

10.12737/article_5c063599cb27e7.32012385

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ВЫБОРА ОДНОРОДНОЙ ГРУППЫ В БИОМЕХАНИКЕ

В.М. ЕСЬКОВ¹, В.А. ГАЛКИН², Т.В. ГАВРИЛЕНКО³, К.А. АФАНЕВИЧ³

¹ООО «Конструкторское бюро «Автоматизированные Системы и Системный Анализ», ХМАО-Югра АО, ул. Энергетиков, 22, офис 706, Сургут, Россия, 628412

²ФГУ ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской Академии наук, пр-т Нахимовский, 36, Москва, Россия, 117218

³БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400, e-mail: taras.gavrilenko@gmail.com

Аннотация. Традиционно в физиологии и медицине выбор одинаковой (однородной) группы испытуемых производят по гендерным и морфофункциональным признакам. При этом до настоящего времени (например, в биомеханике и всей физиологии нервно-мышечной системы) никто не задавался вопросом о статистической однородности используемой в исследованиях группы. Выполнить проверку на статистическую однородность группы можно в режиме даже разовых измерений. В работе предлагается экспериментальный метод проверки такой однородности в якобы однородной с позиции физиологии группе. Аналогичный подход выполнен для отдельного испытуемого в качестве тестового изучения однородности выборок (подобны ли выборки для одного испытуемого в неизменном гомеостазе?). Проверка группы и одного испытуемого доказывает отсутствие статистических совпадений в 90-95% случаев. Дается обсуждение этой проблемы с позиций стохастики и новой теории хаоса-самоорганизации. Предлагаются новые методы оценки однородности группы на базе расчета параметров квазиаттракторов. Общий квазиаттрактор группы не должен существенно отличаться от квазиаттракторов элементов группы (каждого испытуемого).

Ключевые слова: однородность, треморограмма, эффект Еськова-Зинченко.

MATHEMATICAL PROBLEM OF CHOOSING THE HOMOGENEOUS GROUP IN BIOMECHANICS

V.M. ESKOV¹, V.A. GALKIN², T.V. GAVRILENKO³, K.A. AFANEVICH³

¹LLC "Design office " Automated Systems and Systems Analysis ", KhMAO, Energetikov st., 22, office 706, Surgut, Russia, 628412

²Scientific Research Institute for System Studies, Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Nakhimovsky pr., 36, Moscow, Russia, 117218

³Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: taras.gavrilenko@gmail.com

Abstract. Traditionally, in physiology and medicine, the choice of the same (homogeneous) group of subjects is made according to gender and morphofunctional features. Until now (for example, in biomechanics and the entire physiology of the neuromuscular system), the statistical homogeneity of the group used in the studies has not been addressed. The test for statistical homogeneity of the group can be performed in single-measurement mode. The work suggests an experimental method for verifying such homogeneity in a conditionally homogeneous group from the position of physiology. A similar approach was performed for a single subject as a test study of sample homogeneity (are the samples for one subject in constant homeostasis similar?). Checking the group and one subject proves the absence of statistical coincidences in 90-95% cases. A discussion of this problem is given from the standpoint of stochastics and a new theory of chaos-self-organization. New methods for estimating the homogeneity of the group are proposed on the basis of calculating the parameters of quasi-attractors. The general quasi-attractor of the group should not significantly differ from the quasi-attractors of the elements of the group (each subject).

Key words: uniformity, tremorogram, Eskova-Zinchenko effect.

Введение. Во всех существующих групповых исследованиях в физиологии и медицине традиционно требования

однородности группы сводились к подбору одинаковых по возрасту, полу, наличию одинаковой патологии и т.д. Считалось, что

однородность гендерная или морфофункциональная определяет и статистическую однородность группы. При этом никто не ставил вопрос о наличии статистической однородности изучаемой группы испытуемых (или больных в медицине). Однако, именно статистическая однородность выборок параметров x_i организма человека и должна быть основой подбора одинаковых испытуемых в группе. Если отдельные испытуемые статистически не совпадают по параметрам – группа неоднородна [3-14], то ее невозможно статистически рассчитывать.

Подчеркнем, что аналогичные вопросы можно формулировать и для отдельного испытуемого, если мы к нему применяем метод множественного повторения одинаковых (однородных) испытаний. В современной *детерминистской и стохастической науке* (ДСН) считается, что выборки x_i у одного испытуемого и у группы должны совпадать статистически, но это иллюзия ДСН. Удерживаются ли такие (якобы одинаковые) испытания в рамках статистической устойчивости? Одинаковы (однородны) ли выборки параметров x_i для всего вектора состояния биосистемы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, который описывает гомеостаз организма человека, находящегося в неизменном (якобы) физиологическом состоянии? Подобен ли любой человек самому себе в режиме N повторений одного и того же функционального или психического процесса [1,2,15-21,28,29]?

