

DOI: 10.12737/2306-174X-2022-26-34

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ В БИОМЕДИЦИНЕ

В.В. ЕСЬКОВ

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

Аннотация. Возникновение и развитие кибернетики связано с именем Н. Вивера, который неоднократно в своих работах упоминал российского физиолога П.К. Анохина. Общепринято, что кибернетика изучает процессы организации в неживых и живых системах. При этом за эти 70-80 лет она существенно отошла от принципов организации в живых системах. В работе представлены новые принципы организации живых систем, которые позволяют перейти от системного анализа к системному синтезу (отысканию параметров порядка, русел и маркеров). Предлагается системный синтез и построение русел на базе новых понятий (псевдоаттракторов и их движение в фазовом пространстве состояний).

Ключевые слова: системный анализ, синтез, биосистемы, эффект Еськова-Зинченко.

SYSTEMS ANALYSIS IN BIOMEDICINE

V.V. ESKOV

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

Abstract. Origin and development of cybernetics is connected with N. Viver. The scientist presented some works of P.K. Anokhin. It is evident that cybernetics investigated some organization process for living and other systems. But from 70-80 years cybernetics miss about living systems and now it presents only nonliving systems. The articles presents new principle of living systems organization and presents the transformation of cybernetics from systems analysis to system synthesis (order parameter deterring, joker and so on). Now we present methods of systems synthesis, new description biosystems behavior according to pseudoattractors calculation and it moving in phase space of state.

Key words: system analysis, synthesis, biosystems, the Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Основоположник кибернетики Н. Вивер многократно упоминал российского физиолога П.К. Анохина [1], который выполнил системный анализ в изучении биосистем. При этом Анохин вводил понятие обратной (отрицательной) связи, которая и составила основы современной теории систем и всей современной кибернетики.

Однако, еще в конце 19-го века А.А. Богданов говорил о положительных связях в биосистемах (в его монографии «Всеобщая организационная наука: Тектология»). Во второй половине 20-го века Н. Haken [41] попытался создать новую науку (синергетику), в которой положительные связи в биосистемах должны играть решающую роль. Однако синергетика не получила статус отдельной науки, т.к. не были доказаны особые свойства биосистем и не созданы новые модели на основе этих свойств. Фактически, Н. Haken не вышел за пределы

детерминистской и стохастической науки (ДСН), как того требовал W. Weaver еще в 1948 году [46].

Одновременно с Н. Haken начали появляться работы в области системного синтеза (СС), где появились новые понятия и новые законы. В системном синтезе одной из главных проблем является решение задачи нахождения параметров порядка (ПП). Для медиков это означает нахождение главных диагностических признаков. Зная ПП можно строить русла – уравнения, описывающие поведение ПП в фазовом пространстве состояний (ФПС). Все это составляет основу системного синтеза в наши дни.

Очевидно, что для построения любой теории необходимо создание новых понятий и новых моделей. Однако приоритетом для построения новой теории является доказательство особых свойств объектов, которая данная теория изучает. В 1948 году W. Weaver [46] предложил

создать новую науку о системах третьего типа (СТТ), т.е. биосистемах. Но особые свойства этих СТТ *W. Weaver* не доказал. Это сделала научная школа профессора В.М. Еськова 20 лет назад в виде теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [3-11]. Усилиями этой группы ученых было доказано отсутствие статистической устойчивости любых выборок (любых параметров) функций организма в виде эффекта Еськова-Зинченко (ЭЕЗ) [2-15].

1. Особые свойства биосистем (СТТ).

Системный анализ и синергетика (как наука) всегда базировались на традиционных детерминистской и стохастической науках (ДСН). Эти две науки создавались последние 300 и 200 лет, как это выделял *W. Weaver* [46] и они активно продолжают развиваться и теперь. Новая (третья) наука не была создана *W. Weaver* [43] тогда и ее отрицают сейчас.

Для ее создания нам пришлось выйти за пределы ДСН и доказать особые свойства СТТ, которые в рамках ДСН не могут быть изучены и описаны. Именно такую науку начала создавать научная школа профессора В.М. Еськова 20 лет назад в виде теории хаоса-самоорганизации (ТХС). Эта теория (ТХС) использует принципиально новые понятия и законы. Она может находить ПП и строить русла, т.е. решать задачи СС, которые пока в ДСН не формализованы. Нет их общего решения во всей ДСН.

Подчеркнем, что к этому призывал 70 лет назад *W. Weaver* [46], когда представил общую классификацию систем в природе и предложил создать третью науку (после ДСН) для описания систем третьего типа (СТТ) – биосистем. В то время (1948 год) он не представил доказательства особых свойств СТТ, но он сделал логические рассуждения, которые мы проанализировали 20 лет назад (как и прогнозировал *W. Weaver*) и получили доказательство особых свойств СТТ [11-23].

