10.12737/article 5b2cef15aeea92.66446608

# СТОХАСТИЧЕСКИЙ ПАРАДОКС ЕСЬКОВА-ФИЛАТОВОЙ В ТЕОРИИ COMPLEXITY

В.Ф. ПЯТИН $^1$ , В.В. ЕСЬКОВ $^2$ , Л.А. ВОРОБЬЕВА $^2$ , М.Г. КУРОПАТКИНА $^2$ , Н.Н. САЗОНОВА $^2$ 

<sup>1</sup>ΦΓБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Гагарина, 18, Самара, 443079, Россия
<sup>2</sup>БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия, e-mail: firing.squad@mail.ru

**Аннотация**. Выявлены особые механизмы в регуляции *сердечно-сосудистой системы* (ССС) человека со стороны нейросетей мозга. В режиме многократных и хаотически изменяющихся повторений решения задачи диагностики (и регуляции) состояния ССС показаны новые возможности искусственных нейронных сетей (нейроэмуляторов – НЭВМ). В режиме хаотического задания начальных весов признаков  $x_i$ , определяющих функциональное состояние организма человека при повторных итерациях, резко повышается чувствительность диагностики. Это обеспечивает идентификацию параметров порядка (главных диагностических признаков  $x_i$ ). При этом решается задача по устранению неопределённости 1-го типа, когда выборки  $x_i$  для двух разных состояний гомеостаза статистически совпадают (врач ошибочно ставит диагноз). Представлены конкретные примеры из области изучения параметров сердечно-сосудистой системы человека по использованию нейроэмуляторов в режиме бинарной классификации при диагностике.

Ключевые слова: хаос, кардиоинтервалы, стохастика, эффект Еськова-Филатовой.

#### THE STOCHASTIC ESKOV-FILATOVA PARADOX IN THEORY OF COMPLEXITY

V.F. PYATIN<sup>1</sup>, V.V. ESKOV<sup>2</sup>, L.A. VOROBYEVA<sup>2</sup>, M.G. KUROPATKINA<sup>2</sup>, N.N. SAZONOVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara State Medical University of the Health Ministry, Gagarina st., 18, Samara, 443079, Russia

<sup>2</sup>Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, 628400, Russia, e-mail: firing.squad@mail.ru

**Abstract.** It was investigated new mechanism of brain neuronets regulation of system cardio-vascular human body. In special regime of reverberation and chaotic repetition of diagnostic task by neuroemulator (artificial neuron network ANN), it was demonstrated the new possibility of ANN. The chaotic determination of initial neuron weight of connectedness  $w_{i0}$  for diagnostic procedure provide the order parameter identification between all diagnostics parameters  $x_i$ . According to such procedure of binary classification (in special regime of numerical repetition) we can calculate main parameters from all  $x_i$  (order parameters). It is a task of system's synthesis. It provides the solution of first type of uncertainty in the medicine and physiology. The using of artificial neuron network provides the great level of sensitivity of the human body parameters  $x_i$  identification (as order parameters) when doctor does mistakes (the human body parameters  $x_i$  samples demonstrate stochastic equality). Some concrete example of such procedure was presented for cardio-vascular system.

Key words: chaos, cardiointervals, stochastics, Eskova-Filatova effect.

**Введение.** Гипотеза Н.А. Бернштейна [1] о «повторении без повторения» была положена в основу доказательства эффекта Еськова-Зинченко (ЭЕЗ) в биомеханике [4-10]. Это существенно изменяет наши представления о реальной динамике поведения любых координат  $x_i$  всего вектора состояния

 $x=x(t)=(x_1,x_2,...,x_m)^T$ , описывающего гомеостатические биосистемы, включая и состояние *сердечно-сосудистой системы* (ССС) человека. Гомеостатические системы включают в себя и *функциональные системы организма* (ФСО) (по П.К. Анохину). Эти ФСО демонстрируют статистическую неустойчи-

вость для подряд получаемых выборок любых параметров  $x_i$  гомеостаза ФСО [2-10], что составляет основу ЭЕЗ в физиологии [13-17,24-28]. ЭЕЗ мы наблюдаем в работе нейросетей мозга (НСМ) и в виде хаоса выборок электроэнцефалограмм (ЭЭГ) [24-37].

