

I. БИМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-12

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

В.М. ЕСЬКОВ¹, Г.В. ГАЗЯ²

¹ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, г. Сургут, Россия, 628400, firing.squad@mail.ru

²БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Действие низкочастотных электромагнитных полей на организм работающих на Севере РФ во многих случаях остается сложно идентифицируемым. Реакцию сердечно-сосудистой системы на этот фактор во многих случаях в рамках традиционной статистики зарегистрировать довольно сложно. Однако возможно использование искусственных нейросетей в двух новых режимах. В этом случае при каждой процедуре разделения признаков $x_i(t)$ мы задаем начальные значения весов w_{io} признаков $x_i(t)$ хаотически, т.е. $w_{io} \in (0, 1)$. При этом мы многократно повторяем настройку нейросети (не менее 1000-и итераций) и полученные выборки $x_i(t)$ ранжируются. Если веса w_i после 1000-ти итераций показывают значения выше среднего статистического $\langle w_i \rangle \geq 0,5$, то такие j -е признаки можно считать главными (или параметрами порядка). В итоге нами сейчас формализована процедура нахождения параметров порядка, т.е. формализован системный синтез (отыскание главных признаков).

Ключевые слова: неопределенность, промышленная экология, эффект Еськова-Зинченко.

UNCERTAINTY IN INDUSTRIAL ECOLOGY

V.M. ESKOV¹, G.V. GAZYA²

¹Federal research center for scientific research institute of system research of the Russian Academy of Sciences, Bazovaya Str. 34, Surgut, 628400, Russia, e-mail: firing.squad@mail.ru

²Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. It is very difficult to identification the influence of electromagnetic field (in industry) on human body in Russian North. Reaction on such electromagnetic field in many cases is very invisible. We propose to use the operatic regime of artificial neuron networks for such identification (of electromagnetic fields influention). For this purpose we select of value weights w_{io} with chaotic procedure from interval $w_{io} \in (0,1)$. For such regime we repeat the artificial network work again and again (1000 iteration) and obtain many samples of human body parameters $x_i(t)$. In the average of such weight $\langle w_i \rangle \geq 0,5$ so the such parameter may be main (it is order parameters). So we demonstrate the procedure of order parameters identification as a solution of system synthesis test for all biomedicine.

Keywords: uncertainty, industrial ecology, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Действие слабых физических факторов, которые изучаются в промышленной экологии и во всей биофизике, во многих случаях не вызывают существенных изменений со стороны организма человека. Очень часто такими (слабыми) промышленными факторами как вибрация, электромагнитные поля (ЭМП) (слабой мощности), звук малой интенсивности, которые часто встречаются на промышленной площадке, просто пренебрегают.

Однако, если эти факторы действуют длительно (десятилетиями, на производстве) и при этом сам человек может находиться в особых климатических условиях, то эффект от этих факторов может быть существенным (после длительных воздействий). Это касается и влияния ЭМП на человека, который проживает на Севере РФ. Резкие перепады температур, низкая влажность в помещениях, длительный зимний период могут усугублять действие ЭМП на

производстве. Однако статистика эти эффекты может и не ранжировать.

Этой проблеме посвящено довольно много научных публикаций, но мы сейчас обращаем внимание на крайне низкую эффективность применения именно статистических методов для выявления эффектов действия ЭМП на организм человека. Довольно часто статистика не может показать эффекты ЭМП, но другие (новые) информационные методы это позволяют выявлять. Именно это и представлено в нашей статье на примере четырех групп женщин, работниц нефтегазовой сферы ХМАО-Югры.

1. Понятие неопределенности первого типа.

Как уже выше отмечалось, довольно часто возникает ситуация, когда статистика не может показать различие между действительно разными физиологическими состояниями или одной и той же группы испытуемых (если она находится в разных экологических и других состояниях) или для разных групп, которые сравниваются. Отсутствие таких различий трактуется как отсутствие эффекта действия ЭМП на человека (хотя реально у этих людей сравнивается продолжительность жизни).