Последний вопрос касается в первую очередь биомеханики, но он уместен и для параметров любого гомеостаза любой *функциональной системы организма* (ФСО) человека [3-10,17-24]. В настоящей работе мы рассматриваем эту проблему с позиций биомеханики и физиологии *нервно-мышечной системы* (НМС) человека. Именно НМС определяет нас как личность (обездвиживание человека лишает его индивидуальности). Таким образом, мы поднимаем глобальную проблему всей экспериментальной физиологии и клинической медицины: как подобрать группу индивидуумов, что бы они были физиологически однородными? Каковы

математические критерии такой однородности (или неоднородности)?

Объект и методы исследований.

Экспериментальные исследования проводились согласно Хельсинской декларации на группе испытуемых. Численность группы 15 человек, мужчины в возрасте 23-27 лет (средний возраст $\langle T \rangle = 25,3$ года). Длительность проживания на Севере РФ у всех более 10 лет.

Использовался запатентованный тремограф на базе токовых датчиков (описан ранее [1,25-27]), который обеспечивал регистрацию треморограмм (постуральный тремор указательного пальца испытуемых) с точностью до 0,1 мм. Измерения производились сидя, в состоянии релаксации, в удобной для испытуемого позе.

Полученная *треморограмма* (ТМГ) квантовалась с периодом $\tau=10$ мсек так, что в зарегистрированном файле ТМГ (выборке $x_i(t)$) содержалось по 500 точек ТМГ (период регистрации ТМГ $t=5$ сек). Таким образом, эксперимент в каждой серии (для каждого испытуемого) содержал 15 выборок ТМГ (по 5 сек). Все эти выборки попарно сравнивались между собой так, что строились матрицы парных сравнений выборок, которые содержали независимые 105 пар сравнения (из всех 225 пар). В эти матрицы в итоге вносились для группы из разных испытуемых критерии Краскела-Уоллиса, а для одного испытуемого - значения p -критерия Вилкоксона (критичное значение $p \leq 0,05$). При $p > 0,05$ считалось, что эти 2 сравниваемые выборки ТМГ существенно (статистически) не различаются, т.к. их можно отнести к одной генеральной (общей) совокупности (выборке).

Такие матрицы обеспечивали сравнение однородности группы, т.е. конечная **цель наших исследований** – это проверка на статистическую однородность группы испытуемых по параметрам ТМГ. Как **итог этой цели** – новое обоснование выбора групп испытуемых для изучения различных физиологических функций организма человека.

Результаты исследований. В настоящее время в биомеханике доказан

эффект Еськова-Зинченко (ЭЭЗ), который сейчас распространяется на *сердечно-сосудистую систему* (ССС) и другие ФСО человека. В этом эффекте впервые (в истории физиологии и медицины) была доказана статистическая неустойчивость выборок ТМГ и *теппинграмм* (ТПГ), что существенно изменяет наши представления о гомеостазе нервно-мышечной системы (НМС) человека, находящегося в неизменном гомеостазе. Возникло сразу несколько проблем, главная из которых – это новое понимание гомеостаза НМС и СССР. Однако, кроме ЭЭЗ возникает и вторая базовая проблема всей медицины и физиологии: по каким критериям отбирать группы испытуемых? Где критерии однородности (статистической) той и иной группы больных (или испытуемых)? Сейчас мы доказываем отсутствие такой однородности в любой экспериментальной группе, если мы их отбираем одинаковыми по полу, возрасту, общим факторам проживания и т.д. Как отбирать испытуемых в одну особую группу, если их статистическое сравнение (по параметрам выборок ТМГ, например) не может

показывать их (выборок) совпадение. Для любого испытуемого из группы мы имеем особую (иную) выборку всех 16-ти параметров СССР (в наших исследованиях) [18-29].

Для проверки этого тезиса мы у 15-ти разных испытуемых регистрировали по 5 секунд ТМГ и полученные 15 разных выборок (от этих испытуемых) обрабатывали с позиций стохастики (строили матрицы парных сравнений выборок ТМГ). Одновременно выполнялся анализ ТМГ и с позиций *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС). В первом случае, для примера, мы представляем матрицу парных сравнений выборок ТХС 15x15, в которой из 225 элементов матрицы 105 будут разными (независимыми). В табл. 1 представлена характерная матрица, содержащая значения критерия Краскела-Уоллиса p , который демонстрируют крайне малое число совпадений (когда $p \geq 0,05$) выборок. Это число k совпадений весьма мало ($k=6$), хотя мы старались физиологически подобрать группу одинаковых (однородных) испытуемых [25-29].