Ранее было доказано, что в ЭЕЗ мы наблюдаем отсутствие статистической устойчивости не только в биомеханике, но и в регуляции различных других физиологических функций (кроме нервно-мышечной системы (НМС), это имеет место и для ССС, для нейросетей мозга – НСМ и др. систем). Все это приводит современную физиологию к необходимости изучения не только этих эффектов, но и к объяснению самих механизмов такой регуляции ФСО и НМС. Если  $x_i$  неустойчивы в неизменном гомеостазе, то как происходит организация и регуляция ФСО в реальности? Как хаотически работающие НМС способны управлять физиологическими функциями организма человека, в частности, ФСО? Ответы на эти вопросы мы пытаемся сейчас представить в настоящем сообщении.

Отметим, что в ЭЕЗ мы наблюдаем отсутствие статистической устойчивости не только в биомеханике, но и в регуляции других физиологических функций (кроме НМС это имеет место и для ССС, для НСМ и др. систем). Все это приводит к необходимости изучения не только этих эффектов, но и к объяснению самих механизмов такой регуляции  $\Phi$ CO и HMC. Если  $x_i$  неустойчивы в неизменном гомеостазе, то как происходит организация и регуляция ФСО в реальности? Как хаотически работающие НМС способны управлять хаотически организованными ФСО? Ответы на эти вопросы мы пытаемся сформулировать в настоящем сообщении с позиций новой теории xaocaсамоорганизации (ТХС) [24-37].

1. Объект и методы исследований. Исследования проводились на группе девушек (средний возраст <*T*>=22 года), согласно Хельсинской конвенции. Регистрация параметров ССС проводилась с помощью прибора «Элокс-01» и программного комплекса на базе ЭВМ. Обследование ССС производи-

лось по m=14 параметрам  $x_i$  общего вектора состояния ССС,  $\dot{x}(t) = (x_1, x_2, ..., x_m)^T$ , среди которых  $x_1 - SIM$  (показатель активности сим-BHC, патического отдела y.e.); PAR (показатель активности парасимпатического отдела ВНС, у.е.);  $x_3 - SSS$  (число удасердца В минуту); SDNN (стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов (КИ), мс);  $x_5 - INB$  (индекс напряжения (по Р.М. Баевскому);  $x_6 - SPO_2$ уровень оксигенации крови;  $x_7$  – значение КИ, в мсек;  $x_8 - VLF$  (спектральная мощность очень низких частот, мс2);  $x_9$  – LF (спектральная мощность низких частот, мс2);  $x_{10} - HF$  (спектральная мощность высоких частот, мс<sup>2</sup>);  $x_{11}$  – Total (общая спектральная мощность, мс<sup>2</sup>);  $x_{12} - LF(p)$  (низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах);  $x_{13} - HF(p)$  (высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах);  $x_{14} - LF/HF$  (отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной;  $x_{15} - LF norm (\%)$  — нормализованная спектральная мощность низких частот.

2. Статистическая неустойчивость КИ. Для кардиологии и физиологии ССС неустойчивость выборок параметров х<sub>і</sub> ССС в неизменном гомеостазе означают только одно: конец определенности для любых методов стохастики в изучении гомеостаза. Любая выборка параметров ССС у одного человека имеет уникальный характер. Если мы 5 минут регистрируем (не менее 300 кардиоинтервалов – КИ) у одного человека (по рекомендации кардиологов Европы), то эта выборка не несет никакой информации (она уникальна, а уникальные системы - это не объект современной науки, по утверждению I.R. Prigogine, 1997 [31]). В следующие 5 минут получим другую выборку, с другой функцией  $f(x_i)$ , с другими спектральными плотностями сигнала (СПС), с другими авmокорреляциями A(t) и т.д. Все будет другим [24-37]. Для иллюстрации ЭЕЗ представим табл. 1, в которой наблюдается хаос выборок  $x_i$ : на диагональных элементах  $a_{i}$ ,  $_{i+1}$  нет ни одного совпадения. Все наддиагональные пары  $a_{i}$ , i+1 <0,05, т.е. они все разные.

