

ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ БИОСИСТЕМ  
(COMPLEXITY)

В.В. ЕСЬКОВ

БУ ВО «Сургутский государственный университет»,  
пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

**Аннотация.** Представлены противоречия современной науки в отношении сложных биосистем – *complexity*. Главные из них – отсутствие произвольных повторений начального состояния  $x(t_0)$  для *complexity*, их траекторий развития  $x(t)$  и конечного состояния  $x(t_k)$ . Отсутствие повторений делает невозможным прогноз будущего состояния биосистем. Даже в рамках динамического хаоса мы должны требовать возможности повторения начального состояния  $x(t_0)$  для биосистемы, а конечное состояние в виде аттрактора Лоренца тоже вполне определенное. Оно связано с инвариантностью мер и сходимостью автокорреляционных функций  $A(t)$  к нулю, но это не наблюдается в сложных биосистемах. Предлагается другой формальный аппарат в виде теории хаоса-самоорганизации и другие методы изучения, которые основаны на новых понятиях покоя и движения, на новом понятии гомеостаза и эволюции, на новом понимании динамики живых систем. Их дальнейшее изучение в рамках детерминизма (функциональный анализ), стохастики или динамического хаоса, становится совершенно бесполезным. Это уникальные системы и они не предмет современной науки. Об этом говорил *I.R. Prigogine*. Но за пределы стохастики Prigogine не вышел в изучении *complexity* (или эмерджентных систем по *J.A. Wheeler*).

**Ключевые слова:** теория хаоса-самоорганизации, сложные биосистемы, динамический хаос, гомеостаз.

PROBLEMS IN MODELING AND PROGNOSED OF COMPLEX BIOLOGICAL SYSTEMS  
(COMPLEXITY)

V.V. ESKOV

Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

**Abstract.** The contradictions of modern science in relation to complex biological systems complexity – complexity have been represented. The most important of these – absence of arbitrary repetition of the initial state  $x(t_0)$  of complex system, their development trajectories  $x(t)$  and final state  $x(t_k)$ . The lack of repetitions makes it impossible to forecast the future state of biological systems. Even in the framework of dynamic chaos, we must require that the possibility of repetition of the initial state  $x(t_0)$  for biosystems, and the final state in the form of Lorenz attractor is also a definite. It is connected with invariant measures and convergence of autocorrelation functions  $A(t)$  to zero, but this is not observed for complex biological systems. It's been presented another mathematical approach in the form of chaos-self-organization theory and other research methods based on new concepts of rest and motion, on a new concept of homeostasis and evolution, a new understanding of dynamics of living systems. Their further study within the framework of determinism (i.e. functional analysis), stochastics or dynamic chaos, becomes completely useless. These are unique systems and they are not the subject of modern science. I.R. Prigogine talked about this. But Prigogine didn't go beyond the stochastics in the study of complexity (or emergent systems by J.A. Wheeler).

**Key words:** chaos-self-organization theory, complex biological systems, dynamic chaos, homeostasis.

**Введение.** В своей фундаментальной монографии «Конец определённости...» И.Р. Пригожин [13] особым образом подчеркивал, что при некоторых критических значениях энергии возникает хаос. В этом случае наблюдается приближение к равномерному распределению точек в нашем будущем. «Именно необратимый процесс порождает энтропию» – так писал на рубеже столетий в своей выдающейся книге «Конец определённости...» нобелевский лауреат И.Р. Пригожин [13]. И сейчас действительно наступил конец определённости в науке. Но это конец определённости для всей современной *детерминистской и стохастической науки* (ДСН), современной науки в её попытках описывать живые системы, *complexity*, эмерджентные системы (по определению другого выдающегося физика второй половины 20-го века *J.A. Wheeler*). Наступил конец определённости в ДСН для описания жизни, *complexity*, сложных биосистем.

Начало этого конца было положено работами двух замечательных наших предшественников: Н.А. Бернштейна в 1947 г. с выходом его монографии «О построении движений» и *W. Weaver* с выходом его статьи «*Science and complexity*» в 1948, где он чётко выделил живые системы как особые *системы*

третьего типа (СТТ). Именно эти учёные определили начало конца определённости в ДСН и самой ДСН в изучении живых систем – *complexity* (СТТ). Однако, только в начале 21-го века в связи с появлением теории хаоса-самоорганизации (ТХС) и третьей парадигмы в организации и поведении СТТ-*complexity*, появилась реальная возможность изучения гомеостатических систем (*complexity*).