Таблица 1

Результаты итоговой статистической обработки 25 медиан индивидуальных (для каждого из 25-и испытуемых) выборок кардиоинтервалов четырех групп женщин, неподверженных (группы 1, 2) и подверженных (группы 3, 4) воздействию ЭМП, представленные в Me, 5% и 95% (процентили)

Но- мер	Группа											
	1			2			3			4		
	Me	5%	95%	Me	5%	95%	Me	5%	95%	Me	5%	95%
1	590	540	665	710	650	775	730	670	795	730	645	770
2	780	685	865	830	750	890	740	615	850	830	760	910
3	750	685	840	740	700	810	730	680	790	790	705	840
4	835	770	920	730	640	820	690	615	815	690	625	750
5	840	745	935	780	695	850	670	570	780	720	640	820
6	740	665	820	860	800	920	720	660	770	1050	940	1140
7	710	630	780	900	825	940	770	710	830	740	690	770
8	630	570	695	800	745	865	655	590	730	660	600	720
9	630	580	760	830	730	910	760	625	880	800	690	845
10	850	725	990	980	875	1070	620	520	685	860	810	905
11	710	605	770	700	580	820	630	575	700	760	710	840
12	870	730	1010	660	600	710	670	600	750	705	610	750
13	680	610	750	870	820	930	690	600	790	930	880	980
14	580	520	680	810	690	900	560	520	630	640	565	710
15	790	710	870	950	870	1020	720	640	870	760	685	835
16	850	770	940	600	520	680	670	610	730	590	530	640
17	800	655	910	740	640	795	780	680	890	550	520	590
18	720	660	790	660	600	760	620	570	690	615	550	670
19	700	580	810	1040	980	1095	730	640	795	860	800	930
20	810	730	880	900	775	985	830	770	890	760	675	820
21	730	645	785	880	755	960	1050	935	1120	710	660	780
22	740	660	800	610	545	720	650	600	710	780	720	825
23	870	800	940	720	650	800	690	630	780	790	730	850
24	820	690	945	710	625	770	760	695	860	740	710	790
25	830	770	950	790	750	850	890	810	975	700	660	750
Me	756	597	869	795	625	981	719	612	892	745	585	932

Примечание. Группы 1 и 2 – женщины, не подверженные воздействию ЭМП младше 35 лет и старше 35 лет соответственно; группы 3 и 4 – женщины, подверженные воздействию ЭМП младше 35 лет и старше 35 лет соответственно.

В нашем случае мы сравниваем между собой четыре группы, разные по возрасту и различающиеся по экологическим условиям. Сейчас мы говорим о 1-й группе

женщин (до 35-ти лет) и о 2-й группе женщин (старше 35 лет), на которых не действуют ЭМП. С противоположной стороны мы сравниваем аналогичные две

возрастные группы с двумя подобными (по возрасту) группами, но на них уже действует ЭМП. В итоге сейчас мы статистически сравниваем выборки шести параметров ССС для этих разных четырех исследуемых групп работников нефтегазовой сферы Севера РФ.

Напомним, что речь идет об x_1 – *SIM* – параметр симпатической вегетативной нервной системы (ВНС); x_2 – *PAR* – параметр парасимпатической ВНС; x_3 – *SSS* – параметры ритма сердца (число ударов в минуту); x_4 – *SDNN* – стандарт отклонения КИ; x_5 – *IBN* – индекс Баевского; x_6 – параметры кардиоинтервалов (КИ). Эти 6 параметров ССС образуют вектор состояния ССС $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_6)^T$ в шестимерном фазовом пространстве состояний (ФПС). При этом нами ранее было доказано, что любая выборка $x_i(t)$ статистически неустойчива [1-10].

Поясним на конкретном примере неопределенность 1-го типа. Для этого мы подробно рассмотрим статистический расчет одного, базового параметра x_6 в виде КИ. В табл. 1 мы представили статистическую обработку в виде четырех выборок медиан КИ для 4-х групп женщин. В каждой группе было по 25 человек и каждая выборка любого испытуемого имела непараметрическое распределение. В

этой связи мы работаем в рамках непараметрической статистики.

В итоге, для каждой выборки x_6 (КИ) из 25-ти человек мы получили свою среднюю медиану и эти выборки медиан (в рамках статистики) мы сравнивали между собой. Оказалось, что из всех шести таких парных сравнений только одна пара (сравнения 2-й и 3-й групп: 2-3) показала статистические различия. Остальные 5 пар по критерию Манна-Уитни слабо различались.

Получается, что все эти четыре группы были различными (по возрасту и влиянию ЭМП), но ни возраст, ни ЭМП в рамках статистики почти не дают различий. Физиологически (и биофизически) это выглядит весьма странно, но статистически это оправдано. В итоге, построили еще 5 подобных таблиц (для x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) и во всех этих таблицах, как и в табл.1, мы наблюдали довольно часто критерии Манна-Уитни $p \geq 0,05$. Это означает, что выборки статистически совпадают, они имеют одну общую геометрическую совокупность.

Фактически, это означает статистическое совпадение этих выборок. Статистика в этом случае не может показать различия для всех четырех групп, что в ряде других исследований показало уменьшение продолжительности жизни под действием ЭМП.