Таблица 1 Уровни значимости (p) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров КИ испытуемого (юноша) при повторных экспериментах  $(k_I=10)$ , с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (Wilcoxon signed Ranks Test)

Kphiephh Bhikokeona (witcoxon signed Kanks Test)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,04	0,00
3	0,24	0,00		0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
7	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02		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	0,20
11	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
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	0,08
13	0,01	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,70	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	0,20	0,00	0,08	0,00	0,00	

\*Примечание: p – достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят p<0,05)

Эффект Еськова-Филатовой (ЭЕФ) ставит перед физиологией и всем естествознанием глобальные проблемы статистической неустойчивости любых выборок параметров ССС  $x_i$  их f(x), СПС, A(t). В этом эффекте доказывается отсутствие реальной возможности обнаружения всех каких-либо статистических закономерностей группы и отсутствие индивидуумов. Суть этого эффекта – группа из 15-ти разных испытуемых (например, больных) может демонстрировать более выраженные статистические совпадения выборок КИ, их СПС и A(t), чем отдельный испытуемый, находящийся в неизменном гомеостазе и у которого подряд регистрировали 15 раз выборки КИ. Иными словами, отдельный человек может быть менее похож на самого себя (в режиме n=15 повторений регистрации КИ), чем группа разных людей между собой.

3. Парадокс Еськова-Филатовой в теории гомеостатических систем. Характерный пример сказанному представляется в виде двух матриц парного сравнения выборок  $x_i$  (набор КИ при регистрации по 5 минут) В

табл. 1 – для одного человека в режиме 15-ти повторных регистраций выборок КИ по 5 минут в неизменном гомеостазе. В виде табл. 2 мы представляем матрицу парных сравнений выборок КИ 15-ти разных испытуемых (в спокойном состоянии). Табл. 1 демонстрирует фактически ЭЕЗ для ССС, т.к. число kвыборок  $x_i$ , которые можно (эти две выборки) отнести к одной генеральной совокупности, весьма невелика –  $k_1$ =9. Статистическая устойчивость выборок одного испытуемого (в неизменном гомеостазе) весьма мала. Доля стохастики (из 105 разных пар сравнения) крайне мала (менее 10%), т.е. табл. 1 демонстрирует хаос  $x_i$ , их f(x) с частотой  $p \ge 0.9$ . Обращаем внимание, что для 10-ти пар сравнения и более в табл. 1 мы не наблюдаем статистического совпадения. Это означает, что  $f_i(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$  с вероятностью  $p \ge 0.95\%$ . Однако, в табл. 2 мы регистрируем целых 3 пары, когда  $f_i(x_i) = f_{i+1}(x_i)$  для разных испытуе-Тогда частота такого совпадения  $p^*=3/15=20\%$ . Это очень высокое значение ДЛЯ разных пар выборок.

Таблица 2 Попарные сравнения 15-ти выборок параметров КИ группы разных испытуемых из 15-ти человек (юноши), с помощью непараметрического критерия Краскела –Уоллиса (k₂=17)

	chobek (lonomi), e nomombio nenapamer par reckor o kparepam kipatekena – v osninea (122–											- (2			
	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		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,06	0,00	0,00
3	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,58	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,04	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
5	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
6	0,00	0,00	0,00	0,04	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	1,00
7	0,00	0,00	0,00	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
9	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
10	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,42
13	0,00	0,06	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	·	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,02	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	

\*Примечание: p – достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят p<0,05)