Эта глобальная неопределённость в рамках ТХС значительно расширила, а точнее говоря, создала совершенно новый тип неопределённости, о котором даже не догадывались И.Р. Пригожин [13], J.A. Wheeler [18] и M. Gell-Mann [17]. Именно эти трое учёных (нобелевских лауреата по физике) выражали твёрдую убежденность, что неопределённость живых систем скрыта в теории динамического хаоса Лоренца-Арнольда. Но они глубоко ошибались, неопределённость СТТ-*complexity*, живых систем другая, она выходит за рамки динамического хаоса, за рамки ДСН [7, 11]. В науке действительно наступает конец определённости с позиций детерминизма и стохастики при изучении биосистем (*complexity*).

1. **Особый тип неопределённости СТТ-*complexity*.** И.Р. Пригожин был уверен, что «...необратимый процесс порождает энтропию». В этой фразе имеется глубокий смысл и явное противоречие. Если процесс необратим, то это означает отсутствие возможности повторения любого начального состояния. Это означает, что любое предыдущее состояние  $x(t_0)$  любого вектора состояния  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  сложной биосистемы – *complexity* не может быть произвольно повторено (иначе о какой необратимости мы тогда можем говорить). Отсутствие повторения  $x(t_0)$  создаёт трудности в использовании стохастического подхода (нет вероятности в неповторимых процессах!) [1, 7, 11].

Но в представлениях И.Р. Пригожина, J.A. Wheeler, M. Gell-Mann именно такие необратимые живые системы (у нас они обозначены как СТТ-*complexity*) и должны бы были описываться динамическим хаосом. Напомним, что динамический (детерминированный) хаос описывается различными дифференциальными (и разностными) уравнениями, у которых всегда (!) должно быть строго задано начальное условие  $x(t_0)$  в виде определённого (воспроизводимого) начального значения вектора состояния системы. У СТТ-*complexity* этого нет, у них  $x(t_0)$  невозможно повторить!

Поэтому, употребляя термин необратимый процесс (необратимые системы) мы уже вступаем в логическое противоречие. Эти системы в рамках динамического хаоса невозможно описывать из-за неповторимости  $x(t_0)$ . При этом Пригожин для них оставляет лазейку, т.к. вводит неопределённость в будущем. Однако эта его неопределённость весьма иллюзорна, т.к. он прямо указывает на равномерное распределение в будущем. Последнее означает инвариантность мер, положительные константы Ляпунова и сходимость к нулю автокорреляционных функций  $A(t)$ , т.к. будущее не зависит от прошлого [13].

Всё это тоже весьма спорно, т.к. равномерное распределение всё-таки имеет определённую. Это уже известное распределение – оно равномерное, его функция распределения уже задана на определённом (и повторяемом!) аттракторе. В этом уже есть определённая (аттрактор задан, функция распределения  $f(x)$  определена, всё уже известно). Однако, в рамках третьей парадигмы и новой ТХС представлена совершенно другая неопределённость – это неопределённость самих статистических функций распределения  $f(x_i)$  для любой координаты  $x_i$  всего вектора состояния сложной биосистемы (*complexity*)  $x=x(t)$ .

Это совершенно новый тип реальной (а не теоретической из области ДСН) неопределённости СТТ-*complexity*. Эта новая неопределённость (отличная от неопределённости динамического хаоса) начинается с неопределённости начального состояния  $x(t)$  биосистемы и заканчивается отсутствием повторений конечного состояния  $x(t_k)$ .

Она распространяется на любые дальнейшие траектории движения  $x(t)$  в фазовом пространстве состояний (ФПС) и заканчивается полной неопределённостью конечного состояния любого вектора  $x(t)$  в виде  $x(t_k)$ . Это означает самый худший вид неопределённости в истории человечества, т.к. это и есть наша жизнь. Жизнь человека, развитие цивилизации и биосферы Земли, всё это находится в глобальной неопределённости и её никогда (!) не изучала вся наша наука (ДСН) в рамках имеющегося перехода – неповторимость и невозможность любой биосистемы в ФПС (произвольно!).

