамках ТХС. Более того, эта теория может описывать эволюцию реальных биосистем, например, болезни Паркинсона [10], чего нельзя было осуществить в рамках детерминизма.

Этот второй принцип СТТ (свойство мерцания – *glimmering* (или *flickering*) *property*) является принципиальным и фундаментальным для всех биосистем, для всего их гомеостаза, поскольку он является некоторой аналогией принципа неопределенности Гейзенберга и делает СТТ похожими на квантовые частицы. Этот принцип также переводит любую теорию, описывающую СТТ, в класс особых теорий, которые отличны от детерминистских и стохастических теорий, принятых в современной науке.

Теперь нельзя использовать любые функциональные уравнения и статистические функции распределения $f(x)$ для описания СТТ, т.к. непрерывно $dx/dt \neq 0$, а $f(x)$ тоже непрерывно изменяется. Все эти уравнения и $f(x)$ будут теперь иметь ретроспективное значение. Это означает, что они имеют смысл только для разового описания уже произошедших событий. Будущее для СТТ в рамках детерминизма и стохастики описывать невозможно. Имеется полная неопределенность в конечном состоянии ВСС $x(t_k)$, как в классической теории хаоса В.И. Арнольда. Более того, нельзя однозначно повторить и начальные значения – $x(t_0)$, и промежуточные значения – $x_i(t)$ любого ВСС для любой СТТ. Фактически, имеется некоторая аналогия с физической относительностью движения. Но здесь важна не система отсчета, а принцип движения всей системы. Движение любого элемента системы относительно, поскольку оно не имеет информационного смысла (его можно просто не замечать), если элемент движется внутри системы, кластера, компартмента. Конкретное состояние ВСС в любой момент времени тоже не имеет смысла, так как это всего лишь одна реализация из бесконечного их числа. Поскольку СТТ – это уникальные системы [11, 12], то конкретное значение ВСС $x(t)$ в данный момент времени – не может представлять всю область движения СТТ в ФПС, или в квазиаттракторе.

СТТ – полностью неопределенные системы, подобные квантовым частицам, траекторию движения которых в ФПС мы не можем произвольно повторить. К этим системам относится любая биомеханическая система, так как конкретную траекторию движения (например, конечности) в реальном фазовом пространстве повторить невозможно в принципе. В каждой точке пространства тело (конечность) может демонстрировать *постуральный тремор*, который не имеет повторяемости $x(t_0)$, поскольку все другие состояния $x(t)$ – произвольно невоспроизводимы. Фактически, каждое движение и каждое положение тела (конечности) в пространстве не может быть произвольным, т.к. любое движение человек повторить произвольно не в состоянии. Произвольность любого движения (включая и *тремор*) ограничивает *квазиаттрактор*, и только! *Треморграмма* любого человека неповторима в пространстве и во времени. Любой временной участок тремора будет иметь свою особую функцию распределения $f(x)$, свои особые амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), особые автокорреляционные функции.

Хаос СТТ существенно отличен от хаоса физических систем, который можно моделировать. Известные методы физики, принятые в кинематике для описания движения МТ или тела, не могут быть применены для описания движения СТТ в ФПС, но, по аналогии с физикой, можно представить движение СТТ в ФПС.

Была изучена суперпозиция тридцати АЧХ – рис. Составлена матрица проверки по критерию Вилкоксона (попарное сравнение – табл.) десяти функций распределения $f(x)$ – для последовательно регистрируемых треморограмм (по 5 сек) у одного испытуемого, находящегося в неизменных физиологических условиях. Важно, что все параметры гомеостаза испытуемого укладывались в 5% вариаций, т.е. биологически человек находится в стационарном состоянии. Очевидно, что АЧХ образует при суперпозиции некоторую фазовую область (в координатах А-амплитуда и ν -частота), а критерий Вилкоксона может иногда показать возможность отнесения двух статистических функций $f(x)$, а также их выборки, к одной генеральной совокупности (при проведении более 1000 измерений – это было менее 5%). Но обычно тремор генерирует неповторимые выборки $x(t)$ и неповторимые функции $f(x)$ в ФПС вектора $x=(x_1, x_2, x_3)^T$. Мы можем сравнивать треморограммы у пятнадцати разных испытуемых или даже у одного испытуемого, но находящегося в одинаковых или разных физиологических условиях – результат один: 3–5% совпадений $f(x)$. Этот результат мы получали для кардиоинтервалов, теппинга, миограмм, биохимических параметров крови и для других параметров гомеостаза.