Таблица 2

Результаты попарного сравнения средних значений рангов допустимого уровня значимости параметров варибельности сердечного ритма обследованных 1 – 4 групп с помощью непараметрического *U* критерия Манна - Уитни

Параметр	Величины критерия p при попарном сравнении					
	1 – 2	1 – 3	1 – 4	2 – 3	2 – 4	3 – 4
<i>SIM</i>	0,052	0,045*	0,000*	0,778	0,001*	0,005*
<i>PAR</i>	0,304	0,793	0,000*	0,516	0,003*	0,001*
<i>SSS</i>	0,352	0,109	0,749	0,023*	0,224	0,202
<i>SDNN</i>	0,084	0,050	0,000*	0,655	0,037*	0,108
<i>IBN</i>	0,107	0,084	0,000*	0,808	0,001*	0,007*

Примечания: 1 – женщины до 35 лет без воздействия источников ЭМП, 2 – женщины после 35 лет без воздействия источников ЭМП, 3 – женщины до 35 лет под воздействием источников ЭМП, 4 – женщины после 35 лет под воздействием источников ЭМП; p – достигнутый уровень значимости (при критическом уровне $< 0,05$); * - группы статистически принадлежат к разным генеральным совокупностям.

В табл. 2 мы представляем результаты парного сравнения всех 5-ти первых параметров ССС. Очевидно, что из 30-ти разных пар сравнения для этих 5-ти

параметров только 13 показали статистические различия. Остальные 17 разных пар сравнения выборок не показывает различия. Критерии Манна-

Уитни для этих 17-ти пар сравнения $p \geq 0,05$, т.е. они имеют одну (общую) генеральную совокупность (статистически не различаются).

Очевидно, что это очень низкие значения и преобладает статистическое совпадение выборок. Оно показывает, что никаких существенных изменений не происходит ни с возрастом, ни под действием промышленных ЭМП. Однако, это все глубокие заблуждения, т.к. ЭМП реально влияет на продолжительность жизни, вызывая ее укорочение, и влияет на качество жизни (растет заболеваемость другими болезнями, что мы установили отдельно).

2. Информационные методы разрешения неопределённости в экологическом инжиниринге.

В связи с возникновением неопределенности 1-го типа возникает острая необходимость создания новых методов и моделей для оценки влияния физических факторов на параметры ССС и других функциональных систем организма человека в условиях современного производства [11-17, 26-29].

Одним из перспективных направлений решения этой проблемы неопределенности является разработка и применение новых информационных технологий на базе искусственных нейронных сетей (ИНС). Использование ИНС довольно часто позволяет решить задачу бинарной классификации. В этом случае имеются выборки некоторого вектора состояния $x(t_1)$ в i -м состоянии (у нас это, например, группа с ее пятью параметрами x_i в виде выборок). Это состояние $x(t_1)$ следует отделить от состояния $x(t_2)$ – это 2-я группа (старше 35-ти лет без ЭМП).

Согласно табл.2 эти два состояния в рамках статистики (см.табл.2) никак не разделяются (все 6 выборок 1-й и 2-й групп статистически совпадают, везде $p \geq 0,05$). Однако, при использовании любой ИНС (например, *Neuro-Pro*), у нас эти выборки могут показать различия. Облака точек $x(t_1)$ и $x(t_2)$ для этих двух групп в шестимерном ФПС наша ИНС может разделить. При этом возникает одна принципиальная проблема. Если мы будем повторно

вводить выборки $x(t_1)$ и $x(t_2)$ в ИНС и повторять начальные значения весов w_{io} признаков $x_i(t)$, то все значения весов w_i (после настройки ИНС) будут стабильно повторяться. При этом ИНС четко показывает различия между i -й и j -й группами.

Поскольку в реальных нейросетях мозга (НСМ) их состояние не может точно два раза повториться статистически [18-25], то мы ввели хаос в работу ИНС. В этом случае при каждой настройке ИНС мы хаотически выбираем w_{io} из некоторого интервала $(0, 1)$, т.е. $w_{io} \in (0,1)$. В итоге каждая итерация ИНС имеет свой набор w_{io} , который (после настройки) даст свои определенные значения w_i . В итоге, после 1000-и итераций мы получаем 6 выборок w_i .

Эти выборки весов признаков w_i статистически обрабатываются и получается ранжирование самих признаков x_i . Те признаки, которые имеют $w_i < 0,5$ мы отбрасываем (как малозначимые). В итоге получается ранжирование признаков $x_i(t)$ и можно выделить главные из них. В рамках реализации такого алгоритма становится возможным не только разрешение неопределенность 1-го типа (когда статистика не работает), но и выделить главные диагностические признаки $x_i^*(t)$, т.е. найти параметры порядка. Для параметров порядка $\langle w_i \rangle \geq 0,5$.

