

II. ФИЛОСОФИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ В ОБЩЕЙ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЕ

DOI: 10.12737/article_594cef10501b75.00977183

ТЕОРИЯ ХАОСА-САМООРГАНИЗАЦИИ В ОПИСАНИИ ГОМЕОСТАЗА

БУДАНОВ В.В.¹, ЖУРАВЛЕВА О.А.², ШЕЛИМ Л.И.³, МОНАСТЫРЕЦКАЯ О.А.²

¹Ивановский государственный химико-технический университет, 153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, 7.

²БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия

³МБОУ Гимназия им. Ф.К. Салманова, 628402, г. Сургут, ул. Геологическая, 19/1.

Понятие гомеостазис (как особое состояние внутренней среды организма) возникло из наблюдений и исследований физиологов, но было значительно расширено на многие сложные системы (и не только биосистемы) – *complexity*, которые подобны организму человека. Как результат такого развития, т.е. расширения этого понятия, мы приходим к синергетическим системам (начиная от выдающегося физиолога Ч. Шеррингтона), которые обладают особыми свойствами и которые весь 20-й век в рамках общей теории систем (начиная от Л. фон Берталанфи) пытались изучать и описывать в основном в рамках детерминистского или стохастического подходов. Упомянув всю эту хроно-логию, мы обязательно должны говорить и о теории *функциональных систем организма* человека, ранее разрабатываемой П.К. Анохиным, а сейчас его научной школой. Однако, эта область знаний о предтечах синергетики – особая область, требующая отдельного большого изучения. При этом особо выделим: до настоящего времени гомеостаз изучается только с позиций детерминистской и стохастической науки, а это создает большие трудности в его изучении из-за наличия неопределённостей 1-го и 2-го типов, которые сейчас активно изучаются в рамках 3-й парадигмы.

Ключевые слова: хаос, самоорганизация, эффект Еськов-Зинченко.

THE THEORY OF CHAOS-SELF-ORGANIZATION IN THE DESCRIPTION OF HOMEOSTASIS

BUDANOV V.V.¹, ZHURAVLEVA O.A.², SHELIM L.I.³, MONASTYRETSKAYA O.A.²

¹Ivanov State University of Chemical Technology, 153000, Ivanovo, Sheremetevsky Ave., 7.

²Surgut State University", 628400, Surgut, Lenina St., 1.

³Gymnasium for them. F.K. Salmanova, 628402, Surgut, Geologicheskaya St., 19/1.

The definition of homeostasis (as a very special state of human body) was investigated according to physiological research and now it is used for many others different systems (as human body dynamics). As a result of such development we get special synergetic systems (according to Ch. Sherrington's). The synergetic systems present very special property but according from the C. fon Bertalanty investigation we use determinists models and stochastics approaches for it investigation. According to the chronology we must remember famous P.K. Anochin theory of human body functional systems (HFS). But theory of HSF is not common and needs special mathematical models for description. So till now homeostasis was investigated only according to modern deterministic and stochastics science (DSS). But there are some special uncertainties of first and second types which are investigated according to new third paradigm.

Key words: chaos, self-organization, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. В теории *функциональных систем организма* (ФСО) П.К. Анохин понятием полезного конечного эффекта для организма дополнял, фактически, гомеостазис Кеннона, но и П.К. Анохин, Н. Винер, и даже *I.R. Prigogine* оставались в рамках *детерминистской и*

стохастической науки (ДСН) при изучении особых систем 3-го типа (по классификации *W. Weaver*, 1948 г.). В 1997 г. Пригожин выпустил монографию («Конец определенности» [20]), в которой доказал ограничение применения функционального анализа в изучении

complexity (живых систем), но этого оказалось недостаточно. Двадцать лет спустя В.М. Еськов доказал конец определенности и для стохастичности в изучении *complexity* [3-10, 17-19].

В ходе развития самого понятия гомеостатиза всегда вне пределов обсуждения оставалась проблема особых свойств объектов, подобных организму человека, которые действительно обладают особыми свойствами гомеостатических объектов (С.П. Курдюмов и В.С. Степин их обозначили как человекомерные системы – *complexity*) [13, 14]. Условное стационарирование температуры тела – это действительно выдающееся достижение эволюции млекопитающих [3, 11, 12, 19, 20].