Подобные результаты были получены нами при анализе более 20000 электрокардиограмм (кардиоинтервалов), электромиограмм, электронейрограмм и других параметров гомеостаза (включая и колебания биохимических параметров крови и других биологических систем) у одного и того же человека

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015).

за короткий промежуток времени (и тем более на длительных интервалах T), а также у разных людей. Тем более нет статистических совпадений таких параметров у разных людей при их сравнении, если всё это сравнить с позиций детерминизма или стохастики. Очень редко $f(x)$ может совпадать и это всё случайно, без закономерностей (рис. и табл.). Мы имеем полную неопределенность будущего состояния СТТ, так как прогнозировать $f(x)$ невозможно (в примере табл. имеется только одна пара, принадлежащая одной генеральной совокупности).

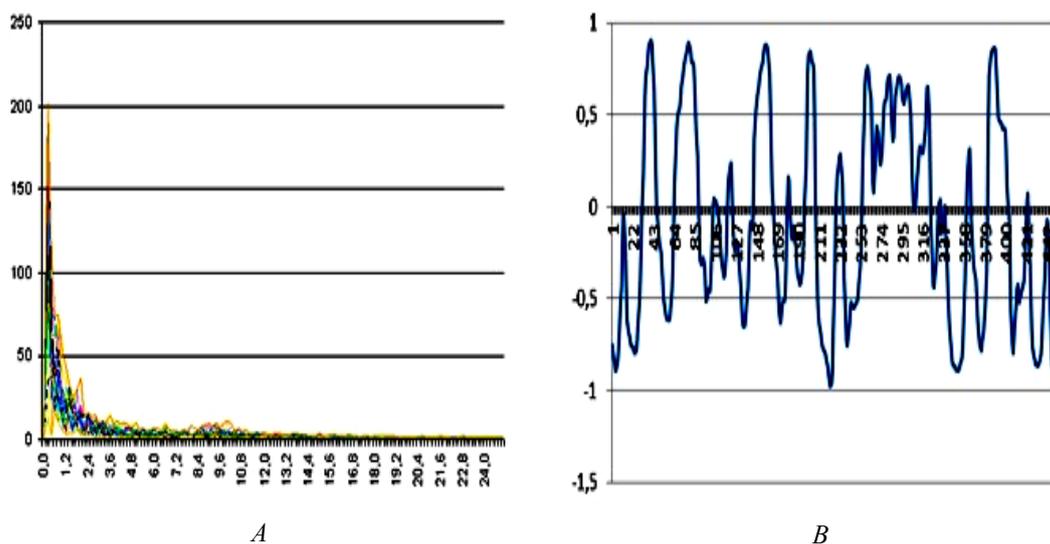


Рис. Амплитудно-частотная характеристика 30-ти треморограмм одного испытуемого при последовательной (5 сек) регистрации – А и вид автокорреляционной функции $A(t)$ для одной треморограммы – В, испытуемый Б.Д.А. (А – амплитуда колебаний $A(t)$)

Таблица

Попарное сравнение по критерию Вилкоксона (при $p < .05$) (испытуемый ВЮ1 эксперименты 1-10) при регистрации треморограмм

	ВЮ1_1	ВЮ1_2	ВЮ1_3	ВЮ1_4	ВЮ1_5	ВЮ1_6	ВЮ1_7	ВЮ1_8	ВЮ1_9	ВЮ1_10
ВЮ1_1		0,0346	0,0070	0,0000	0,0165	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ВЮ1_2	0,0346		0,0026	0,0080	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ВЮ1_3	0,0070	0,0026		0,0000	0,0027	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ВЮ1_4	0,0000	0,0080	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ВЮ1_5	0,0165	0,0025	0,0027	0,0000		0,4635	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ВЮ1_6	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,4635		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ВЮ1_7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
ВЮ1_8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
ВЮ1_9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000
ВЮ1_10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

У СТТ имеются и определенные закономерности, которые обусловлены свойствами их *самоорганизации*. Хаос и самоорганизация (попытки организации порядка) – это две стороны существования любой живой системы, базовое свойство жизни. Можно говорить о борьбе хаоса и самоорганизации, которая существенно отличается от термодинамического равновесия. Это не броуновское движение, здесь

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015).