Смысл этой неопределённости очень прост: невозможно произвольно повторить начальное состояние  $x(t_0)$  вектора  $x(t)$ , его траекторию  $x(t)$  в ФПС и его конечное состояние  $x(t_k)$ . Причём слово «произвольность» следует понимать буквально, т.е. речь идёт о произвольности самого человека, экспериментатора (ученого), эволюции Земли и всей Вселенной. Это всё два раза невозможно произвольно повторить с математической точки зрения. Это означает, что никогда живая система не может продемонстрировать стационарный режим в смысле детерминизма (в рамках функционального анализа), т.е. как  $dx/dt=0$ .

Более того, никогда СТТ-*complexity* произвольно не может повторить и конечное состояние  $x(t)$  в виде  $x(t_k)$ . Это касается не только самой точки  $x(t_k)$  в ФПС, но и любого распределения  $f(x_i)$ , если мы будем многократно повторять один и тот же биологический процесс много раз. Невозможно произвольно (!) повторить два раза подряд две выборки  $x_i$ , получаемые в одном и том же биологическом эксперименте (наблюдении). Получить произвольно равенство  $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$  невозможно. Вероятности такого совпадения статистических функций распределения  $f(x)$  для любой  $j$ -й выборки для  $x_i$  имеет ничтожно малое

значение ( $p < 0,01$ ). Иными словами мы не будем иметь это равенство с вероятностью  $p > 0,99$  ( $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$  с  $p > 0,99$ ).

Вот это и есть та глобальная неопределённость биосистем (СТТ-*complexity*), о которой даже не догадывались *J.A. Wheeler, I.R. Prigogine, u M. Gell-Mann* и всё человечество в лице его передового отряда – учёных. Наступает эпоха полной неопределённости в динамике поведения (и изучения!) живых систем, биосистем – *complexity* (эмерджентных систем, СТТ). Полная неопределённость (неповторяемость) начального состояния  $x(t_0)$ , любой траектории  $x(t)$  в ФПС и конечного состояния  $x(t_k)$  для СТТ. Это неопределённость для всей ДСН, всей современной науки. Это неопределённость жизни на Земле, биосферы, жизни каждого из нас, т.к. наше будущее невозможно прогнозировать (если только человек не самоубийца, что грозит всему человечеству в виде ядерного конфликта).

Итак, будущее не определено и нет никакого «равномерного распределения». Одновременно нет и порождения энтропии в необратимом процессе жизнедеятельности любого живого существа. Всё возникает в живых системах хаотично (но это не означает, что нет необходимости для этого в обстоятельствах и создании особых условий) и все завершается тоже хаотично (но в определенных условиях!). Как же тогда себя ведёт энтропия в этих процессах с живыми системами и применима ли *термодинамика неравновесных систем* (ТНС), *I.R. Prigogine* к реальным живым системам – СТТ?

**2. Особенности термодинамики неравновесных систем – ТНС.** Действительно, в ТНС была доказана теорема о минимуме прироста скорости  $P$  энтропии ( $E$ ) в виде  $P = dE/dt$  в точке, где  $E$  должна иметь максимум (т.е. в точке термодинамического равновесия). Так ли это на самом деле? Применима ли теорема Пригожина-Гленсдорфа к СТТ-*complexity*, к живым системам? Априори можно утверждать, что нет, т.к. эта базовая теорема ТНС доказывалась для линейных систем, а живые системы вряд ли можно назвать линейными.

С другой стороны, каждое осознанное действие биосистемы (человека в первую очередь) требует расхода энергии. Вмешательство сознания – это всегда реализации мыслительной деятельности, проявляющееся в организации управляемого (произвольного) какого-либо поведения, создание новых конструкций во внешней среде и т.д. С позиций термодинамики любое движение человека (а именно этим и занимался Н.А. Бернштейн в середине XX-го века) должно требовать затрат энергии, а значит и увеличения энтропии (хотя бы во внешней среде) [3-8].