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок треморограмм группы испытуемых ($N=15$), использовался критерий Краскела-Уоллиса (уровень значимости $p < 0,05$, число совпадений $k_I=6$)

	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	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.17	0.00
4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	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	0.52	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
7	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
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.04	0.87	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.50	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	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00		0.00	0.69	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		0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	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	

Наличие малого числа совпадений ($k < 10\%$) говорит о том, что выборки ТМГ статистически разные и тогда возникает вопрос о целесообразности объединения разных испытуемых в одну общую группу.

Можно ли это делать в принципе? С позиций статистики — это не целесообразно, т.к. между элементами нет сходного в поведении. Механизм этого явления кроется в самом *эффекте Еськова-*

Зинченко (ЭЭЗ), когда даже отдельный испытуемый в режиме N -кратных повторений не может генерировать похожие ТМГ.

Для одного испытуемого $k_1 \leq 5$, что будет крайне низким значением. Это представлено в табл. 2. Тогда возникает проблема количественного описания однородности группы испытуемых. Как их подобрать однородными, если даже каждый (отдельный) испытуемый не может генерировать статистически одинаковые

выборки ТМГ. Уже каждый испытуемый нарушает признаки однородности (статистической одинаковости) своих собственных выборок [20-29]. Отметим, что сравнение табл. 1 и табл. 2 доказывает эффект Еськова-Филатовой. В этом случае выборки для разных испытуемых (табл. 1) показывают большую статистическую устойчивость чем выборки одного испытуемого ($k_1=6$ и $k_2=4$, т.е. $k_1 > k_2$). Один испытуемый менее похож на самого себя, чем разные испытуемые между собой.

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок треморограмм испытуемого ГДВ (число повторов $N=15$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0,05$, число совпадений $k_2=4$)

	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	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.01	0.00
3	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
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	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.27	0.00	0.00	0.33		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	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
11	0.00	0.43	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	0.00
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		0.00	0.00
14	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	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	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	

В рамках ТХС мы предлагаем оценивать размеры и положение квазиаттракторов (КА). Если центры квазиаттракторов всей группы испытуемых не покидают пределы квазиаттракторов каждого (любого) квазиаттрактора из группы, то мы будем считать группу однородной. В противном случае следует отбрасывать ту выборку (исключить этого испытуемого из группы), для которой центр его квазиаттрактора покидает пределы любого другого квазиаттрактора.

Такую проверку мы выполнили для данной группы в координатах $x_1(t)$ – реальная координата пальца испытуемого в пространстве и $x_2 = dx_1/dt$ – скорость изменения этой координаты $x_1(t)$. В таком двумерном ФПС были построены все квазиаттракторы, определены их центры и выполнены расчеты по обнаружению тех

испытуемых, центры КА которых покинули другие квазиаттракторы. В результате таких расчетов установлено, что наша группа испытуемых уже исходно была однородной, т.е. нет выборок, выходящих своим центром за пределы других КА.

Выводы:

1. В рамках статистики возможна проверка однородности группы испытуемых путем построения матриц парных сравнений выборок ТМГ. Если в таких матрицах число k пар выборок ТМГ, для которых существует общая генеральная совокупность, превышает $k \geq 95\%$, то условно группы можно считать однородной. В противном случае (у нас $k < 10\%$) группа неоднородна.

2. В общем случае предлагается рассчитывать квазиаттракторы и проверять те выборки, которые показывают выход их

центров КА за пределы любого квазиаттрактора из группы. Оставшиеся квазиаттракторы демонстрируют однородность группы.

Работа выполнена при поддержке:

- гранта РФФИ № 18-07-00161 А «Разработка вычислительной системы мониторинга и моделирования параметров организма жителей Севера РФ»
- гранта РФФИ № 18-07-00162 А «Вычислительные системы для идентификации параметров нормогенеза и патогенеза в биомеханике на примере тремора и теппинга»

Литература

1. Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Щипицин К.П., Королев Ю.Ю. Эффект Еськова-Зинченко в организации произвольных движений человека в режиме повторения // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 29-35.
2. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Белощенко Д.В., Чертищев А.А. Теорема Гленсдорфа-Пригожина в оценке параметров треморограмм // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 16-21.
3. Гараева Г.Р., Еськов В.М., Еськов В.В., Гудков А.Б., Филатова О.Е., Химикина О.И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трех возрастных групп представителей коренного населения Югры // Экология человека. – 2015. – № 9. – С. 50-55.
4. Еськов В.В., Еськов В.М., Карпин В.А., Филатов М.А. Синергетика как третья парадигма, или понятие парадигмы в философии и науке // Философия науки. – 2011. – Т. 51. – № 4. – С. 126-128.
5. Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – № 2. – С. 42-56.
6. Еськов В.В., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Живаева Н.В. Влияние локального холодового воздействия на параметры электромиограмм у женщин //

Экология человека. – 2018. – № 9. – С. 42-47.