нет флуктуаций вокруг средних значений, возможны выходы за 3, 10 и даже 20 сигм, это хаос и самоорганизация. Именно это и имели в виду Н. Бернштейн и П. Анохин [2, 10].

Третьим и четвертым принципами организации СТТ являются их эволюция и телеологическое движение ВСС в ФПС. Движения ВСС в ФПС не только хаотическое, это движение имеет вектор развития. Такая эволюция ВСС может происходить при возрастных изменениях, под действием факторов среды (экологических факторы, переезды), при заболеваниях. Фактически, вся медицина призвана изучать эту эволюцию, но сейчас это делается в рамках стохастики, что совершенно ошибочно. Эволюция СТТ может описываться скоростью эволюции в фазовом пространстве, как и любое механическое движение. Однако, главное в таком эволюционном движении – это её направление. Эволюция в некотором смысле телеологически предопределена. Внутренние механизмы самоорганизации задают вектор развития процесса и предполагаемое конечное состояние. Например, процесс старения и смерти каждого человека не имеет детерминистских или стохастических закономерностей, но он уже при рождении предопределен для каждого человека (генетика, образ жизни и т.д.). Эта предопределенность базируется на внутренних механизмах самоорганизации СТТ, внутренних свойствах биосистемы, на телеологической эволюции [2, 9], которая является четвертым принципом, особенностью СТТ, так как их эволюция направлена на некоторое конечное состояние [9]. Но это состояние задаётся не точкой в ФПС, а некоторой областью фазового пространства, которое мы определяем как квазиаттрактор.

Для любой квантовой частицы тоже существует свой квазиаттрактор в виде принципа Гейзенберга и он зависит от энергии и других параметров квантовой частицы. Этот квазиаттрактор мы можем точно определить, если только искусственно и специально будем задавать внешние управляющие воздействия (ВУВ). В квантовой механике тоже имеются внешние воздействия, которые изменяют состояние частицы. Однако, эти ВУВ в медицине задаются при фармакотерапии, хирургических или физиотерапевтических воздействиях. Конечный, финальный квазиаттрактор может задать и сам человек, если сам будет организовывать правильный образ жизни, употреблять некоторые препараты, то есть искусственно создавать ВУВ. Они могут отодвинуть старение или попадание человека в смертельный аттрактор (нахождение в нём заканчивается летальным исходом). Таким образом, эволюция для СТТ частично управляема. Эти управления может задавать сам человек или другие люди (врачи), но они требуют научного обоснования, т.е. наука приобретает другой смысл: от наблюдения – к управлению.

В целом, эволюция и её конечное (телеологически определенное для каждого человека) состояние любой биосистемы может и должно быть изучено и смоделировано в рамках квазиаттракторов. Это новое направление в геронтологии сейчас активно развивается [1]. Рассчитываются объёмы квазиаттракторов, координаты их центров, а также скорости движения этих центров в ФПС, то есть кинематику СТТ, особенности их движения в ФПС. При этом имеется возможность и реальность пятого свойства СТТ – постоянная возможность выхода координат x_i за пределы трёх, десяти и даже двадцати сигм [3]. Пятое свойство объясняет надежность биосистем, которая не имеет аналогов в физике и технике в принципе. Сердце может остановиться на длительное время (выходить далеко за 20 сигм при клинической смерти) и потом опять сокращаться. Любой параметр гомеостаза может внезапно выйти за пределы трёх сигм, что в статистике уже отбрасывается. В физике, технике такие гигантские выбросы могут привести к разрушению системы, переходу в новое качество. Однако, биосистемы такие гигантские отклонения демонстрируют очень часто. И имеются люди, выдерживающие прохождение тока в 1 А через организм, когда обычные люди не выдерживают и 50 мА. Имеются другие примеры уникальных способностей человека: таких, что только один человек из миллиарда может их продемонстрировать, а это частота события $P \times (A) \leq 10^{-9}$.

Заключение. В целом, все биосистемы, биосфера Земли и организм отдельного человека, его сознание и мышление находятся в непрерывном хаотическом движении, для которого характерно $dx/dt \neq 0$, а параметры конечного квазиаттрактора для конкретного индивидуума не определены. Все пять принципов [4, 6, 9] организации СТТ выходят из области детерминистского и стохастического описания, приближают их динамику поведения к квантовым объектам с их принципом неопределенности, но неопределенность СТТ более разнообразная, чем у физических систем. Это разнообразие базируется на непрерывно изменяющихся свойствах систем, на самоорганизации хаотической динамики их ВСС. Последнее и порождают огромное многообразие в кинематике движения ВСС в ФПС. Более того, у СТТ нет стационарных режимов, точек покоя ВСС в ФПС, но они эволюционируют, телеологически движутся в ФПС.