Что при этом происходит внутри организма как неравновесной системе? Как происходит организация движений с позиций ТНС и законов физики вообще? Именно к этим вопросам подошел Н.А. Бернштейн, но он их так и не успел рассмотреть детально. Как физиолог, он всё внимание уделил механизмам самоорганизации движений (какие структуры и как участвуют в этих процессах). Он выделил как минимум четыре системы ( $A, B, C, D$ ) и даже начал изучать новую систему ( $E$ ) с участием *высшей нервной деятельности* (ВНД), но он не изучал биофизику самих движений. Биомеханика движений (как раздел механики) осталась за кадром, и остаётся не изученной и в настоящее время [11, 12].

Главная проблема такого игнорирования гипотезы «повторения без повторения» Бернштейна в биомеханике – это твёрдая уверенность всей современной науки, что детерминизм и стохастика (вместе с динамическим хаосом Лоренца) могут описывать реальные биомеханические процессы. Вместе с тем ещё Джеймс Клерк Максвелл говорил о «новой разновидности знания, которая преодолет предрассудок детерминизма», что отмечал И.Р. Пригожин [13]. Однако действительность вышла за пределы сознания не только Максвелла, но и Пригожина [11, 12, 14].

Действительность (а, точнее говоря, знания о ней) вышла за пределы не только детерминизма, но и стохастики вместе с динамическим хаосом. Оказалось, что живые системы преодолели предрассудки и детерминизма, и стохастики. А это означает, что СТТ-*complexity* вышли за пределы всей *современной науки* (ДСН). Более того, сам Пригожин отмечает что «вероятности характеризуют состояние ума, а не состояние мира» [13], но в реальности вероятности не характеризуют ни состояние ума (наше сознание, работу мозга), ни состояние мира. По крайней мере, живого мира, мира живых организмов, который уникален и генерирует хаос статистических функций распределения  $f(x)$  [1-7].

Точнее говоря, любая функция, любое уравнение, любой статистический закон распределения  $f(x)$  имеет ретроспективный, исторический характер. Это означает только одно: любой человек уверен в своём рождении (этот процесс был с каждым из нас), но никто не может его повторить дважды, равно как и нашу смерть. Это всё единственные и случайные (точнее – уникальные) процессы, и эти процессы невозможно два раза повторить. Сейчас мы действительно включили вероятности «в формулировку фундаментальных законов физики» по мнению Пригожина, но мы не можем их включить в законы живой природы, в описание поведения СТТ-*complexity* с позиций стохастики [1-7, 11, 12].

Нарастают противоречия в описании биосистем в рамках ДСН. Мы не можем их прогнозировать ни детерминистки (уравнениями), ни стохастически (различными статистическими функциями распределения  $f(x)$ ), ни в рамках динамического хаоса. В последнем случае мы тоже имеем распределение (равномерное), а это означает повторяемость и воспроизводимость для СТТ-*complexity*. Но это, как доказыва-

ется в ТХС, совершенно невозможно. Уникальные биосистемы (СТТ-*complexity*) невозможно прогнозировать в рамках ДСН [11, 12].

Для ухода из плена иллюзий современной науки в отношении сложных биосистем (СТТ-*complexity*) нам достаточно разрушить иллюзию *I.R. Prigogine* об успешности вероятностного подхода в описании сложных биосистем. На стр. 38 [13] он подчеркивает: «Начальные условия больше не точка в фазовом пространстве, а некоторая область фазового пространства в начальный времени  $t=0$  распределением вероятности  $P...$  Траектории по-прежнему существуют, но становятся исходом некоторого стохастического, вероятностного процесса». Это главная иллюзия Пригожина и всей современной науки [11, 13].

В разрабатываемой нами сейчас ТХС доказывается абсолютная статистическая неустойчивость как начального состояния  $x(t_0)$ , т.е. «распределения вероятности  $p$ » в момент  $t=0$  не даёт никакой информации. При многократных повторах начального состояния СТТ мы будем получать разные выборки и разные статистические функции распределения  $f(x(t_0))$ . Эта же неустойчивость будет и для траекторий  $x(t)$  на любом отрезке ( $t_0, t$ ) и в конце процесса  $x(t_k)$ .

