

DOI: 10.12737/10870

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КИНЕЗОТЕРАПИИ С ПОЗИЦИИ СТОХАСТИКИ И ХАОСА

В.В. ЕСЬКОВ, Г.Р. ГАРАЕВА, С.Г. САГАДЕЕВА, Д.В. СИНЕНКО, Л.С. ШАКИРОВА

*Сургутский государственный университет ХМАО – Югры,
пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628412*

Аннотация. Оценка эффективности лечения того или иного заболевания (в настоящей работе это лечение кинезотерапией острого нарушения мозгового кровообращения и физиотерапия при гипертонической болезни в условиях Севера РФ) традиционно осуществляется по результатам мониторинга соответствующих для данного заболевания параметров организма больного до лечения и после лечебных мероприятий. Однако, довольно часто при многопараметрическом мониторинге организма больного не все наблюдаемые параметры x_i могут иметь существенные (в рамках стохастических критериев) изменения параметров x_i всего вектора состояния организма человека в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где m -размерность фазового пространства состояний. В таких случаях возникает неопределенность 1-го типа (рода), когда стохастика показывает низкую эффективность лечения. Тогда признаётся либо низкая эффективность лечения, или возникает необходимость поиска других методов измерения более точных реальных изменений x_i в ходе выполнения лечебных мероприятий. В работе показано два способа решения задачи неопределенности 1-го типа на основе расчета квазиаттракторов вектора состояния организма человека.

Ключевые слова: хаос, квазиаттрактор, кинезотерапия.

EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF KINESOTHERAPY ACCORDING TO STOCHASTICS AND CHAOS

V.V. ESKOV, G.R. GARAEVA, S.G. SAGADEEVA, D.V. SINENKO, L.S. SHAKIROVA

Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, Russia, 628412

Abstract. Evaluating the effectiveness of treatment of a disease (in this paper is kinesotherapy treatment of acute cerebrovascular accidents and physical therapy for hypertension in the North of the Russian Federation) is traditionally carried out by the results of the monitoring of relevant parameters of the disease in patient before treatment and after treatment measures. However, it is quite often that with multi-parameter monitoring of the patient is not all of the observed parameters x_i may show substantial (in the framework of stochastic criteria) change of parameters of the entire state vector x_i of the human body in the form $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ where m is dimension of the phase space of states. In such cases there is an uncertainty of type 1 (sort) when the stochastics show low efficiency. Then it is supposed that there is a efficiency of treatment, otherwise there is a need to find other methods allowing more accurate measurement of real change of x_i within the course of treatment. We show two ways of solving the problem of uncertainty of 1st type on the basis of the calculation of quasi-attractors of the state vector of the human body.

Key words: chaos, quasi-attractors, kinesotherapy.

Введение. В рамках этих новых подходов неопределенность 1-го типа может быть устранена с использованием ней-

рокомпьютерных технологий (с помощью НЭВМ) или на основе расчета параметров квазиаттракторов (КА), внутри которых

непрерывно и хаотически движется *вектор состояния организма человека* (ВСОЧ) – $x(t)$. При работе с m -мерным *фазовым пространством состояний* возникает задача выделения наиболее важных диагностических признаков x_i из всего набора m . Фактически, при этом осуществляется переход к системам с меньшей размерностью k ($k \ll m$), а это уже определяется как задача *системного синтеза* (минимизация размерности m фазового пространства состояний).

В целом, решение задачи устранения неопределенности 1-го типа в изучении эффективности проведения лечебных мероприятий и составило основу данного исследования и определило его актуальность.

Цель исследования – доказательство эффективности использования нейрокомпьютинга и метода расчета параметров КА в разрешении неопределенности 1-го типа (рода) и в нахождении наиболее важных диагностических признаков x_i при использовании методов восстановительной медицины у больных с острым нарушением мозгового кровообращения и больных с гипертонической болезнью, проживающих в северном регионе РФ.

Объект и методы исследования. В настоящей работе приводятся результаты исследования, проведенного в период с 2008-2010 г.г. на базе двух медицинских учреждений г. Сургута – БУ ХМАО – Югры областная клиническая больница «Травматологический центр» и НУЗ «Отделенческая клиническая больница на ст. Сургут ОАО РЖД РФ».

В первом блоке исследования всего было обследовано 35 больных, перенёсших *острое нарушение мозгового кровообращения* (ОНМК) и имеющих стойкие нарушения со стороны *центральной нервной системы* (ЦНС) – гемипарез, пирамидальная недостаточность. Методами реабилитации для обследуемых пациентов являлись механотерапия и лечебная физкультура [4-5,15].