Применение этого алгоритма позволило для каждого сравнения (для каждой пары в табл.2) выделить параметры порядка, т.е. решить задачу системного синтеза для $x_i(t)$ для групп сравнения. Очевидно, что веса признаков $x_i(t)$ ранжируются во всех случаях с помощью ИНС.

Обсуждение.

Во многих случаях в промышленной экологии весьма сложно выявить в параметрах организма работающих различия между работающим без внешних (производственных) воздействий и при наличии вредных производственных факторов промышленной среды. В частности, трудно выявить эффекты воздействия низкочастотного ЭМП в условиях Северного производства. У нас

речь идет о Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, т.е. Севере РФ.

Именно на Севере, где организм работающих и без производства уже находится в стрессе, выявить эффекты действия ЭМП наиболее сложно. На конкретном примере с четырьмя группами женщин (двух разных возрастов), находящихся под действием ЭМП и без ЭМП воздействия мы выявили наличие неопределенностей 1-го типа, когда статистика не может показать единственное различие между группами (см. табл.1 и табл.2). Особенно это касается сравнения групп 1-2 и 1-3, где имеется всего одна пара различий (по *SIM* для 1-3 $p=0,045$), а для пары 1-2 все выборки статистически совпадают ($p \geq 0,05$).

В итоге, только 4-я группа в табл. 2 показывает еще какие-то различия, а остальные пары почти для всех $x_i(t)$ совпадают. В этом случае возникает неопределенность 1-го типа (статистика плохо работает). Для разрешения этой неопределенности 1-го типа мы предлагаем использовать ИНС в двух новых режимах. Эти режимы постоянно наблюдаются в работе НСМ, где хаос и реверберации являются их главным свойством. Если перенести эти два свойства в работу уже существующих ИНС, то сразу появляются два новых свойства. Во-первых, мы четко разделяем выборки ССС (что не может сделать статистика) и в итоге мы можем ранжировать диагностические признаки. В этом случае мы можем выделить главные из всех $x_i(t)$ и решить задачу системного синтеза (найти параметры порядка).

Выводы.

В промышленной экологии довольно часто возникают неопределенности 1-го типа. В этом случае статистика не может показать различия между группами. Особенно это выражено при действии ЭМП. В этом случае многие выборки не различают (и нет эффекта ЭМП на работающих).

Для распознавания неопределенности 1-го типа мы предлагаем использовать ИНС в режиме хаотической настройки и многократных ревербераций (повторные настройки ИНС).

В итоге ИНС разделяет все выборки (статистически они не могут быть разделены) и выявляет главные диагностические признаки (параметры порядка). В этом случае ИНС решает задачу системного синтеза.

Литература

1. 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.
2. Галкин В.А., Гореликов А.В., Бычин И.В., Дубовик А.О., Ряховский А.В. Тестирование алгоритмов вычислительной магнитной гидродинамики на задаче с точным решением // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 4. – С. 33-41. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-4-4
3. 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. – Т. 28, №1. – С. 60-63. DOI: 10.24412/1609- 2163-2021-1-60-63.
4. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Прохоров С.А., Ерега И.Р., Игнатенко Ю.С. Границы современного понятия гомеостаза и гомеостатических систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 125-132. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16669
 9. Еськов В.В. Математическая трактовка стационарных состояний в биомеханике // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 69-82. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-60-69
 10. 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.
 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. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
 13. Еськов В.М., Галкин В.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Физические и живые системы различаются существенно // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 4. – С. 52-59. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-57-64
 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., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 1. – С. 64-72.
 17. 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.
 18. Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 2. – С. 61-67. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7
 19. Козлова В.В., Филатов М.А., Еськов В.В., Шакирова Л.С. Новые подходы в измерении биосистем с позиций "Complexity" W. Weaver и "Fuzziness" L.A. Zadeh // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 83-93. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-70-78
 20. 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.
 21. 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
 22. Филатов М.А., Еськов В.М., Козлова В.В., Филатова Д.Ю., Мельникова Е.Г. Доказательство гипотезы W. Weaver в электрофизиологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 5-12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-8
 23. 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
24. 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
25. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. – 1996. – Vol. 11(2-4). – Pp. 203-226. DOI: 10.1016/0925-2312(95)00048-8.
26. 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. – Pp. 052034 DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034.
27. 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.
28. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9. DOI: 10.1007/s10517-019-04633-7.
29. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165(4). – Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x.