Если мы сравним аналогичную матрицу (для табл. 1) парных сравнений выборок в виде матрицы табл. 2 для 15-ти разных испытуемых (у каждого регистрировались выборки КИ за 5 мин с не менее 300 КИ в каждой выборке), то окажется, что доля стохастики (см. табл. 2) в такой матрице может быть выше (у нас в табл. 2  $k_2$ =17). Такая ситуация довольно часто встречается при изучении КИ. Это ставит перед физиологией еще один крайне сложный вопрос: получается, что отдельный человек (в режиме повторений регистрации КИ) может быть менее статистически подобен (самому себе), чем группа разных людей между собой (в спокойном состоянии, без воздействий). Этот эффект окончательно подрывает основы (базу) возможностей применения стохастики в физиологии и медицине! Более того, как переходить на индивидуализированную медицину, если параметры КРС (в нашем случае) невозможно описывать статистически (для одного пациента)? Если для одного (отдельного) испытуемого доля стохастики ( $k_1$ =9) менее 10%, а каждая выборка КИ – уникальна [23-37].

Если группа разных людей статистически более подобна (у нее более высокий  $k_2$ ), чем отдельный человек подобен самому себе, то как тогда можно сравнивать между собой и разных испытуемых? Как определять неизменность гомеостаза одного человека (в персонифицированной медицине), если подряд получаемые выборки КИ (а также ТМГ, ТПГ, ЭЭГ, ЭМГ и т.д.) не могут демонстрировать высокое статистическое совпадение (см. табл. 1)? Каковы вообще механизмы такого хаоса и как тогда поддерживается гомеостаз отдельного организма, если все непрерывно и хаотически изменяется (любая выборка уникальна)? Что такое гомеостаз в свете этих новых данных? Получается, что самоорганизация разных моделей более высока (по параметрам ССС), чем самоорганизация отдельного человека?

 люди между собой)? Очевидно, что нужен другой формальный аппарат для описания таких уникальных систем (систем третьего типа по *W. Wever* [35]) и другие меры для регистрации неизменности гомеостаза (или его изменения). Более того, мы сейчас говорим и о других механизмах регуляции гомеостаза (не в рамках ДСН). При этом мы должны сформулировать и новые принципы работы мозга, его НСМ, которые осуществляют контроль работы ФСО (в хаотическом режиме).

Следует отметить, что динамический хаос Лоренца тоже требует повторений некоторого состояния системы  $x(t_k)$  и И.Р. Пригожин очень на это надеялся [34]. Это состояние определяется как свойство перемешивания (хаос Лоренца) или как равномерное распределение. В рамках новой (нами разрабатываемой) теории гомеостатических систем (систем третьего типа по W. Wever [35]) не является хаосом Лоренца, и он не может описываться в рамках ДСН. Объяснение этим различиям сейчас возможно [18-26] на конкретных примерах работы искусственных НСМ, которые сейчас обозначают как нейро эмуляторы или нейро-ЭВМ (НЭВМ). Нейросети сейчас все шире используются в медицине и биологии, но при этом для НЭВМ имеется одна особенность: НЭВМ работает на базе методов ДСН. Используются различные детерминистские и стохастические методы без указанных нами выше особенностей работы НСМ и ФСО (хаос-самоорганизация и реверберации) и это является большим тормозом развития ДСН в описании гомеостатических систем СТТ (complexity) [11,19-37].

### Выводы.

- 1. Эффект Еськова-Зинченко распространяется из биомеханики на физиологию ССС. Подряд получаемые выборки не демонстрируют статистическое совпадение.
- 2. Возникает кроме неопределенности 2-го типа (в виде эффекта Еськова-Зинченко) и особая неопределенность в виде Еськова-Филатовой. В этом случае группа разных испытуемых может быть более статистически подобна, чем один человек похож на самого себя в режиме п-кратных повторений регистрации КИ.

3. Для изучения этого нового эффекта Еськова-Филатовой целесообразно использовать расчет матриц парных сравнений выборок КИ. Эти матрицы работают в режиме «повторение без повторений» Н.А. Бернштейна.