Регистрация основных параметров состояния *вегетативной нервной системы* (ВНС) обследуемых пациентов производилась в пятнадцатимерном *фазовом пространстве состояний* (ФПС) вектора $x(t)$ в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=15$. Из этих

15-ти компонент были выбраны наиболее значимые пять в виде: СИМ, ПАР, SpO_2 , SDNN, индекс по Р.М. Баевскому, ЧСС (нумерация x_i изменилась соответственно). Для этих 5-ти компонент рассчитывались параметры квазиаттракторов (объемы V_x и координаты центров) по разработанным ранее программам движения КА рассчитывалось по всем координатам x_i для двух случаев: разовая процедура кинезотерапии в первый день начала всего курса восстановительной медицины: *начальный этап лечения* (НЭЛ) и в последние дни всего курса – *конечный этап лечения* (КЭЛ) [19-22].

Критерии включения пациента в исследование:

- 1) возраст обследуемого – мужчины 22-60 лет, женщины – 21-55 лет;
- 2) добровольное письменное соглашение пациента на участие в обследовании и обработку полученной информации.
- 3) проживание на территории, приравненной к крайнему Северу в течение последних 5 лет и более.

Критерии исключения пациента из исследования:

- 1) осложнённые формы, а также деструктивные формы основного заболевания;
- 2) наличие тяжёлой сопутствующей патологии;
- 3) пациенты, перенёсшие острый инфаркт миокарда в ближайший год.

Результаты и их обсуждение. Сразу отметим, что в рамках *теории хаоса и самоорганизации* (ТХС) можно выявить не только эффективность методов восстановительной медицины, но и получить *параметры порядка* [1,3,11-14]. В этом случае можно решить задачу *системного синтеза* – найти наиболее значимые диагностические признаки. В табл. 1 представлены результаты статистической проверки значимости различий по Вилкоксоу при парном сравнении выборок в раннем периоде лечения (начало кинезотерапии). Если различия существенны, то уровень значимости должен быть $p < 0,05$ (согласно рассчитанному статистическому критерию Вилкоксона). Это показал только 1-ый параметр – *тонус симпатического отдела вегетативной*

нервной системы (SIM) ($p=0,045$) из всех 5-ти параметров x_i .

Объём КА в пятимерном ФПС изменяется (перед кинезотерапией) от $V^1_G=240,23 \times 10^6$ у.е. до $V^2_G=1256,38 \times 10^6$ у.е. после кинезотерапии на этом начальном периоде лечения.

Гистограммы на рис. 1 представляют относительное изменение объемов КА $V_i=[V^1_x/V^2_x] \times 100\%$ (левый график) и изменение расстояний Z_i между центрами КА Z_i , тоже при последовательном исключении каждого x_i . Легко видеть, что для этих двух оценок на первом месте тоже стоит x_3 – INB, который для объемов V вызывает двукратное уменьшение V^2_{Gi} по отношению к исходному V^1_{x3} . Параметр Z_3 вообще уменьшается кратно.

Как и в самом начале курса терапии, статистическая проверка всех парных сравнений выборок (до процедуры и после кинезотерапии в одном сеансе) для изучаемых 5-ти x_i не даёт статистически значимых различий, более того, ситуация резко ухудшилась, что представлено в табл. 2. Из этой таблицы видно, что все x_i показывают не просто $p>0,05$, но даже минимальное значение x_1 – SIM показывает только $p=0,171$.

Таблица 1

Статистическая проверка (значимость $p<0.05$ по Вилкоксоу) различий между параметрами выборок x_i показателей вариабельности кардиоритма у пациентов «до» разовой процедуры кинезотерапии и «после» кинезотерапии (число обследуемых $N=30$) на начальном этапе всего курса лечения больных с ОНМК

		1	2	3
		SIM	PAR	INB
Медиана	До	14,70	3,57	172,74
	После	15,52	2,41	169,54
Оценка $p<0.05$		0,045	0,057	0,060

Одновременно, теперь объём уменьшается с $V^1_x=883,64 \times 10^6$ у.е. до $V^2_x=318,16 \times 10^6$ у.е. после процедуры кинезотерапии, т.е. при разовом воздействии в конце всего курса лечения.