Литература

1. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. М.: МЕДИЦИНА, 1998. 285 с.
2. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений. / Под ред. В. П. Зинченко. М.: Изд-во института практ. психологии; Воронеж: НПО “МОДЭК”, 1997. 608 с.
3. Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Химикова О.И., Соколова А.А. Новые методы для геронтологии в прогнозах долгожительства коренного населения Югры // Успехи геронтологии. 2014. Т. 27, № 1. С. 30–36.

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015).

4. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Новые методы изучения интервалов устойчивости биологических динамических систем в рамках компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. 11, № 3. С. 5–6.
5. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Джумагалиева Л.В. Наука о живом и философия живого в интерпретации В.И. Вернадского и современной теории хаоса-самоорганизации как основа третьей парадигмы естествознания // В.И. Вернадский и ноосферная парадигма развития общества, науки, культуры, образования и экономики в XXI веке / Под науч. ред. А.И. Субетто и В.А. Шамахова. В 3-х томах. Том 2. СПб.: Астерион, 2013. С. 188–208.
6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний // Измерительная техника. 2010. №12. С. 53–57.
7. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems / Eskov V.M. [et al.] // Measurement Techniques. 2006. V. 49, N. 1. P. 59–65.
8. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states / Eskov V.M., Filatova O.E. [et al.] // Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements. 2011. V. 53, no 12. P. 1404–1410.
9. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Kozlova V.V., Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques. 2012. V. 55, no 9. P. 1096–1101.
10. Haken H. Principles of brain functioning: a synergetic approach to brain activity, behavior and cognition (Springer series in synergetics). Springer, 1995. 349 p.
11. Prigogine I. The Die Is Not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000. Vol. 25, № 4. P. 17–19.
12. Prigogine I. The philosophy of instability. Futures, 1989. P. 396–400.
13. Weaver W. Science and Complexity. Rockefeller Foundation, New York City. American Scientist, 1948. 36 p.

References

1. Anokhin PK. Kibernetika funktsional'nykh sistem. Moscow: MEDITSINA; 1998. Russian.
2. Bernshteyn NA. Biomekhanika i fiziologiya dvizheniy. Pod red. V. P. Zinchenko. Moscow: Izd-vo instituta prakt. psikhologii; Voronezh: NPO "MODEK"; 1997. Russian.
3. Gavrilenko TV, Es'kov VM, Khadartsev AA, Khimikova OI, Sokolova AA. Novye metody dlya gerontologii v prognozhakh dolgozhitel'stva korennoho naseleniya Yugry. Uspekhi gerontologii. 2014;27(1):30-6. Russian.
4. Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Novye metody izucheniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem v ramkakh kompartmento-klasterного podkhoda. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;11(3):5-6. Russian.
5. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Dzhumagaliyeva LV. Nauka o zhivom i filosofiya zhivogo v interpretatsii V.I. Vernadskogo i sovremennoy teorii khaosa-samoorganizatsii kak osnova tret'ey paradigmy estestvoznaniya. V.I. Vernadskiy i noosfernaya paradigma razvitiya obshchestva, nauki, kul'tury, obrazovaniya i ekonomiki v XXI veke. Pod nauch. red. A.I. Subetto i V.A. Shamakhova. V 3-kh tomakh. Tom 2. SPb.: Asterion; 2013. Russian.
6. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatova OE. Osobennosti izmereniy i modelirovaniya biosistem v fazovykh prostranstvakh sostoyaniy. Izmeritel'naya tekhnika. 2010;12:53-7. Russian.
7. Eskov VM, et al. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems. Measurement Techniques. 2006;49(1):59-65.
8. Eskov VM, Filatova OE, et al. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements. 2011;53(12):1404-10.
9. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov MA. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-101.
10. Haken H. Principles of brain functioning: a synergetic approach to brain activity, behavior and cognition (Springer series in synergetics). Springer; 1995.
11. Prigogine I. The Die Is Not Cast. Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000;25(4):17-9.
12. Prigogine I. The philosophy of instability. Futures;1989.
13. Weaver W. Science and Complexity. Rockefeller Foundation, New York City. American Scientist; 1948.

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015).