7. Еськов В.М. Компарментно-кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС) / В. М. Еськова; Рос. акад. наук, Науч. совет по проблемам биол. физики. Самара: изд-во НТЦ, 2003. – 20 с.
8. Еськов В.М., Зилон В.Г., Хадарцев А.А. Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2006. – Т. 5. – № 3. – С. 617-622.
9. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. 17. – № 4. – С. 192-194.
10. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний // Измерительная техника. – 2010. – № 12. – С. 53-57.
11. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Гудков А.В., Гудкова С.А., Сологуб Л.А. Философско-биофизическая интерпретация жизни в рамках третьей парадигмы // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19. – № 1. – С. 38-41.
12. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатов М.А. и др. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Том XI Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаоса-самоорганизации в биофизике сложных систем: монография. Самара: изд-во ООО "Офорт", 2014. – 192 с.
13. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. – 2015. – Т. 20. – № 4. – С. 66-73.
14. Еськов В.М., Филатова О.Е., Проворова О.В., Химикина О.И. Нейроэмуляторы при идентификации параметров порядка в экологии человека //

Экология человека. – 2015. – № 5. – С. 57-64.

15. Еськов В.М., Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В. Эволюция понятия гомеостаза: детерминизм, стохастика, хаос-самоорганизация // Биофизика. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 984-997.

16. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Теорема Гленсдорфа - Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодном стрессе // Экология человека. – 2017. – № 5. – С. 27-32.

17. Еськов В.М., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Иляшенко Л.К. Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях гипотермии // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

18. 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. – Т. 25. – № 1. – С. 154-160.

19. 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.

20. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – № 1. – С. 1-2.

21. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems-complexity // Technical Physics. The Russian Journal of Applied Physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.

22. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. – 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 // Биофизика. – 1999. – Vol. 44. – No. 3. – Pp. 518-525.

25. 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.

26. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. – 2018. – Vol. 52. – No. 3. – Pp. 210-214.

27. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Medical and biological measurements: measuring order parameters based on neural network technologies // Measurement Techniques. – 2015. – Vol. 58. – No. 4. – Pp. 65-68.

28. 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.

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. – No. 4. – Pp. 415-418.

Reference

1. Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Shchipicin K.P., Korolev Yu.Yu. Ehffekt Es'kova-Zinchenko v organizacii neproizvol'nyh dvizhenij cheloveka v rezhime povtoreniya [Eskov-Zinchenko effect: human involuntary movements organization during repetitions] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 29-35.

2. Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Beloshchenko D.V., Chertishchev A.A.

Teorema Glensdorfa-Prigozhina v ocenke parametrov tremorogramm [The Glensdorf-Prigogine theorem in the estimation of tremorograms parameters] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 16-21.

3. Garaeva G.R., Es'kov V.M., Es'kov V.V., Gudkov A.B., Filatova O.E., Khimikova O.I. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley korennoogo naseleniya Yugry [Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra] // Ehkologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2015. – № 9. – С. 50-55.

4. Es'kov V.V., Es'kov V.M., Karpin V.A., Filatov M.A. Sinergetika kak tret'ya paradigma, ili ponyatie paradigmy v filosofii i nauke [Synergetics as the third paradigm?] // Filosofiya nauki [Philosophy of science]. – 2011. – Т. 51. – № 4. – С. 126-128.

5. Es'kov V.V., Vokhmina YU.V., Gavrilenko T.V., Zimin M.I. Modeli khaosa v fizike i teorii khaosa-samoorganizatsii [The chaos modeling in physics and theory chaos self-organization] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2013. – № 2. – С. 42-56.

6. Es'kov V.V., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Zhivaeva N.V. Vliyanie lokal'nogo holodovogo vozdeystviya na parametry ehlektromiogramm u zhenshchin [The influence of local cold effects on electromyogram parameters in women] // Ehkologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 9. – С. 42-47.