фундаментальных научных исследований (47 ГП) по теме № 0065-2019-0007 "36.20 Развитие методов математического моделирования распределенных систем и соответствующих методов вычисления." (№AAAA-A19-119011590093-3).

References

- 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.
- Galkin V.A., Gorelikov A.V., Bychin I.V., Dubovik A.O., Ryakhovsky A.V. Testirovanie algoritmov vychislitel'noi magnitnoi gidrodinamiki na zadache s tochnym resheniem [Testing algorithms for computational magnetohydrodynamics on a problem with an exact solution] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, No. 4. – S. 33-41. DOI: 10.51790 / 2712-9942-2020-1-4-4
- 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.
- 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.
- 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.

6. 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. – T. 29, No. 3. – S. 211-216.
7. 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.
8. Eskov V.V., Pyatin V.F., Prokhorov S.A., Erega I.R., Ignatenko Yu.S. Granitsy sovremennogo ponyatiya gomeostaza i gomeostaticeskikh sistem [The boundaries of the modern concept of homeostasis and homeostatic systems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – T. 27, No. 2. – S.125-132. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16669
9. Eskov V.V. Matematicheskaya traktovka statsionarnykh sostoyanii v biomekhanike [Mathematical interpretation of stationary states in biomechanics] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – No. 1. – S. 69-82. DOI: 10.12737 / 2306-174X-2021-60-69
10. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticeskikh sistem [Complexity: Chaos of Homeostatic Systems] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house of LLC "Porto-print", 2017. – 388 s.
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. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticeskikh 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.
13. Eskov V.M., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A. Fizicheskie i zhivye sistemy razlichayutsya sushchestvenno [Physical and living systems differ significantly] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 4. – S. 52-59. DOI: 10.12737 / 2306-174X-2021-57-64
14. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Miller A.V., Vedeneev V.V. Sushchestvuyut li otlichiya mezhdou proizvol'nymi i neproizvol'nymi dvizheniyami? [Are there any differences between voluntary and involuntary movements?] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – T. 27, No. 3. – S. 88-91. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16688
15. 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. – T. 27, No. 4. – S. 115-118. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16782
16. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Meditsinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya [Medical and biological cybernetics: development prospects] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, No. 1. – S. 64-72.
17. Eskov 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. – T. 28, No. 2. – S. 115-120. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-2-115-120.
18. Zaslavsky B.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. Problema nestatsionarnosti v fizike i biofizike [The problem of nonstationarity in physics and biophysics] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020.

- Т. 1, No. 2. – S. 61-67. DOI: 10.51790 / 2712-9942-2020-1-2-7
19. Kozlova V.V., Filatov M.A., Eskov V.V., Shakirova L.S. Novye podkhody v izmerenii biosistem s pozitsii "Complexity" W. Weaver i "Fuzziness" L.A. Zadeh [New approaches to measuring biosystems from the standpoint of "Complexity" W. Weaver and "Fuzziness" L.A. Zadeh]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – No. 1. – S. 83-93. DOI: 10.12737 / 2306-174X-2021-70-78
20. Pyatin V.F., Eskov V.V., Filatova O.E., 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. – T. 28, No. 1. – S. 21-27.
21. Filatov M.A., Nuvaltseva Ya.N., Orazbaeva Zh.A., Afanevich 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. – T. 27, No. 2. – S. 116-119. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16667
22. Filatov MA, Eskov VM, Kozlova VV, Filatova DYu, Melnikova EG. Dokazatel'stvo gipotezy W. Weaver v elektrofiziologii [Proof of W. Weaver's hypothesis in electrophysiology]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – No. 1. – S. 5-12. DOI: 10.12737 / 2306-174X-2021-5-8
23. Khadartsev A.A., Filatova O.E., Mandryka I.A., Eskov V.V. Entropiinyi podkhod v fizike zhivykh 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. – T. 1, No. 3. – S. 41-49. DOI: 10.51790 / 2712-9942-2020-1-3-5
24. Chempalova L.S., Yakhno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W. Weaver pri izuchenii proizvod'nykh i neproizvod'nykh dvizhenii [W. Weaver's hypothesis in the study of voluntary and involuntary movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, No. 1. – S. 75-77. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-75-77
25. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. – 1996. – Vol. 11(2-4). – Pp. 203-226. DOI: 10.1016/0925-2312(95)00048-8.
26. 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. – Pp. 052034 DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034.
27. 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.
28. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9. DOI: 10.1007/s10517-019-04633-7.
29. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165(4). – Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x.