Это доказательство базируется на эффекте Еськова-Зинченко (ЭЕЗ), в котором было продемонстрировано

отсутствие статистической устойчивости выборок в биомеханике. Позже мы этот ЭЕЗ доказали и для параметров сердечно-сосудистой системы (ССС), нервно-мышечной системы (НМС), работы нейросетей мозга (НСМ). В итоге мы доказали необходимость вывода СТТ за пределы ДСН и создали третью науку, в которой имеются новые понятия, новые модели и законы поведения СТТ.

В основе этой новой науки (теории хаоса-самоорганизации – ТХС) лежит доказательство ЭЕЗ в виде статистической неустойчивости выборок любых параметров организма человека. Приведем два характерных примера из области НМС и ССС. Если подряд 15 раз зарегистрировать выборки электромиограмм (ЭМГ) у одного и того же испытуемого (в каждой выборке по 5000 точек и мышца создает неизменное усилие – $F=100\text{H}$), то можно построить матрицу парных сравнений этих выборок ЭМГ. Подчеркнем, что испытуемый находится в неизменном состоянии (создает усилия в мышце $F=100\text{H}$).

В эту матрицу мы вносили критерий Вилкоксона $p_{i,j}$ (для каждой i -й и j -й пары). В итоге мы получили около 1000 таких матриц и одну (характерную) мы представляем в табл. 1. Здесь число k пар, для которых $p_{i,j} \geq 0,05$ (тогда эти две выборки могут иметь общую генеральную совокупность, т.е. они могут статистически совпадать) очень невелико ($k_1=9$). Обычно эти числа $k_1 \leq 15\%$ для любых выборок ЭМГ. Это общая закономерность для всех СТТ ($k \leq 15\%$).

В табл. 2 мы представляем матрицу парных сравнений выборок кардиоинтервалов (КИ), которые были получены от одного испытуемого (в покое, сидя). Подчеркнем, что регистрация КИ производилась не менее 5 минут, как этого требует Европейская медицинская ассоциация. Но при этом выборки КИ будут уникальными, т.к. число $k_2=10$ (число пар, для которых критерий Вилкоксона $p_{i,j} \geq 0,05$). Это доказывает эффект Еськова-Зинченко.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок электромиограмм (ЭМГ) одного и того же человека (при слабой статической нагрузке, $F_I=100\text{H}$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p<0,05$, число совпадений $k_I=9$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,02	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,02		0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	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	0,80	0,26	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00
6	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	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	0,00	0,07	0,00	0,31	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	0,00	0,00	0,00
10	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
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00		0,00	0,16	0,00	0,00
12	0,00	0,79	0,29	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,16	0,02		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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	0,00	0,00	

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов (КИ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p<0,05$, число совпадений $k_2=10$)

	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,01		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		0,73	0,79	0,02	0,02	0,34	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73		0,52	0,00	0,01	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,52		0,00	0,00	0,67	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00		0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,45	0,67	0,00	0,00		0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,32	0,00	0,00	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,06
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	0,00	0,06	

В табл. 2 мы даем типичную матрицу (из нескольких тысяч), где число $k_2=10$. Это очень малая величина, которая доказывает ЭЭЗ. В этом случае любая выборка КИ уникальна, ее очень сложно повторить. Тогда возникает фундаментальная проблема для всей биологии и медицины: как описывать состояние ССС и НМС (и другие функции организма), если выборки уникальны (их невозможно повторить)?

В новой науке (ТХС) мы используем другие модели и другие инварианты для оценки состояния организма человека. Рассмотрим это подробно на основе аналога принципа неопределенности Гейзенберга из квантовой механики.

Подчеркнем, что речь идет о статистическом неповторимых выборках параметров организма $x_i(t)$.

2. Особая неопределенность биосистем (СТТ).

Напомним, что в квантовой механике принцип неопределенности ограничивает значения двух фазовых координат: координату $x_1(t)$ частицы и ее скорость в виде неравенства: $\Delta x_1 \cdot \Delta(mx_2) \geq h/4\pi$. Если масса m частицы неизменна ($m \approx const$ при малых скоростях), то m можно перенести вправо и получим: $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq h/(4\pi m) = Z_i$. Здесь Z_i – некоторая константа, которая характеризует данную квантовую частицу ($Z_i = h/4\pi m$) и зависит от массы m частицы.

Очевидно, что фазовые координаты x_1 и $x_2=dx_1/dt$ могут в биомедицине иметь разный смысл. Например, для НМС в качестве $x_1(t)$ мы берем величину биопотенциала мышцы (ЭМГ), в физиологии ССС – величину КИ (в миллисекундах) и т.д. Тогда в ТХС вводится система неравенств в виде: $Z_{min} \leq \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \leq Z_{max}$. Эта система неравенств – аналог принципа неопределенности Гейзенберга.

Здесь Z_{min} и Z_{max} – это некоторые константы, которые описывают данный биообъект. Они могут меняться при изменении физиологического, психического, физического статуса конкретного человека. В качестве Δx_1 и Δx_2 в ТХС мы берем вариационный размах. В итоге, мы имеем некоторые ограничения на вариации Δx_1 и Δx_2 для данного человека, находящегося в данных условиях.