1. Специфика систем третьего типа по W. Weaver и ТХС.

Warren Weaver в его известной публикации «*Science and complexity*» ввел понятие организованной сложности, но не выполнил тогда систематизацию объектов СТТ, не выделили их свойств и, главное, не предложил методы и модели для их описания. Многочисленные попытки Н. Haken и I.R. Prigogine [20] в области синергетики и теории *complexity* также закончились безрезультатно в плане выделения особого математического аппарата и особых моделей для описания *complexity* с самоорганизацией. Сам Пригожин в предсмертной статье «*The Dieisnot Cast*» [1999 г.] выделил системы в природе, которые современная наука не изучает и не описывает. Речь идёт об уникальных системах, которые не повторяются в пространстве и времени. Именно эти системы и составляют основные объекты в биологии и медицине. Эти особые объекты (с их уникальными свойствами) уже описывали в своих обзорах В.В. Смолянинов [12] и Г.Р. Иваницкий [11]. Однако особое свойство непрерывного мерцания и эволюции каждой *complexity* остаётся всё-таки за пределами ДСП [1-7, 15-20]. Объясняется это тремя базовыми особенностями (принципами организации) СТТ.

Во-первых, все СТТ (*complexity* в трактовке Пригожина-Хакена) не имеют точек покоя в традиционной ДСН. Например, для СТТ никогда их вектор состояния систем – ВСС $x=x(t)$ не сможет продемонстрировать стационарный режим в виде $dx/dt=0$. Для любой СТТ их ВСС в ФПС испытывает непрерывное и хаотическое движение [1-5]. Это движение (как и

движение электрона в условиях энергетических ограничений, например, в потенциальной яме или на определённом энергетическом уровне в атоме) ограничено определёнными рамками, накладываемыми на любые фазовые координаты x_1 и $x_2 = dx_1/dt$. Таким образом, СТТ не имеют стационарных режимов в аспекте ДСН, но их движение в ФПС всё-таки ограниченное [3-10].

Во-вторых, в биомеханике такими фазовыми координатами являются реальные механические координаты в виде положения конечности (пальца при постуральном треморе) по отношению к регистрирующему датчику – $x_1 = x_1(t)$ и скорости перемещения конечности $x_2 = x_2(t) = dx_1/dt$. На фазовой плоскости вектора $x = (x_1, x_2)^T$ можно построить фазовые траектории, которые всё-таки будут иметь определённые границы в пределах фазового пространства. Эти границы образуют некоторую область в ФПС, которая характеризует физиологическое (психическое) состояние субъекта (испытуемого) и которую мы будем обозначать как квазиаттрактор (КА). Объём квазиаттрактора (V_G) является важной характеристикой объекта, и он используется сейчас нами в биологии, психологии и медицине для диагностики функций организма испытуемого [1-6, 14-16]. Таким образом, КА – важная характеристика любой СТТ (*complexity*), динамики поведения их ВСС в ФПС [6-10, 17-19].

В целом, все СТТ – это особый тип систем, которые находятся в непрерывной хаотической динамике и для которых отсутствует возможность какого-либо прогноза в будущем их конечного состояния $x(t_k)$. Именно это пытался сказать М. Gell-Mann в своем обращении, но только в отношении физических систем. У этих особых СТТ наряду с особым хаосом имеются и механизмы самоорганизации. Поэтому мы сейчас разрабатываем новые методы описания СТТ (отличных от детерминистских и стохастических систем), которые базируются на новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС), которая включает в себя 5 принципов организации СТТ: компартментно-кластерное строение, свойство «мерцания» СТТ (когда непрерывно $dx/dt \neq 0$), эволюцию СТТ и их телеологическое движение к некоторому конечному КА, наконец, возможность выхода не только за 3 сигмы, но и за 10, 20-ть сигм, что в стохастике исключено пол-

ностью. Последнее свойство гигантских отклонений от координат центра квазиаттрактора характерно только для СТТ – *complexity*. Технические или физические системы в этом случае просто прекращают своё существование. Однако в квантовой механике такие эффекты имеют место в виде туннельных эффектов: частица может преодолеть потенциальный барьер (выйти из ядра, например) и даже возвратиться обратно. Поэтому ТХС по целому ряду принципов и свойств СТТ имеет общие корни с квантовой механикой. В первую очередь речь идет об аналоге принципа Гейзенберга в ТХС.