Никакого вероятностного процесса в описании  $x(t_0)$ ,  $x(t)$  и  $x(t_k)$  для сложных биосистем (СТТ-*complexity*) нет. Одновременно и очень специфично ведёт себя и энтропия, как функция состояния системы. Здесь мы имеем противоположную (для вероятности) ситуацию. Если  $f(x)$ , их статистические характеристики для СТТ непрерывно и хаотически изменяются (эффект Еськова-Зинченко), то энтропия  $E$  по СТТ-*complexity*, наоборот, демонстрирует удивительную устойчивость (неизменность). Для СТТ мы имеем  $dE/dt \approx 0$  и  $E \sim const$  при переходе из одного гомеостаза в другой гомеостаз. Для примера мы представим две таблицы, в которых демонстрируется непрерывное изменение стохастических функций распределения  $f(x)$  для треморограмм (табл.1) одного и того же человека (регистрируя подряд) и табл.2, в которой представлена неизменность энтропии  $E$ , измеренная для этого же испытуемого в спокойном состоянии (релаксации) и при нагрузке конечности в 300 г. ( $E$  не изменяется!).

Таблица 1

**Матрица парного сравнения выборок треморограмм испытуемого ГДВ (число повторов  $N=15$ ), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости  $p < 0.05$ , число совпадений  $k=5$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.43</b>	<b>0.26</b>	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.13</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	<b>0.16</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.16	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00		0.00	<b>0.22</b>
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	

Создаётся твёрдое убеждение в ТХС, что СТТ-*complexity* почти не изменяет свою энтропию  $E$  при различных (и существенных) изменениях. Затраты энергии, которые получаются при сознательном управлении работой мышц в биомеханике, не оказывают существенного изменения в значениях  $E$ . Переход из одного состояния (стационарного, гомеостатического) в другое (менее устойчивое и сопряженное с большими затратами энергии) не сопровождается изменением  $E$ . Это противоречит законам физики в неживой природе.

Общеизвестно, что сейчас человечество, потребляя запасы ресурсов в виде нефти и газа, увеличивает энтропию на Земле. При этом любое повышение температуры (при сжигании газа или совершении работы человеком) сопровождается нагревом окружающего пространства и увеличением  $E$ . Однако, при оценке различных биопроцессов, сопровождающихся выделением энергии и совершением работы (например, при мышечном сокращении) энтропия  $E$  не обязательно будет увеличиваться. В рамках ТХС все эти процессы демонстрируют неизменность  $E$ , что вступает в противоречие с ТНС *I.R. Prigogine* [7, 11, 12].

**Значения энтропии Шеннона  $E$  выборок треморограмм испытуемого ГДВ (число повторов  $N=15$ ), находящегося в спокойном состоянии и при нагрузке 300 гр.**

	$E_1$ , без нагрузки	$E_2$ , с нагрузкой 300 гр.
1	3.1219	3.1219
2	3.1219	2.9219
3	3.3219	3.3219
4	3.3219	3.1219
5	3.3219	3.3219
6	2.9219	3.3219
7	3.1219	3.3219
8	3.3219	3.3219
9	3.3219	3.3219
10	3.3219	3.3219
11	3.3219	3.3219
12	3.1219	3.3219
13	3.1219	2.9219
14	2.9219	3.3219
15	3.3219	3.3219
< $E$ >	3.2019	3.2419
	Критерий Вилкоксона, значимость различий выборок $f(x)$ : $p=0,61$	

**Заключение.** По параметрам тремора или по параметрам *электромиограмм* при увеличении нагрузки на мышцы (при увеличении их напряжения) мы не можем регистрировать прирост энтропии  $E$ . Мышечная работа, увеличение напряжения в мышцах не даёт прироста энтропии в исследуемых органах и тканях. И параметры *треморограмм*, и параметры *электромиограмм* остаются по значениям энтропии  $E$  как бы в исходном состоянии. Однако при этом расходуется энергия, выделяется тепло и энтропия  $E$  должна увеличиваться.