Подчеркнем, что в качестве $x_i(t)$ берем параметры функций организма, описывающие состояние организма человека. Это могут быть биопотенциалы, химический состав крови, количество эритроцитов и т.д. Иными словами, эта величина $x_i(t)$ может быть параметром любых функций организма человека.

При этом мы подчеркиваем, что любой из этих параметров $x(t)$ непрерывно и хаотически изменяется. Однако любая эта величина $x_1(t)$ и ее скорость изменения $x_2(t)=dx_1/dt$ образуют вектор состояния СТТ в таком двумерном фазовом пространстве состояния (ФПС). Это требует изучения СТТ в таком двумерном ФПС.

В таком двумерном ФПС вектор состояния биосистемы $x(t)=x=(x_1, x_2)^T$ совершает непрерывные и хаотические движения. Это движение $x(t)$ образует фазовую траекторию, которая в своем движении ограничена последним неравенством (см. выше). Подчеркнем, что обычно $Z_{min}=0$ и тогда мы имеем одно неравенство (ограничение сверху).

Это неравенство вида $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \leq Z_{max}$ имеет аналог из квантовой механики, но здесь имеется ограничение не по максимуму, а по минимуму. Это означает, что ограничение Δx_1 и Δx_2 имеет верхнюю границу в виде некоторого прямоугольника

в ФПС и этот прямоугольник (стороны Δx_1 и Δx_2) ограничивает вариации $x(t)$.

Подчеркнем, что всегда граница может быть в виде нуля ($Z_{min}=0$) и мы имеем произвольное движение вектора состояния биосистемы $x(t)$ внутри этого прямоугольника. Назовем его псевдоаттрактором (ПА), внутри которого непрерывно и хаотически движется $x(t)$. Для данной СТТ этот ПА – константа. Это означает, что выборка таких ПА статистически сохраняются для данного испытуемого.

Таким образом, мы ввели аналог принципа Гейзенберга для СТТ, но ограничения теперь возникают сверху (а не по минимуму, как в квантовой механике). При этом, движения $x(t)$ внутри ПА может быть определено точно, но оно (в виде уже совершенной фазовой траектории в ФПС) не может быть никогда повторена. Более того, зная эту траекторию на интервале Δt_1 мы ее не можем предсказать на следующем интервале Δt_2 (при $\Delta t_1=\Delta t_2$).

Мы имеем дело со статистическим хаосом, который не может быть спрогнозирован (см. табл. 1 и табл. 2). Точнее говоря какой-то прогноз есть, но его вероятность в биомеханике не превышает $p_1 \leq 0,05$, для биопотенциалов (ЭМГ) $p_2 \leq 0,15$ (см. табл. 1), для ССС $p_3 \leq 0,15$ (см. табл. 2) и т.д. Все это крайне малые величины. Напомним, что в статистике требуют вероятность совпадения обычно $\beta \geq 0,95$ (иногда даже $p \geq 0,99$).

Для биосистем (СТТ) все это – фантастические цифры. Отсюда вывод: любая биологическая наука (биология, медицина, психология, экология и т.д.) работают с артефактами. Эти науки о живых системах изучают артефакты (прошлые состояния СТТ). Прогноз будущего отсутствует в рамках статистики. При этом надо напомнить, что вся наука (ДСН) базируется на возможности повторения любого процесса (иначе это будут артефакты, например, Тунгусский метеорит) и возможности прогноза будущего.

Если мы не можем прогнозировать будущее, то это уже не наука, а история (или археология). СТТ обладают особыми

свойствами и их невозможно описывать в рамках стохастичности (и тем более в рамках детерминизма, например, с помощью теории динамических систем в виде дифференциальных, разностных и других уравнений). СТТ не могут быть объектом ДСН. Об этом говорил *W. Weaver* еще в 1948 году, но никто (за 70 лет) не обращал внимание на его работу [46].

В итоге, 20 лет назад мы доказали гипотезу *W. Weaver* [46] (СТТ – не объект ДСН) и начали формировать новую науку о биосистемах (СТТ-*complexity* по классификации *W. Weaver*). В этой новой науке особое место заняли понятия *Complexity*, *Uncertainty* и *Unpredictability*, о последнем говорил нобелевский лауреат *M. Gell-Mann* [20]. Однако *M. Gell-Mann* также не выходил за пределы ДСН [37]. Мы же вышли за пределы ДСН путем введения полной *Uncertainty* для описания будущего для СТТ.

С позиций статистики (и тем более детерминизма) будущее состояние вектора $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, описывающего СТТ в фазовом пространстве состояний невозможно описать. Для СТТ мы имеем истинную *Complexity* (о чем пытался сказать *W. Weaver* [46]) полную *Uncertainty* (о чем пытался сказать *I.R. Prigogine* [44, 45]) и полную *Unpredictability* (о чем пытался сказать *M. Gell-Mann* [37]). Однако все эти ученые не изучали статистическую неустойчивость биосистем в виде эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ) [22-36, 38-40, 42, 43]. При этом этот ЭЭЗ был доказан и в работе нейросетей мозга (НСМ) человека. Для примера мы представляем типичную матрицу парных сравнений выборок электроэнцефалограмм (ЭЭГ) для одного человека (в покое, сидя, с одной точки отведения). Оказалось, что сравнение 15-ти выборок таких ЭЭГ в виде матрицы парных сравнений (см. табл. 3) показывает хаос ЭЭГ.