## Литература

- 1. Бернштейн Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн; под ред. Г.Д. Смирнова. Москва: изд-во МЕДГИЗ, 1947. 254с.
- 2. Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Мирошниченко И.В., Воробьева Л.А. Проблема статистической неустойчивости кардиоинтервалов в получаемых подряд выборках неизменного гомеостаза в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. -2017. -T. 24. № 1. С. 36-42. DOI: 12737/25260
- 3. Денисова Л.А., Прохоров С.А., Шакирова Л.С., Филатова Д.Ю. Хаос параметров сердечно-сосудистой системы школьников в условиях широтных перемещений // Вестник новых медицинских технологий. -2018.-T.25.-№ 1.-C.133-142. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15989
- 4. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity: монография. Тула: изд-во ТулГУ, 2016. 372 с.
- 5. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Клюс Л.Г., Миллер А.В. Гомеостатичность нейросетей мозга // Вестник новых медицинских технологий. -2018. -T. 25. -№ 1. -C. 102-113. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15985
- 6. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем: монография / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: изд-во ООО «Порто-принт», 2017. 388 с.
- 7. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем: монография / Под ред. А.А. Хадарцева, Г. С. Розенберга. Тула: изд-во ООО «ТППО», 2017. 596 с.
- 8. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при при-

- менении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 1. С. 158-167. DOI: 12737/25253
- 9. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Л.К. Иляшенко Л.К. Биофизика живых систем в зеркале теории хаосасамоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. -2017. -T. 24. -№4. -C. 20-26. DOI:  $10.12737/article_5a38f0267f9733$ . 52971633
- 10. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Иляшенко Л.К., Еськов В.В., Миненко И.А. Экспериментальные исследования хаотической динамики биопотенциалов мышц при различных статических нагрузках // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.  $2018. T. 165. N \cdot 4. C. 400-403.$
- 11. Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Введение в биофизику гомеостатических систем (complexity) // Сложность. Разум. Постнеклассика. -2016. -№ 3. C. 6-15. DOI: 10.12737/22107
- 12. Мирошниченко И.В., Эльман К.А., Прасолова А.А., Глазова О.А. Динамика кардиоинтервалов детско-юношеского населения Югры в аспекте возрастных изменений // Вестник новых медицинских технологий. 2017. − Т. 24. − № 4. − С. 14-19. DOI: 10.12737/ article\_5a38efc470c346. 67491500
- 13. Мирошниченко И.В., Прохоров С.В., Эльман К.А., Срыбник М.А. Сравнительный анализ хаотической динамики показателей сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. -2018.-T.25.-№ 1.-C.154-160. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15997
- 14. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Алиев Н.Ш., Воробьева Л.А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25. № 1. С. 143-153. DOI:10.2 4411/1609-2163-2018-15990
- 15. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работниц нефтегазового комплекса // Экология и промышлен-

- ность России. 2017. Т. 21. № 7. С. 46-51
- 16. Яхно В.Г., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Башкатова Ю.В. Парадокс Еськова-Филатовой в оценке параметров биосистем // Вестник новых медицинских технологий. -2017. T. 24. № 3. C. 20-26. DOI:10.12737/article\_59c49ca69df199.85201052
- 17. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. 2017. Vol. 62. No. 6. Pp. 961-966.
- 18. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. 2017. Vol. 62. No. 11. Pp. 1611-1616.
- 19. Eskov V. M. Cyclic respiratory neuron network with subcycles // Neural Network World. 1994. Vol. 4. No. 4. Pp. 403-416.
- 20. Eskov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // Measurement Techniques. 1994. Vol. 37. No. 8. Pp. 967-971.
- 21. Eskov V.M. Hierarchical respiratory neuron networks // Modelling, Measurement and Control C. 1995. Vol. 48. No. (1-2). Pp. 47-63.
- 22. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // Neurophysiology. 1995. Vol. 25. No. 6. Pp. 348-353.
- 23. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. 1996. Vol. 11. No. (2-4). Pp. 203-226.
- 24. Eskov V.M., Filatova O.E. A compartmental approach in modeling a neuronal network. Role of inhibitory and excitatory processes // Biofizika. 1999. Vol. 44. No. 3. –Pp. 518-525.
- 25. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. 2017. Vol. 62. No. 5. Pp. 809-820.
- 26. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of