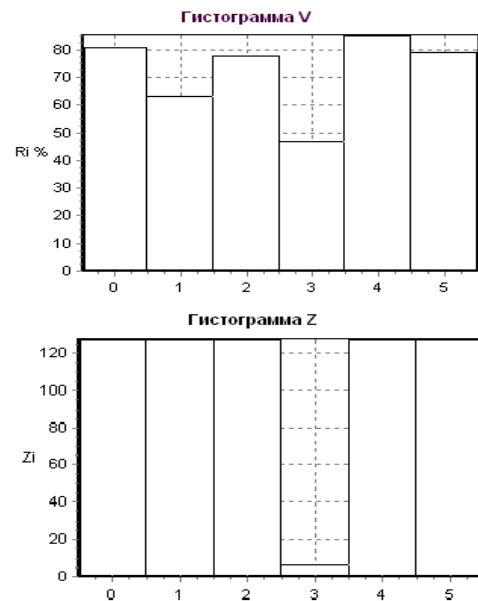


Рис. 1. Гистограммы относительных изменений объемов квазиаттракторов ($[V^1_x/V^2_x] \times 100\%$) и относительные расстояния Z_i между центрами квазиаттракторов при последовательном исключении отдельных диагностических признаков x_i ($m=5$) на начальном этапе лечения кинезотерапией у больных с диагнозом острое нарушение мозгового кровообращения.

Таблица 2

Статистическая проверка (значимость $p<0,05$ по Вилкоксоу) различий между параметрами выборок x_i показателей ВСР у пациентов после 1-го месяца кинезотерапии «до» разовой процедуры кинезотерапии и «после» кинезотерапии (число обследуемых $N=30$), т.е. в конце курса лечения больных с ОНМК

		Параметры ВСР				
		1	2	3	4	5
		SIM	PAR	INB	SpO ₂	SDNN
Медиана	До	7,39	8,63	73,22	98,16	31,99
	После	12,78	5,65	119,12	97,92	27,38
Оценка $p<0.05$		0,171	0,262	0,254	0,909	0,644

На рис. 2 представлены итоговые гистограммы изменения относительных величин объемов V_x до и после исключения x_i из общего числа $m=5$. Легко видеть, что теперь x_5 становится параметром (по гистограмме V) порядка, т.к. V_x относительно уменьшается до 30%. Далее по значимости на втором месте находится x_4 (около 60% уменьшение V при исключении x_4 из m) и на третьем месте находится x_2 – PAR.

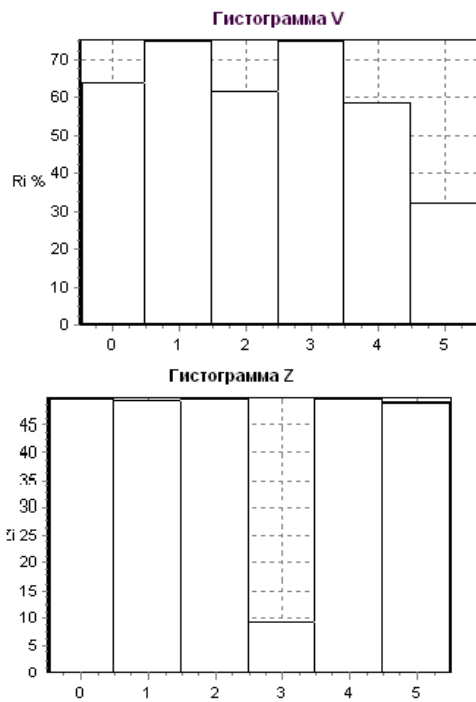


Рис. 2. Гистограммы относительных изменений объемов квазиаттракторов $[(V_G^1/V_G^{21}) \times 100\%]$ и относительные расстояния Z_i между центрами квазиаттракторов при последовательном исключении отдельных диагностических признаков x_i ($m=5$) на конечном этапе лечения кинезотерапии

Ещё более существенные результаты получены при сравнении исходных выборок x_i до начала процедуры кинезотерапии в исходном состоянии (начало лечения) и аналогично (т.е. до процедуры), но в конце лечения. Статистическое различие между этими двумя наборами x_i весьма существенно. Здесь кроме параметра x_1 – SIM ($p=0,041$) различие уходит за пределы критерия $p=0,05$. Это демонстрирует весьма достоверные различия в параметрах кардиоритма между начальным этапом курса «до-до» и в конце курса «до-до», т.е. перед применением процедуры кинезотерапии (разово). Более того, КА вектора состояния организма больных по параметрам кардиоритма в режиме сравнения «до-до» резко приблизились ($z=97,12$ у.е.), хотя в режиме «до-после» в начале $z=594,77$ у.е. Это показывает, что месяц лечения не очень существенно сдвинул КА в фазовом пространстве, но резко изменился характер самого влияния кинезотерапии на сердечно-сосудистую систему [2,7-10,16-18].