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок электроэнцефалограмм (ЭЭГ) одного и того же здорового человека (число повторов $N=15$) в период релаксации в отведении $T6-Ref$, (критерий Вилкоксона, критерий различий $p<0,05$, число совпадений $k_3=33$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,32	0,05	0,10	0,64	0,01	0,55	0,00	0,28	0,31	0,00	0,90	0,00	0,00
2	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	0,58
3	0,32	0,00		0,75	0,00	0,03	0,67	0,19	0,00	0,01	0,30	0,02	0,10	0,00	0,00
4	0,05	0,00	0,75		0,00	0,07	0,83	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,04	0,00	0,00
5	0,10	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,41	0,38	0,66	0,03	0,00	0,21	0,00	0,00
6	0,64	0,00	0,03	0,07	0,00		0,21	0,86	0,00	0,21	0,52	0,00	0,66	0,00	0,00
7	0,01	0,00	0,67	0,83	0,00	0,21		0,02	0,00	0,00	0,01	0,19	0,00	0,00	0,00
8	0,55	0,00	0,19	0,00	0,41	0,86	0,02		0,08	0,93	0,15	0,00	0,97	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,08		0,06	0,00	0,00	0,07	0,00	0,01
10	0,28	0,00	0,01	0,00	0,66	0,21	0,00	0,93	0,06		0,00	0,00	0,36	0,00	0,00
11	0,31	0,00	0,30	0,06	0,03	0,52	0,01	0,15	0,00	0,00		0,00	0,05	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,90	0,00	0,10	0,04	0,21	0,66	0,00	0,97	0,07	0,36	0,05	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Это доказывает хаотическую работу мозга, т.е. НСМ статистически неустойчивы (они показывают ЭЭЗ). При этом возникает закономерный вопрос: можно ли моделировать такую работу НСМ?

3. Новое понимание системного синтеза.

Использование систем искусственного интеллекта (ИИ) в режиме различных бытовых и даже научных задач

подталкивает нас к попыткам моделирования эвристической работы мозга человека. Отметим, что для эвристики характерно решение задач, которые очень сложно (или даже невозможно) решить с помощью алгоритмизируемых ЭВМ (цифровых (дискретных) или аналоговых).

Поскольку ЭЭЗ точно доказывает уникальность выборок параметров СТТ, то требуются другие модели и другая теория

для описания стационарного состояния функций организма или их изменения. В качестве примера рассмотрим эту проблему на примере динамики изменения параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) для разных групп населения Севера РФ (у нас это Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) – Югры).

Исследовались параметры кардиоинтервалов (КИ) трех групп женщин, которые приехали в ХМАО-Югру (и живут там более 10 лет). Исходно мы установили, что любая выборка (у любого испытуемого) демонстрирует ЭЭЗ в виде неустойчивости КИ (подобно матрице в табл. 2). При этом выборки из медиан для каждой этой группы (по параметрам КИ)

демонстрируют небольшие статистические различия.

Для всех трех групп, т.е. для всех 114-ти человек, мы рассчитали площади псевдоаттракторов (ПА) по формуле $S = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2$, где Δx_1 – вариационный размах по параметрам КИ, а Δx_2 – вариационный размах по приращению x_1 . Для каждого фазового портрета. Мы рассчитали эти площади S и выполнили статистическую обработку данных по всем трем группам. В итоге, мы построили гистограммы (для средних значений $\langle S \rangle$ для каждой возрастной группы со средним возрастом $\langle S_1 \rangle = 27$ лет, $\langle S_2 \rangle = 43$ года, $\langle S_3 \rangle = 58$ лет (см. рис. 2).

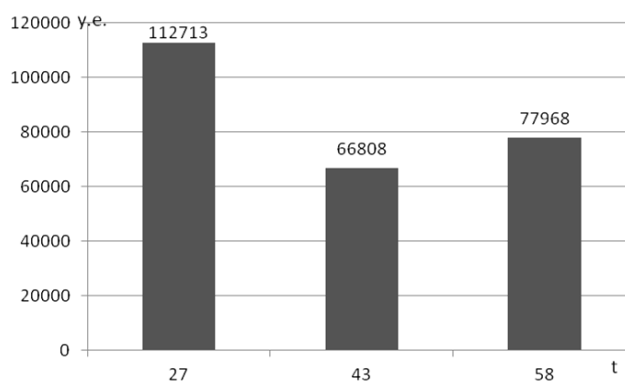


Рис. 1. Усреднённые значения площадей псевдоаттракторов S (в у.е.) на основе расчета кардиоинтервалов x_1 и их скоростей изменений $x_2 = dx_1 / dt$ для 3-х групп приезжих женщин Югры (средний возраст группы указан на оси t)