7. Es'kov V.M. Kompartimentnoklasternyy podkhod v issledovaniyakh biologicheskikh dinamicheskikh sistem (BDS) / V. M. Es'kova; Ros. akad. nauk, Nauch. sovet po problemam biol. fiziki. Samara: izd-vo NTTS, 2003. – 20 s.

8. Es'kov V.M., Zilov V.G., Khadartsev A.A. Novye podkhody v teoreticheskoy biologii i meditsine na baze teorii khaosa i sinergetiki [New directions in clinical cybernetics from position of the theory of the chaos] // Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh [System analysis and management in biomedical systems]. – 2006. – Т. 5. – № 3. – С. 617-622.

9. Es'kov V.M., Es'kov V.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A. Fraktal'nye zakonomernosti razvitiya cheloveka i chelovechestva na baze smeny tryokh paradigim [Synergetic paradigm at fractal description of man and human] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2010. – Т. 17. – № 4. – С. 192-194.

10. Es'kov V.M., Es'kov V.V., Filatova O.E. Osobennosti izmereniy i modelirovaniya biosistem v fazovykh prostranstvakh sostoyaniy [Features of measurements and modeling of biosystems in phase spaces of conditions] // Izmeritel'naya tekhnika [Measurement Techniques]. – 2010. – № 12. – С. 53-57.

11. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Gudkov A.V., Gudkova S.A., Sologub L.A. Filosofsko-biofizicheskaya interpretatsiya zhizni v ramkakh tret'ey paradigmy [Philosophical and biophysical interpretation of life within the framework of third paradigm] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2012. – Т. 19. – № 1. – С. 38-41.

12. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Kozlova V.V., Filatov M.A. i dr. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Tom XI Sistemnyy sintez parametrov funktsiy organizma zhiteley Yugry na baze neyrokomp'yutinga i teorii khaosa-samoorganizatsii v biofizike slozhnykh sistem: monografiya. Samara: izd-vo OOO "Ofort", 2014. – 192 s.

13. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Poskina T.Yu. Effekt N.A. Bernshtejna v ocenke parametrov tremora pri razlichnykh akusticheskikh vozdeystviyakh [The effect of N.A. Bernstein in the evaluation of tremor parameters for different acoustic effects] // Nacional'nyj psihologicheskij zhurnal [National Psychological Journal]. – 2015. – Т. 20. – № 4. – С. 66-73.

14. Es'kov V.M., Filatova O.E., Provorova O.V., Khimikova O.I. Neyroehmulyatory pri identifikatsii parametrov poryadka v ehkologii cheloveka [Neural emulators in identification of order parameters in human ecology] // Ehkologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2015. – № 5. – С. 57-64.

15. Es'kov V.M., Filatova O.E., Es'kov V.V., Gavrilenko T.V. Ehvolyutsiya ponyatiya gomeostaza: determinizm, stokhastika, khaos-samoorganizatsiya [The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization] // Biofizika [Biophysics]. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 984-997.
16. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Teorema Glensdorfa - Prigozhina v opisani haoticheskoy dinamiki tremora pri holodovom stresse [Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress] // Ehkologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2017. – № 5. – С. 27-32.
17. Es'kov V.M., Beloshchenko D.V., Bashkatova YU.V., Ilyashenko L.K. Parametry kardiointervalov ispytuemykh v usloviyah gipotermii [Cardiointervals parameters of human body in response to hypothermia] // Ehkologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 10. – С. 39-45.
18. Mirosnichenko I.V., Prohorov S.V., Ehl'man K.A., Srybnik M.A. Sravnitel'nyj analiz haoticheskoy dinamiki pokazatelej serdechno-sosudistoj sistemy prishlogo detsko-yunosheskogo 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. – Т. 25. – № 1. – С. 154-160.
19. 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. – Т. 25. – № 1. – С. 143-153.
20. Hadarcev A.A., Es'kov V.M., Filatova O.E., Hadarceva K.A. Pyat' principov funkcionirovaniya slozhnyh sistem, sistem tret'ego tipa [The five principles of the functioning of complex systems, systems of the third type] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Ehlektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies, eEdition]. – 2015. – № 1. – С. 1-2.
21. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems-complexity // Technical Physics. The Russian Journal of Applied Physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.
22. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. – 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 // Биофизика. – 1999. – Vol. 44. – No. 3. – Pp. 518-525.
25. 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.
26. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. – 2018. – Vol. 52. – No. 3. – Pp. 210-214.
27. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Medical and biological measurements: measuring order parameters based on neural network technologies // Measurement Techniques. – 2015. – Vol. 58. – No. 4. – Pp. 65-68.
28. 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.
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. – No. 4. – Pp. 415-418.