Сейчас мы подошли к границе применимости детерминизма и стохастики в описании гомеостатических систем. Поэтому очень важно понять (и доказать) особенности СТТ – *complexity*, их специфику в рамках ТХС. Одновременно мы должны осознать и понять усилия наших предшественников в изучении СТТ, что и будет представлено в настоящем сообщении с позиций общих, философских представлений.

2. Особые представления о гомеостазе или философия *complexity*

Рассматривая понятие гомеостазиса человека и целых урбанизированных экосистем в условиях искусственных экосистем, мы постоянно должны помнить о необходимости поддержания устойчивых потоков энергии и (как следствие) трофических потоков. Иными словами гомеостазис отдельного организма человека всегда будет требовать создания особых искусственных потоков во внешней среде. В противном случае наступит термодинамическое равновесие в виде смерти отдельного человека или целой экосистемы. Все это расширяет границы применения и понятия гомеостаза: от гомеостаза организма отдельного человека до гомеостаза колонии людей в искусственных экосистемах. В этих случаях тоже нужно создавать (уже искусственно) градиенты и потоки на границах перехода внутренней среды (закрытая экосистема и люди, живущие в ней) и внешней среды (космоса, условий жизни на отдельной планете), придется эксплуатировать внешнюю среду, как это делает сейчас организм каждого человека [6-10, 17,18].

Такая проблема имеет экологические, физиологические, физические и философские аспекты, но в целом это проблема «человек и среда обитания». При этом главной особенностью подобных биосистем (например, организм отдельного человека и экосистема в космосе) является постоянное мерцание (хаотическое движение) вектора состояния биосистем (ВСБ) в фазовом пространстве состояний и его постоянная эволюция. Последнее проявляется в постоянном (возможно, телеологическом) движении области фазового пространства, внутри которой движется ВСБ, в определенном направлении. Подобная эволюция была описана в теории смены любой парадигмы (Т. Кун) и в теории эволюции любой сложной системы, характеризуемой понятиями: возникновение, расцвет, спад, смерть (разрушение). В теории гомеостаза на основе новых подходов в рамках ТХС такая самоорганизация наблюдается с возрастом у каждого человека [3-7]. В целом, любой гомеостаз трудно представить без эволюции [18].

В любом состоянии вектора $x(t)$ для таких сложных, синергетических систем, их гомеостаз будет характеризоваться основными свойствами: кластеризация и компартиментализация, мерцание $x(t)$ в фазовом пространстве в пределах некоторой ограниченной области фазового пространства ВСБ – *квазиаттрактора*, эволюция таких КА в ФПС и, наконец, возможность хаотически изменять параметры КА в виде их объёмов V_G . Все это относится к пяти особым свойствам сложных (синергетических) систем, к которым, в первую очередь, относится организм человека в целом, и его ФСО (в виде кластеров), обеспечивающих гомеостаз [15-19].

Таким образом, современная трактовка гомеостаза (как особого состояния организма) в рамках третьей (синергетической) парадигмы дает нам новое понимание этого термина (как особого состояния *complexity*). Ранее, в рамках ДСП, «неподвижное состояние» описывалось условиями для $x(t)$ в виде $dx/dt = 0$ или $x_i = const$, а с позиций стохастики в виде неизменности функций состояний $f_j(x_i)$, где j – номер серии наблюдений (за интервал времени Δt_i). Теперь мы можем говорить о некоторых постоянных (условно) параметрах *квазиаттракторов*. Последнее касается как объёмов V_G для КА, так и координат их (КА) центров в

ФПС. Гомеостаз (как состояние биосистемы и ее $x(t)$ в ФПС) теперь может быть представлен (при этом сам $x(t)$ непрерывно и хаотически движется внутри КА, а его параметры непрерывно дают $dx/dt \neq 0$) условиями: $V_G \approx const$, $x_i^c \approx const$. Здесь x_i^c – координаты центров КА, внутри которых непрерывно и хаотически движется ВСБ в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ [4-10, 15-19].