- female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. 2017. No. 3. Pp. 38-42.
- 27. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of "Repetition without Repetition" Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. 2017. Vol. 62. No. 1. Pp. 143-150.
- 28. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. 2017. Vol. 72. No. 3. Pp. 309-317.
- 29. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21. No. 1. Pp. 14-23.
- 30. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. 2017. No. 8. Pp. 15-20.
- 31. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21. No. 3. Pp. 224-232.
- 32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect Biophysics // Biophysics. 2018. Vol. 63. No. 2. Pp. 125-130.
- 33. Mezentseva L.V., Pertsov S.S., Kopilov F.Yu., Lastovetsky A.G. Mathematical analysis of the stability of heart—rate dynamics in postinfarction patients // Biophysics. 2017. Vol. 62. No. 3. Pp. 499-502.
- 34. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature; Free Press. 1997.
- 35. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. 1948. Pp. 536-544.
- 36. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition"

- N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 1. Pp. 4-8.
- 37. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 164. No. 2. Pp. 115-117.

## Reference

- 1. Bernshtejn N.A. O postroenii dvizhenij / N.A. Bernshtejn; pod red. G.D. Smirnova. Moskva: izd-vo MEDGIZ, 1947. 254s.
- 2. Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Miroshnichenko I.V., Vorob'eva L.A. Problema statisticheskoj neustojchivosti kardi-ointervalov v poluchaemyh podryad vyborkah neizmennogo gomeostaza v usloviyah severa RF [Eskov-Zinchenko effect: human involuntary movements organization during repetitions] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technolo-gies]. − 2017. − T. 24. − № 1. − S. 36-42.
- 3. Denisova L.A., Prohorov S.A., Shakirova L.S., Filatova D.Yu. Haos parametrov serdechno-sosudistoj sistemy shkol'nikov v usloviyah shirotnyh peremeshchenij [Chaos of cardiovascular system parameters in school-children under conditions of latitudinal dis-placements] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. − 2018. − T. 25. − № 1. − S. 133-142. DOI:10. 24411/1609-2163-2018-15989
- 4. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i ehvolyucii complexity: monografiya. Tula: izd-vo TulGU, 2016. 372 s
- 5. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Klyus L.G., Miller A.V. Gomeostatichnost' nejrosetej mozga [Homeostasis of brain neural network] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. − 2018. − T. 25. − № 1. − S. 102-113. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15985
- 6. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeostaticheskih si-stem: monografiya / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: izd-vo OOO «Porto-print», 2017. 388 s.

- 7. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeosta-ticheskih sistem: monografiya / Pod red. A.A. Hadarceva, G. S. Rozenberga. Tula: izd-vo OOO «TPPO», 2017. 596 s.
- 8. Es'kov V.M., Filatova O.E., Poluhin V.V. Problema vybora abstrakcij pri primenenii biofiziki v medicine [Problem of a choice of abstractions: application the biophysics in medicine] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. -2017. T. 24. No 1. S. 158-167. DOI: 12737/25253
- 9. Es'kov V.M., Hadarcev A.A., Filatova O.E., L.K. Ilyashenko L.K. Biofizika zhivyh sistem v zerkale teorii haosa-samoorganizacii [Biophysics of living systems in mirror of chaos and self-organization theory] // Vestnik novyh medi-cinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. 2017. − T. 24. − № 4. − S. 20-26. DOI: 10.12737/article\_5a38f0267f9733.52 971633
- 10. Zilov V.G., Hadarcev A.A., Ilyashenko L.K., Es'kov V.V., Minenko I.A. Eksperimental'nye issledovaniya haoticheskoj di-namiki biopotencialov myshc pri razlichnyh staticheskih nagruzkah // Byulleten' ehksperimental'noj biologii i mediciny [Bulletin of experimental biology and medicine]. -2018. T. 165. No 20 4. S. 200 403.
- 11. Zinchenko Yu.P., Hadarcev A.A., Filatova O.E. Vvedenie v biofiziku gomeostaticheskih sistem (complexity) [Introduction to the biophysics of homeostatic systems (complexity)] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. 2016. № 3. S. 6-15. DOI: 10.12737/22107
- 12. Miroshnichenko I.V., El'man K.A., Prasolova A.A., Glazova O.A. Dinamika kardiointervalov detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry v aspekte vozrastnyh izmenenij [Dynamics of rrintervals youth of Ugra population in aspect of age-related changes] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. − 2017. − T. 24. − № 4. − S. 14-19. DOI:10.12737/article\_5a38efc470c346.6749150 013.
- 13. Miroshnichenko I.V., Prohorov S.V., El'man K.A., Srybnik M.A. Sravnitel'nyj analiz haoticheskoj dinamiki pokazatelej serdechno-