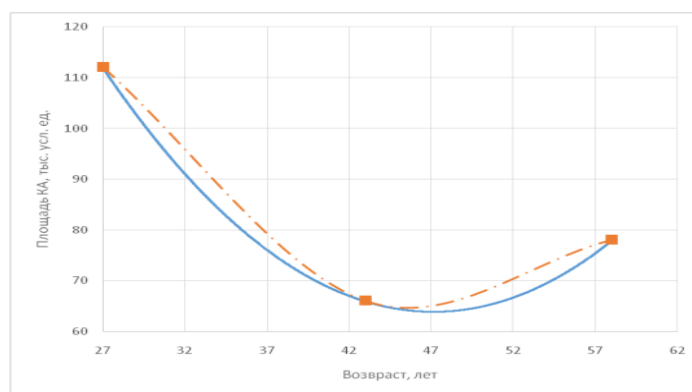


Рис. 2. Поведение реальных и модельных параметров S для КА при изменении возраста (для кардиоинтервалов) у женщин приезжего населения. На графике: модельные данные – сплошная линия, реальные данные – штрих-пунктирная линия

В итоге мы получили рис. 2, где в условных единицах представлены: $\langle S_1 \rangle = 112713$ у.е., $\langle S_2 \rangle = 66808$ у.е. и $\langle S_3 \rangle = 77968$ у.е. Очевидно, что зависимость площади $S(t)$ от возраста t будет убывающей кривой и мы ее можем описать

в рамках уравнения регрессии. С использованием метода наименьших квадратов мы рассчитали уравнения регрессии вида: $S(t) = 0,12t^2 - 11,17t + 327,26$.

Это уравнение квадратичной регрессии описывает изменения средней площади ПА

$\langle S \rangle$ с возрастом у приезжих женщин ХМАО-Югры. Очевидно, что эта зависимость нелинейная и она представлена на рис. 2.

Самое главное то, что эти выборки S для ПА существенно различаются и они показывают реальные изменения параметров КИ (работы сердца) при изменении возраста обследуемых людей. В рамках статистики такое получить невозможно из-за ЭЭЗ. Любая выборка КИ и без изменения возраста уже существенно изменяется (от одного испытуемого к другому), что представлено в табл. 1, 2, 3 и многих других наших публикациях.

Анализировать работу ССС в рамках статистики уже невозможно, мы предлагаем рассчитывать ПА.

Обсуждение. После доказательства статистической неустойчивости выборок любых параметров функций организма (в виде ЭЭЗ) возникла острая необходимость в разработке новых методов и моделей для описания биосистем (СТТ). Поскольку любая выборка статистически неустойчива, то возникает проблема, как описывать неизменность функций организма и как регистрировать реальные изменения параметров СТТ?

Статистика это выполнить не может (см. табл. 1, 2, 3). Тогда мы предлагаем строить фазовые портреты для любой переменной $x_i(t)$ биосистемы, где первой фазовой координатой будет эта величина $x_1(t)$ параметра, а второй координатой $x_2 = dx_1/dt$. В таком двумерном фазовом пространстве мы можем рассчитать фазовые траектории и получать фазовые портреты.

Эти фазовые портреты ограничены прямоугольником с площадью $S = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2$, где Δx_1 и Δx_2 – вариационные размахи этих величин. На примере параметров КИ мы построили 114 фазовых портретов для трех возрастных групп женщин и рассчитали их S , а также средние значения $\langle S_1 \rangle$, $\langle S_2 \rangle$ и $\langle S_3 \rangle$ по этим трем выборкам S для ПА.

В итоге мы получили рис. 1 для этих трех площадей S для ПА и по этим трем значениям рассчитали уравнение квадратичной регрессии для изменения площади ПА S для женщин ХМАО-Югры.

В итоге, мы, фактически, получили русло, которое описывает поведение КИ с возрастом. При этом площади S для ПА заменили традиционные статистические характеристики (см. рис. 2).

Фактически, мы рассчитали параметры порядка (в виде площади S для ПА), которые являются главными диагностическими признаками. Именно S для ПА (см. рис. 1) могут объективно описывать состояние ССС в покое (S при этом статистически не изменяются) или описывать реальные изменения S с возрастом. В рамках статистики это сделать невозможно в принципе (из-за ЭЭЗ).

Более того, составив модель для S (в виде уравнения квадратичной регрессии), мы, фактически, определили русла – базовый закон изменения ССС с возрастом. Для приезжих женщин эта зависимость имеет вид параболы. Это новая закономерность, которая в рамках статистики установить совершенно невозможно. В рамках ТХС мы сейчас предлагаем новый подход.

Этот новый подход позволяет находить параметры порядка (главные диагностические признаки в виде площади ПА) и находить русла – главные уравнения, которые описывают поведение биосистемы в фазовом пространстве состояний. Все это составляет основу новой науки – системного синтеза.

Выводы. Последние 20-30 лет активно обсуждается проблема системного синтеза, когда можно находить параметры порядка (главные диагностические признаки), русла – главные уравнения для описания динамической системы и джокеры. Однако особых успехов в этой области науки за последние 30-40 лет не были получены. Нет формального аппарата определения ПП и русел.