В этом случае координаты x_i будут реально описывать сам процесс гомеостатирования, которое существенно отличается от традиционных ДСП-понятий стационарности. Подчеркнем, что понятие гомеостаза (как особого состояния биосистемы) не может быть описано в рамках традиционной науки, т.к. возникает большая проблема в понятии статичности (как неизменности параметров ВСБ или как неизменности самого состояния и структуры биосистемы). Рассмотрим все выше обозначенное (гомеостазис как процесс, стационарность ВСБ, квазиаттракторы) в рамках ДСН и нового подхода в виде ТХС. При этом подчеркнем, что по параметрам ВСС мы не можем получить никакую статичность ($dx/dt \neq 0$ непрерывно и функции распределения $f_j(x_i)$, где j – номер выборки, для всех компонент x_i , непрерывно изменяются), но термин «*одинаковое состояние*» – гомеостазис все-таки остается. Каким же должен быть новый смысл этого старого термина (гомеостаз)? В ТХС возникает новое философское понятие «неустойчивая статичность», которая имеет совершенно новый смысл, отсутствующий и в детерминизме (т.к. нет $dx/dt=0$) и в стохастике (где должны сохраняться статистические функции распределения $f(x)$ для подряд получаемых выборок x_i).

3. *Complexity* и гомеостатические системы в ТХС и философии науки

Что такое жизнь, и каково её определение? Если кратко пытаться дать ответ на этот вопрос с позиции определенных свойств живого (или принципа организации), то сейчас в ТХС дается определение 5-ти принципам организации СТТ и этим можно ограничить ответ на вопрос о жизни. Однако попытки определения живых систем не прекращаются. Имеются два обширных обзора Г.Р. Иваницкого [11] и В.В. Смолянинова [12], которые систематизировали признаки жизни и представили основные

подходы в идентификации живых систем с позиций ДСП. Однако, главная проблема во всех этих обобщениях – это полная неопределенность в динамике поведения параметров $x(t)$ для биосистем. Поэтому, проблема неопределенности *complexity* (живых систем, СТТ) составила основу и в ТХС, и в разработке методов изучения СТТ (например, гомеостаза) [1-5]. Отметим, что неопределенность в ТХС имеет 4-е фундаментальных направления: неопределенность стационарных режимов, 1-й и 2-й тип неопределенности, неопределенность будущего, наконец, неопределенность самого определения СТТ. Последнее требует признания основных принципов функционирования живых систем (в ТХС их 5) и создания некоторого формального аппарата для описания СТТ [3-6, 8-10].

Если дать определение жизни, то одновременно мы тем самым отвечаем и на вопрос: что такое гомеостатические системы (для нас это СТТ – *complexity*) и что такое гомеостаз? Однако вместо перечисления свойств СТТ и их определений мы можем представить большое число публикаций [1-6, 15-19] в которых дается ответ на этот фундаментальный вопрос с другой позиции: почему СТТ – это не объект ДСП? Во введении мы уже кратко попытались ответить на этот вопрос. Однако представить развернутый ответ на вопрос (о гомеостатических системах) можно путем только расшифровки понятия неопределенности (или условности определенности) СТТ. Иными словами можно сказать сейчас почему СТТ – это не объект ДСН, почему они (СТТ) не могут описываться в рамках детерминизма, стохастики и детерминированного хаоса. Главное в этом – доказательства того, что СТТ – это не объект ДСН – современной науки [15-19].