Для иллюстрации мы представили только два примера из области биомеханики, в которой Н.А. Бернштейн почти 70 лет назад пытался обратить внимание ученых и человечества в целом на специфику организации сложных биомеханических систем. Сейчас все эти эффекты получили определение эффекта Еськова-Зинченко и они проявляются в первую очередь в двух аспектах. Во-первых, речь идёт о непрерывном и хаотическом изменении статистических функций распределения  $f(x)$  и любых статистических характеристиках биосистемы (СТТ-*complexity*), которая находится в гомеостатическом (биологически неизменном) состоянии. Во-вторых, мы имеем непрерывный и хаотический калейдоскоп статистических функций распределения  $f(x)$  и это характеризуется именно гомеостатическое состояние любой сложной биосистемы.

### Литература

1. Адайкин В.И., Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Новый метод идентификации хаотических и стохастических параметров экосреды // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 2. С. 39–41.
2. Гараева Г.Р., Еськов В.М., Еськов В.В., Гудков А.Б., Филатова О.Е., Химикова О.И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трех возрастных групп представителей коренного населения Югры // Экология человека. 2015. №9. С. 50–55.
3. Добрынина И.Ю., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В. Гирудотерапевтическое управление гомеостазом человека при гинекологических патологиях в условиях севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. 12, № 2. С. 25–27.
4. Еськов В.М., Еськов В.В., Живогляд Р.Н., Попов Ю.М. Фазатон мозга в норме и при патологии // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. 11, № 4. С. 5–8.
5. 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 компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. 12, № 1. С. 12–14.

6. Еськов В.М., Майстренко В.И., Майстренко Е.В., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Исследование корреляции показателей функциональной асимметрии полушарий головного мозга с результатами учебной деятельности учащихся // Вестник новых медицинских технологий. 2007. Т. 14, №3. С. 205–207.
7. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 4. С. 192–194.
8. Еськов В.М., Попов Ю.М., Филатова О.Е. Третья парадигма и представления И.Р. Пригожина и Г. Хакена о сложности и особых свойствах биосистем // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 18, № 2. С. 416–418.
9. Еськов В.М., Балтикова А.А., Буров И.В., Гавриленко Т.В., Пашнин А.С. Можно ли моделировать и измерять хаос в медицине? // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 2. С. 412–414.
10. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Литовченко О.Г. Проблема оценки эффективности лечения на основе кинематической характеристики вектора состояния организма // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 1. С. 143–152.
11. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2. С. 3–15.
12. Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Еськов В.В., Стрельцова Т.В. Объективная оценка сознательного и бессознательного в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №3. С. 31–38.
13. Пригожин И.Р. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. Ижевск: Изд-во НИЦ «РХД», 2001. 208 с.
14. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Хадарцев В.А., Иванов Д.В. Клеточные технологии с позиций синергетики // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 4. С. 7–9.
15. 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://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения 25.03.2015). DOI: 10.12737/10410.
16. Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Филатова Д.Ю., Живаева Н.В. Биофизика сложных систем – complexity // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 9–17.
17. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. 1997. Vol. 3, №1. P. 13–19.
18. Wheeler J.A. Information, physics, quantum: the search for links. In Feynman and Computation: Exploring the Limits of Computers / ed Hey A.J.G. Cambridge MA: Perseus Books, 1999. 309 p.