В связи с открытием ЭЭЗ (доказательством уникальности любой выборки любых параметров биосистемы) возникает острая необходимость разработки и внедрения новых понятий и новых критериев для оценки состояния биосистем. В этой связи мы предлагаем рассчитывать фазовые портреты и площади ПА в двумерном фазовом пространстве

состояний вектора $x=x(t)=(x_1, x_2)^T$. Здесь x_1 – данный параметр СТТ, а $x_2=dx_1/dt$ – его скорость изменения.

Тогда полученная S для ПА может быть параметром порядка, который объективно описывает поведение СТТ. В нашем примере речь идет об установлении закономерности поведения параметров ССС с возрастом у жителей Севера РФ. Рассчитав средние площади $\langle S \rangle$ по трем возрастным группам, мы можем получить новую закономерность поведения ССС с возрастом. У нас это было уравнение регрессии (квадратичное), которое и является руслом – главным уравнением, которое описывает поведение параметра порядка (S для ПА).

Литература

1. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. – М., Медицина, 1998. – 285 с.
2. Галкин В.А., Еськов В.В., Пятин В.Ф., Кирасирова Л.А., Кульчицкий В.А. Существует ли стохастическая устойчивость выборок в нейронауках? // Новости медико-биологических наук. – 2020. – Т. 20, № 3. – С.126-132.
3. Галкин В.А., Филатова О.Е., Еськов В.М., Попов Ю.М. Связи между прошлым и будущим состоянием биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 14-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24
4. Горбунова М.Н., Мордвинцева А.Ю., Веденева Т.С., Воробей О.А., Мандрыка И.А. Проблема однородности выборок произвольных и непроизвольных движений человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №1. – С. 60-63. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-60-63.
5. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
6. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю. Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
7. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
8. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.
9. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Чертищев А.А. Существуют ли стандарты в физиологии и медицине? // Клиническая медицина и фармакология. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 27-31. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-1-27-31
10. Еськов В.В., Галкин В.А., Филатова О.Е., Шакирова Л.С., Хвостов Д.Ю. Моделирование эвристической деятельности мозга человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 13-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17
11. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под ред. член-корр. РАН, д.биол.н., профессора Г.С. Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. – 144 с.
12. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
13. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
14. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Веденеев В.В. Существуют ли отличия между произвольными и непроизвольными движениями? // Вестник новых

- медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 3. – С. 88-91. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16688
15. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Третьяков С.А. Три великие проблемы физиологии и медицины // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 4. – С. 115-118. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16782
16. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Великие проблемы Гинзбурга и биомедицинские науки // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, №2. – С. 115-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-115-120.
17. Еськов В.М., Колосова А.И., Фадюшина С.И., Мордвинцева А.Ю. Хаотическая динамика ритмики сердца // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
18. Еськов В.М., Газя Г.В. Неопределенность в промышленной экологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 5-12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-12
19. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
20. Филатов М.А., Нувальцева Я.Н., Оразбаева Ж.А., Афаневич К.А. Медицинская кибернетика и биофизика с позиций общей теории систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 116-119. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16667
21. Филатов М.А., Прохоров С.А., Ивахно Н.В., Головачева Е.А., Игнатенко А.П. Возможности моделирования статистической неустойчивости выборок в физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 120-124. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16668.
22. Филатова О.Е., Башкатова Ю.В., Мельникова Е.Г., Чемпалова Л.С. Параметры кардиоинтервалов женщин Севера РФ при дозированных нагрузках // Клиническая медицина и фармакология. – 2019. – Т. 5, № 4. – С. 6-10.
23. Филатова О.Е., Еськов В.В., Галкин В.А., Филатов М.А., Фаузитдинова К.А. Классификация неопределенностей в медицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 59-68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-59-68
24. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Мандрыка И.А., Еськов В.В. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 3. – С. 41-49. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5
25. Хадарцев А.А., Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Веденев В.В. Место общей теории систем в когнитивных исследованиях // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 31-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47
26. Чемпалова Л.С., Яхно Т.А., Манина Е.А., Игнатенко А.П., Оразбаева Ж.А. Гипотеза W. Weaver при изучении произвольных и непроизвольных движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, № 1. – С. 75-77. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-75-77
27. Шакирова Л.С., Манина Е.А., Веденеева Т.С., Миллер А.В., Лупынина Е.Ю. Системный синтез в оценке транспиридных перемещений учащихся Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, №1. – С. 72-74. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-72-74.
28. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // Emergence: complexity and organization. – 2014. – Vol. 16(2). Pp. 107-115.
29. Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // Journal of