- sosudistoj sistemy prishlogo detskoyunosheskogo naseleniya Yugry [Comparative analysis of the chaotic dynamics of the CVS alien youth of Ugra population] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. − 2018. − T. 25. − № 1. − S. 154-160. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15997
- 14. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.Sh., Vorob'eva L.A. Haos parametrov gomeostaza funkcional'nyh sistem organizma cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of functional systems of the human body] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. − 2018. − T. 25. − № 1. − S. 143-153. DOI:10.24411/1609-2163-2018-15990
- 15. Filatova O.E., Majstrenko E.V., Boltaev A.V., Gazya G.V. Vliyanie promyshlennyh ehlektromagnitnyh polej na dinamiku serdechnososudistyh sistem rabotnic neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]. -2017. T. 21. No 7. S. 46-51.
- 16. Yahno V.G., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Bashkatova YU.V. Paradoks Es'kova-Filatovoj v ocenke parametrov biosistem [The Eskov-Filatova paradox to the estimation of the parameters of biosystems] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. −2017. − T. 24. − № 3. − S. 20-26. DOI:10.12737 /article\_59c49ca69 df199.85201052
- 17. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Prob-lems of the Evolution of Complexity // Biophys-ics. 2017. Vol. 62. No. 6. Pp. 961-966.
- 18. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. 2017. Vol. 62. No. 11. Pp. 1611-1616.
- 19. Eskov V. M. Cyclic respiratory neuron network with subcycles // Neural Network World. 1994. Vol. 4. No. 4. Pp. 403-416.

- 20. Eskov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // Measurement Techniques. 1994. Vol. 37. No. 8. Pp. 967-971.
- 21. Eskov V.M. Hierarchical respiratory neu-ron networks // Modelling, Measurement and Control C. 1995. Vol. 48. No. (1-2). Pp. 47-63.
- 22. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // Neurophysiology. 1995. Vol. 25. No. 6. Pp. 348-353.
- 23. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. 1996. Vol. 11. No. (2-4). Pp. 203-226.
- 24. Eskov V.M., Filatova O.E. A compartmental approach in modeling a neuronal network. Role of inhibitory and excitatory processes // Biofizika. 1999. Vol. 44. No. 3. –Pp. 518-525.
- 25. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. 2017. Vol. 62. No. 5. Pp. 809-820.
- 26. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. 2017. No. 3. Pp. 38-42.
- 27. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of "Repetition without Repetition" Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. 2017. Vol. 62. No. 1. Pp. 143-150.
- 28. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow Universi-ty Physics Bulletin. 2017. Vol. 72. No. 3. Pp. 309-317.
- 29. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21. No. 1. Pp. 14-23.
- 30. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic as-

- sessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. -2017. No. 8. Pp. 15-20.
- 31. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21. No. 3. Pp. 224-232.
- 32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect Biophysics // Biophys-ics. 2018. Vol. 63. No. 2. Pp. 125-130.
- 33. Mezentseva L.V., Pertsov S.S., Kopilov F.Yu., Lastovetsky A.G. Mathematical analysis of the stability of heart—rate dynamics in postinfarction patients // Biophysics. 2017. Vol. 62. No. 3. Pp. 499-502.
- 34. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature; Free Press. 1997.
- 35. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. 1948. Pp. 536-544.
- 36. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 1. Pp. 4-8.
- 37. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 164. No. 2. Pp. 115-117.