#### References

1. Adaykin VI, Braginskiy MY, Es'kov VM, Rusak SN, Khadartsev AA, Filatova OE. Novyy metod identifikatsii khaoticheskikh i stokhasticheskikh parametrov ekosredy [A new method for identification of chaotic and stochastic parameters of ecological environment]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2006;13(2):39-41. Russian.
2. Garaeva GR, Es'kov VM, Es'kov VV, Gudkov AB, Filatova OE, Khimikova OI. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley korennoy naseleniya Yugry [Chaotic dynamics of cardio three age groups of the indigenous population of Ugra]. Ekologiya cheloveka. 2015;9:50-5. Russian.
3. Dobrynina IY, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV. Girudoterapevticheskoe upravlenie gomeostazom cheloveka pri ginekologicheskikh patologiyakh v usloviyakh severa RF [Girudoterapevticheskoe control homeostasis of human gynecological pathology in the north of the Russian Federation]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(2):25-7. Russian.
4. Es'kov VM, Es'kov VV, Zhivoglyad RN, Popov YM. Fazaton mozga v norme i pri patologii [Fazaton brain in health and disease]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;11(4):5-8. Russian.
5. Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Kartashova NM, Popov YM, Khadartsev AA. Ponyatie normy i patologii v fazovom prostranstve sostoyaniy s pozitsiy kompartmentno-klasternogo podkhoda [The concept of normal and pathological states in the phase space with the position kompartmentno-cluster approach]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(1):12-4. Russian.
6. Es'kov VM, Maystrenko VI, Maystrenko EV, Filatov MA, Filatova DY. Issledovanie korrelyatsii pokazateley funktsional'noy asimmetrii polushariy golovnoy mozga s rezul'tatami uchebnoy deyatel'nosti uchashchikhsya [Correlation Study of indicators of functional asymmetry of the cerebral hemispheres with the results of learning activities of students]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2007;14(3):205-7. Russian.
7. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Khadartsev AA. Fraktal'nye zakonomernosti razvitiya cheloveka i chelovechestva na baze smeny trekh paradigm [Fractal patterns of human development and humanity on the basis of the change of the three paradigms]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(4):192-4. Russian.

8. Es'kov VM, Popov YM, Filatova OE. Tret'ya paradigma i predstavleniya Prigozhina IR i Khakena G. o slozhnosti i osobykh svoystvakh biosistem [The third paradigm and presenting IR Prigogine and Haken G. about the complexity and the special properties of biosystems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;18(2):416-8. Russian.
9. Es'kov VM, Baltikova AA, Burov IV, Gavrilenko TV, Pashnin AS. Mozhno li modelirovat' i izmeryat' khaos v meditsine? [Is it possible to simulate and measure the chaos in medicine?]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2):412-4. Russian.
10. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA, Litovchenko OG. Problema otsenki effektivnosti lecheniya na osnove kinematicheskoy kharakteristiki vektora sostoyaniya organizma [The problem of evaluating the effectiveness of the treatment on the basis of the kinematic characteristics of the vector state of the organism]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(1):143-52. Russian.
11. Es'kov VM, Es'kov VV, Vokhmina YV, Gavrilenko TV. Evolyutsiya khaoticheskoy dinamiki kolektivnykh mod kak sposob opisaniya povedeniya zhivykh system [The evolution of chaotic dynamics of collective modes as a way to describe the behavior of living systems]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya. 2016;2:3-15. Russian.
12. Zinchenko YP, Filatova OE, Es'kov VV, Strel'tsova TV. Ob"ektivnaya otsenka soznatel'nogo i bes-soznatel'nogo v organizatsii dvizheniy [On the "projective assessment of the conscious and unconscious-tion in the organization of movements]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(3):31-8. Russian.
13. Prigozhin IR. Konets opredelennosti. Vremya, khaos i novye zakony prirody [The end of certainty. Time, chaos and the new laws of nature]. Izhevsk: Izd-vo NITs «RKhD»; 2001. Russian.
14. Khadartsev AA, Es'kov VM, Khadartsev VA, Ivanov DV. Kletochnye tekhnologii s pozitsiy sinergitiki [Cellular technology from the standpoint of synergy]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(4):7-9. Russian.
15. Khadartsev AA, Es'kov VM, Filatova OE, Khadartseva KA. Pyat' printsiptov funktsionirovaniya slozhnykh sistem, sistem tret'ego tipa [Five principles of the functioning of complex systems, the third type of system]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2015 [cited 2015 Mar 25];1 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf>. DOI: 10.12737/10410.
16. Filatova OE, Khadartseva KA, Filatova DY, Zhivaeva NV. Biofizika slozhnykh sistem – complexity [Biophysics of complex systems – complexity]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):9-17. Russian.
17. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability. Complexity. 1997;3(1):13-9.
18. Wheeler JA. Information, physics, quantum: the search for links. In Feynman and Computation: Exploring the Limits of Computers. ed Hey AJG. Cambridge MA: Perseus Books; 1999.

---

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.В. Проблема моделирования и прогнозирования сложных биосистем (*complexity*) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №4. Публикация 1-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/1-5.pdf> (дата обращения: 21.12.2016). DOI: 12737/23740.