- Physics Conference Series. – 2020. – Vol. 1679. – P. 032081. DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
30. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina Y.V. Formalization of the effect of “repetition without repetition” discovered by N.A. Bernshtein // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62(1). Pp. 143-150. DOI:10.1134/S0006350917010067
 31. Eskov V.M., Filatova O.E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // *Biophysics*. – 2003. – Vol. 48(3). Pp. 497-505.
 32. Es'kov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // *Neurophysiology*. – 1993. Vol. 25(6). – Pp. 348-353.
 33. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // *Journal of Physics Conference Series*. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052020. DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
 34. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2021. – Vol. 1047. – P. 012099. DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
 35. Gazya G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // *Earth and Environmental Science: Conference Series*. – 2021. – Vol. 839. – P. 042072. DOI:10.1088/1755-1315/839/4/042072
 36. Gazya G.V., Eskov V.V., Filatov M.A. The State of the Cardiovascular System Under the Action of Industrial Electromagnetic Fields // *International journal of biology and biomedical engineering*. – 2021. – Vol. 15. – Pp. 249-253. DOI: 10.46300/91011.2021.15.30
 37. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // *Complexity*. – 1997. – Vol. 3. – № 1. – Pp. 13-19.
 38. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2021. – Vol. 1889. – P. 032003. DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
 39. Grigorenko V.V., Eskov V.M., Nazina N.B., Egorov A.A. Information-analytical system of cardiographic information functional diagnostics // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Vol. 1515. – P. 052027. DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
 40. Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Egorov A.A., Nazina N.B. New information technologies in the estimation of stationary modes of the third type systems // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 862. – P. 052034. DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034
 41. Haken H. Principles of brain functioning: a synergetic approach to brain activity, behavior and cognition (Springer series in synergetics). Springer, 1995. – 349 p.
 42. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // *Biomedical engineering*. – 2021. – Vol. 54(6). – Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
 43. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // *Journal of Physics Conference Series*. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052016. DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
 44. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
 45. Prigogine I.R. The philosophy of instability // *Futures*. – 1989. – Pp. 396-400.
 46. Weaver W. Science and Complexity // *American Scientist*. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.

References

1. Anokhin P.K. Кибнетика функциональ'ных систем [Cybernetics of functional systems] / Moscow: Meditsina, 1998. – 285 s.
2. Galkin V.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kulchitsky V.A. Sushchestvuet li stokhasticheskaya

- ustoichivost' vyborok v neironaukakh? [Is there stochastic sample stability in neurosciences?] // *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of biomedical sciences]. – 2020. – Т. 20, No. 3. – S. 126-132.
3. Galkin V.A., Filatova O.E., Es'kov V.M., Popov Yu.M. Svyazi mezhdru proshlym i budushchim sostoyaniem biosistem [Relations between the past and future state of biosystems] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – S. 14-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24
 4. Gorbunova M.N., Mordvintseva A.Yu., Vedeneeva T.S., Vorobey O.A., Mandryka I.A. Problema odnorodnosti vyborok proizvol'nykh i neproizvol'nykh dvizhenii cheloveka [The problem of uniformity of samples of voluntary and involuntary human movements] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – Т. 28, No. 1. – S. 60-63. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-60-63.
 5. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyutsii complexity [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity] / Tula: Publishing house of TulSU, 2016. – 307 s.
 6. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of the human cardiovascular system] / Samara: Publishing house of Porto-Print LLC, 2018. – 312 s.
 7. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva TS, Mordvintseva A.Yu. Problema standartov v meditsine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology] // *Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny* [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. – 2020. – Т. 29, No. 3. – S. 211-216.
 8. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Melnikova E.G. Rol' khaosa v regulyatsii fiziologicheskikh funktsii organizma [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body] / A.A. Khadartseva. Samara: Porto-print LLC, 2020. – 248 s.
 9. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Chertishchev A.A. Sushchestvuyut li standarty v fiziologii i meditsine? [Are there standards in physiology and medicine?] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya* [Clinical medicine and pharmacology]. – 2020. – Т. 6, № 1. – S. 27-31. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-1-27-31
 10. Es'kov V.V., Galkin V.A., Filatova O.E., Shakirova L.S., Khvostov D.Yu. Modelirovanie evristicheskoi deyatel'nosti mozga cheloveka [Modeling of heuristic activity of the human brain] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 1. – S. 13-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17
 11. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizatsiya dvizhenii: stokhastika ili khaos? [Organization of movements: stochastic or chaos?] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house LLC "Porto-print", 2020. – 144 s.
 12. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticheskikh sistem [Complexity: Chaos of Homeostatic Systems] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house of LLC "Porto-print", 2017. – 388 s.
 13. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticheskikh sistem [The End of Certainty: Chaos of Homeostatic Systems] / Khadartseva A.A., Rosenberg G.S. Tula: publishing house Tula printing production association, 2017. – 596 s.
 14. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Filatov M.A., Tretyakov S.A. Tri velikie problemy fiziologii i meditsiny [Three great problems of physiology and medicine] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – Т. 27, No. 4. – S. 115-118. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16782
 15. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Velikie problemy Ginzburga i biomeditsinskie nauki [Ginzburg's great