Проблема отличия СТТ от объектов ДСН заложена в отсутствии возможности произвольного повторения любых начальных параметров $x(t_0)$ вектора состояния СТТ в виде $x=x(t)$. В m -мерном *фазовом пространстве состояний* (ФПС) мы не можем произвольно в любой другой момент времени $t \neq t_0$ попасть в точку с координатами $x(t_0)$. Начальное значение СТТ неповторимо их (t_0) можно повторить только в пределах некоторых квазиаттракторов, их объемов V_G [15-19]. Поэтому для СТТ любая траектория ее ВСС в ФПС будет иметь уникальный характер, а изучение таких траек-

торий носит ретроспективный характер, как в любом историческом процессе. В этом смысле история – это наука о гомеостазе социальных систем. Повторить $x(t_0)$ или любую траекторию $x(t)$ и его конечное состояние $x(t_k)$ в ФПС для СТТ невозможно, и не только в точности, но и в рамках их функции распределения $f(x)$ (включая и для $x(t_0)$). СТТ – это уникальные системы с уникальными динамиками $x(t)$. Для них нет задачи Коши ($x(t_0) \neq const$) и их невозможно описывать в рамках функционального анализа (траекторию невозможно повторить в ФПС), нет для СТТ и прогноза (ретроспективно, безусловно, это возможно). Именно об этом 70 лет назад пытался сказать Н.А. Бернштейн, но его никто не слушал и отчасти это объяснимо – до настоящего времени в ДСП нет аппарата для описания «повторений без повторений» Н.А. Бернштейна [10, 18, 19].

Все это означает, что для таких систем (СТТ) не только их будущее состояние $x(t_k)$ невозможно прогнозировать, но и прошлое состояние (в виде $x(t_0)$ и траектории в ФПС) невозможно произвольно повторить в ФПС. СТТ – уникальные системы, про которые И.Р. Пригожин говорил [20], что они не объект современной науки. Мы добавляем – есть трудности их описания с позиций детерминизма, стохастики и детерминированного хаоса, но в рамках ТХС можно изучать СТТ. Более того, можно описывать статистические и кинематические характеристики сложных биосистем без задания $x(t_0)$, их функций распределения $f_j(x_i)$. При этом прогноз СТТ возможен только в условиях действия *внешних управляющих воздействий* (ВУВ). Поскольку Сургутской научной школой в области биофизики сложных систем было уже опубликовано более 400-т статей, в которых представлены примеры уникальности СТТ, то в этой главе мы только акцентируем внимание на стационарном режиме СТТ и их (СП) эволюции. Подчеркнём, что стационарность (в смысле «мерцание») и эволюция – это два из 5-ти фундаментальных свойств (и принципов функционирования) СТТ.

Дальнейшее развитие понятия гомеостаза будет определяться динамикой развития теории хаоса - самоорганизации, что связано с фундаментальной перестройкой подходов, определений, понятий при изучении сложных биомедицинских систем. Осознание этого ба-

зиса может происходить в рамках оценки эмпирических данных с позиций статистики и детерминированного хаоса, т.е. ответа на вопрос: СТТ - это хаотические системы или они другие? Для ответа на этот вопрос мы уже представили более 30-ти монографий и 400-т статей, но ряд характерных примеров следует повторить. С функциональной точки зрения (а это основа современной биофизики) имеется два принципиальных момента: статика и кинематика СТТ – *complexity* [15-19]. Их реальное описание для СТТ невозможно в аспекте нового понимания гомеостаза, о котором неоднократно говорил и И.Р. Пригожин [20] и Г.Р. Иваницкий [11].

Заключение

В ТХС мы различаем два типа движений: движение $x(t)$ в пределах КА (это стационарное состояние СТТ в ФПС) и обычное движение в ДСН и оно является обычным движением в современной науке - ДСН, к которому применимы все статистические методы расчёта); движение КА в ФПС как эволюция СТТ. В последнем случае мы рассматривали движение КА в виде движения центра и изменения объёма V_G . Эта проблема статичности СТТ-*complexity* (сейчас в ТХС представлена для сложных (самоорганизующихся) биосистем (*complexity*) в виде аналога принципа Гейзенберга (*complexity*) [3, 10, 15-19].

Следует отметить что, с момента выхода работ Шмальгаузена, Рашевского, Лотки и Вольтерра прошло уже более 80-ти лет, но проблема построения некоторого единого подхода в теоретической биофизике остается открытой. Существенным пробелом здесь остается отсутствие классических разделов (столь характерных для теоретической физики), например, в виде классической механики (биомеханики) и аналога квантовой механики в динамике поведения сложных систем (*complexity*).