- problems and biomedical sciences] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – Т. 28, №2. – С. 115-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-115-120.
16. Es'kov V.M., Kolosova A.I., Fadyushina S.I., Mordvintseva A.Yu. Khaoticheskaya dinamika ritmiki serdtsa [Chaotic dynamics of heart rhythm] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 1. – С. 25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
17. Es'kov V.M., Kolosova A.I., Fadyushina S.I., Mordvintseva A.Yu. Khaoticheskaya dinamika ritmiki serdtsa [Chaotic dynamics of heart rhythm] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 1. – С. 25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
18. Es'kov V.M., Gazya G.V. Neopredelennost' v promyshlennoi ekologii [Uncertainty in industrial ecology] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – С. 5-12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-12
19. Pyatin VF, Eskov VV, Filatova OE, Bashkatova Yu. V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. – 2019. – Т. 28, No. 1. – С. 21-27.
20. Filatov M.A., Nuvaltseva Ya.N., Orazbaeva Zh.A., Afanovich K.A. Meditsinskaya kibernetika i biofizika s pozitsii obshchei teorii sistem [Medical cybernetics and biophysics from the standpoint of general systems theory] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – Т. 27, No. 2. – С. 116-119. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16667
21. Filatov M.A., Prokhorov S.A., Ivakhno N.V., Golovacheva E.A., Ignatenko A.P. Vozmozhnosti modelirovaniya statisticheskoi neustoichivosti vyborok v fiziologii [Possibilities of modeling statistical instability of samples in physiology] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – No. 2. – С. 120-124. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16668.
22. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Mel'nikova E.G., Chempalova L.S. Parametry kardiointervalov zhenshchin Severa RF pri dozirovannykh nagruzkakh [The parameters of the cardio intervals of women in the North of the Russian Federation at dosed loads] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical Medicine and Pharmacology]. – 2019. – Т. 5, No. 4. – С. 6-10.
23. Filatova O.E., Es'kov V.V., Galkin V.A., Filatov M.A., Fauzitdinova K.A. Klassifikatsiya neopredelennosei v meditsine [Classification of uncertainties in medicine] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – С. 59-68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-59-68
24. Khadartsev A.A., Filatova O.E., Mandryka I.A., Eskov V.V. Entropiinyi podkhod v fizike zhivyykh sistem i teorii khaosa-samoorganizatsii [Entropy approach in the physics of living systems and the theory of chaos-self-organization] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, No. 3. – С. 41-49. DOI: 10.51790 / 2712-9942-2020-1-3-5
25. Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Bashkatova Yu.V., Vedeneev V.V. Mesto obshchei teorii sistem v kognitivnykh issledovaniyakh [The place of general systems theory in cognitive research] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – С. 31-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47
26. Chempalova L.S., Yakhno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W. Weaver pri izuchenii proizvol'nykh i neproizvol'nykh dvizhenii [W. Weaver's hypothesis in the study of voluntary and involuntary movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of

- new medical technologies]. – 2021. – Т. 28, No. 1. – S. 75-77. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-75-77
27. Shakirova L.S., Manina E.A., Vedeneva T.S., Miller A.V., Lupynina E.Yu. Sistemnyi sintez v otsenke transshirotnykh peremeshchenii uchaschikhsya Yugry [System synthesis in the assessment of trans-latitudinal movements of Ugra students] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – Т. 28, No. 1. – S. 72-74. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-72-74.
28. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // Emergence: complexity and organization. – 2014. – Vol. 16(2). Pp. 107-115.
29. Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // Journal of Physics Conference Series. – 2020. – Vol. 1679. – P. 032081. DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
30. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina Y.V. Formalization of the effect of “repetition without repetition” discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62(1). Pp. 143-150. DOI:10.1134/S0006350917010067
31. Eskov V.M., Filatova O.E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // Biophysics. – 2003. – Vol. 48(3). Pp. 497-505.
32. Es'kov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. Vol. 25(6). – Pp. 348-353.
33. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052020. DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
34. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1047. – P. 012099. DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
35. Gazya G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // Earth and Environmental Science: Conference Series. – 2021. – Vol. 839. – P. 042072. DOI:10.1088/1755-1315/839/4/042072
36. Gazya G.V., Eskov V.V., Filatov M.A. The State of the Cardiovascular System Under the Action of Industrial Electromagnetic Fields // International journal of biology and biomedical engineering. – 2021. – Vol. 15. – Pp. 249-253. DOI: 10.46300/91011.2021.15.30
37. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3. – № 1. – Pp. 13-19.
38. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1889. – P. 032003. DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
39. Grigorenko V.V., Eskov V.M., Nazina N.B., Egorov A.A. Information-analytical system of cardiographic information functional diagnostics // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1515. – P. 052027. DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
40. Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Egorov A.A., Nazina N.B. New information technologies in the estimation of stationary modes of the third type systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 862. – P. 052034. DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034
41. Haken H. Principles of brain functioning: a synergetic approach to brain activity, behavior and cognition (Springer series in synergetics). Springer, 1995. – 349 p.
42. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. – 2021. – Vol. 54(6). – Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6

43. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052016. DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
44. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
45. Prigogine I.R. The philosophy of instability // Futures. – 1989. – Pp. 396-400.
46. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.