При переходе к сложным динамическим системам с самоорганизацией проблема прогнозируемости таких систем и даже возможности повторения их начального состояния (в виде $x=x(t_0)$ или любой динамической траектории $x(t)$ в ФПС) остается принципиально нерешенной. На это обращал внимание и М. Gell-Manni I.R. Prigogine в своих известных сообщениях по проблеме неопределённости для *complexity* [20]. В ТХС эта проблема пере-

ходит в проблему отсутствия стационарных режимов СТТ (с позиций ДСП). Принципиальная непредсказуемость и неповторимость динамики поведения сложных динамических систем обусловлена особыми свойствами сложных биосистем, которые мы сейчас определяем как системы третьего типа. Биофизика СТТ, как *complexity*, требует философского определения этих систем и их свойств [3-5]. Поэтому только новая ТХС реализовала (на основе 5-ти принципов организации СТТ) новое понимание стационарности (гомеостаза) и эволюции СТТ в ФПС, но это требует нового осмысления и с позиции философии науки и с позиции самой медико-биологической науки [15-19].

Литература

1. Баженова А.Е., Башкатова Ю.В., Живаева Н.В. Хаотическая динамика ФСО человека на севере в условиях физической нагрузки // Тула, 2016. – 318 с.
2. Вохмина Ю.В., Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Филатова О.Е. Измерение параметров порядка на основе нейросетевых технологий // Измерительная техника. – 2015. – № 4. – С. 65-68.
3. Еськов В.М., Полухин В.В., Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Глазова О.А. Гомеостатические системы не могут описываться стохастически или детерминированным хаосом // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 4. – С. 28-33.
4. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю. Сложные системы в психофизиологии представляют эффект «повторение без повторений» Н.А. Бернштейна // Российский психологический журнал. – 2016. – Т. 13, № 2. – С. 205-224.
5. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Еськов В.В., Филатова Д.Ю. Субъективная и объективная оценка степени напряжения мышц // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2016. – № 2. – С. 19-35.
6. 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.
7. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Стрельцова Т.В. Стресс-реакция на холод: энтропийная и хаотическая оценка // Национальный психологический журнал. – 2016. – № 1 (21). – С. 45-52.
8. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 182-188.
9. Еськов В.М., Гудков А.Б., Баженова А.Е., Козупица Г.С. Характеристика параметров тремора у женщин с различной физической нагрузкой в условиях севера России // Экология человека. – 2017. – № 3. – С. 38-42
10. Зилов В.Г., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В. Экспериментальное подтверждение эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – № 1. – С. 4–9.
11. Иваницкий Г.Р. XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики // Успехи физических наук. – 2010. – Т. 180, № 4. – С. 337-369.
12. Смолянинов В.В. Об истоках некоторых спорных биофизических концепций (что такое жизнь с разных точек зрения) // Биофизика. – 2010. – Т. 55, № 3 – С. 563-576.
13. Степин В.С. Типы научной рациональности и синергетическая парадигма // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – № 4. – С. 45-59.
14. Стёпин В.С., Еськов В.М., Буданов В.Г. Новые представления о гомеостазе и эволюции // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 3. С. 52-58.
15. Филатова О.Е., Проворова О.В., Волохова М.А. Оценка вегетативного статуса работников нефтегазодобывающей промышленности с позиции теории хаоса и самоорганизации // Экология человека. – 2014. – № 6. – С. 16-19.
16. Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Филатова Д.Ю., Живаева Н.В. Биофизика сложных систем - complexity // Вестник новых ме-

дицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 9-17.

17. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A., Gavrilenko T. V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // *Doklady Mathematics.*– 2017, Vol. 95, №. 1. – P. 92–94.
18. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina Y.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // *Russian Journal of Biomechanics.*– 2017.– 21 (1). – 14-23
19. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” by N.A. Bernstein // *Biofizika.* – 2017. – 62 (1). – P. 143-150.
20. Prigogine I. The end of certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free-Press. – 1997. – 64p.