Таким образом, можно утверждать, что методы ТХС, основанные на расчёте параметров КА являются весьма эффективными методами расчёта наиболее важных диагностических признаков в медицине. Они количественно решают задачу *системного синтеза*, определения *параметров порядка*, когда стохастические методы демонстрируют наиболее худший результат – неопределённость первого типа (выборки между собой статистически не различаются).

В настоящее время мы подошли к решению задачи о неопределённости 1-го типа (рода), которая тоже очень важна для практической медицины. При этом мы не только говорим о разделении выборок, которые в стохастике не различаются, но мы говорим о необходимости ранжирования значимости диагностических признаков путём решения задачи на НЭВМ.

Выводы:

1. При оценке эффективности методов кинезотерапии в восстановительной медицине для больных с ОНМК возникает неопределённость 1-го типа (рода), когда методы стохастики не позволяют установить различия между выборками значений диагностических признаков у больных до и после проведения процедуры кинезотерапии. В этом случае целесообразно определять параметры КА в ФПС как в аспекте изменения объемов (V_X) КА, так и движения центров КА в ФПС. При этом такой метод позволяет наблюдать эффекты как разового (в самом начале курса и в конце курса) так и длительного (1 месяц) воздействия кинезотерапии на организм больных, а также выполнять анализ в сравнительном аспекте.

2. В начале курса лечения наблюдались парасимпатотонические эффекты (объемы КА увеличиваются), а в конце лечения установлено преобладание симпатотонических эффектов (выздоровление, приближение к нормотонии) после разовой процедуры кинезотерапии. Стохастический подход не позволяет в ряде случаев установить *параметры порядка* (значимые диагностические признаки) и, как следствие, не может количественно установить эффективность лечебного воздействия курсов физиотерапии на организм больных, что сни-

жает эффективность применения этих традиционных методов.

Литература

1. Адайкин В.А., Добрынина И.Ю., Добрынин Ю.В., Еськов В.М., Лазарев В.В. Использование методов теории хаоса и синергетики в современной клинической кибернетике // Сибирский медицинский журнал.– 2006.– Т. 66, № 8.– С. 38–41.
2. Аушева Ф.И., Добрынина И.Ю., Мишина Е.А., Полухин В.В., Хадарцева К.А. Системный анализ суточной динамики показателей сердечно-сосудистой системы у больных при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т. 15, № 4.– С. 208–210.
3. Ведясова О.А., Еськов В.М., Филатова О.Е. Системный компартментно-кластерный анализ механизмов устойчивости дыхательной ритмики млекопитающих. Монография; Российская акад. наук, Науч. совет по проблемам биологической физики.– Самара, 2005.
4. Ведясова О.А., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В., Попов Ю.М. Соотношение между детерминистскими и хаотическими подходами в моделировании синергизма и устойчивости работы дыхательного центра млекопитающих // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. 12, № 2.– С. 23–24.
5. Даянова Д.Д., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Игуменов Д.С. Стохастическая оценка моделей хаотической динамики биологических систем // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-19. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4773.pdf> (Дата обращения 30.04.2014). DOI: 10.12737/3861
6. Добрынина И.Ю., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В. Гирудотерапевтическое управление гомеостазом человека при гинекологических патологиях в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. 12, № 2.– С. 25–27.
7. Добрынина И.Ю., Добрынин Ю.В., Еськов В.М. Системный анализ факторов риска цереброваскулярной патологии у больных ишемическим инсультом, постоянно проживающих в неблагоприятных условиях севера российской федерации // Сибирский медицинский журнал.– 2006.– Т. 61, № 3.– С. 60–61.
8. Еськов В.М., Добрынина И.Ю., Живогляд Р.Н. Детерминизм и хаос в изучении синергизма и устойчивости биологических динамических систем // Системный анализ и управление в биомедицинских системах.– 2004.– Т. 3, № 4.– С. 143
9. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Хадарцев А.А., Чантурия С.М., Шипилова Т.Н. Идентификация параметров порядка при женских патологиях в аспекте системного синтеза // Системный анализ и управление в биомедицинских системах.– 2006.– Т. 5, № 3.– С. 630–633.
10. Еськов В.М., Коваленко Л.В., Логинов С.И., Филатова О.Е. Адаптивные реакции кардиореспираторной системы детей в условиях кратковременного санаторного лечения на черноморском побережье РФ с позиции теории фазатона мозга, хаоса и синергетики // Вестник новых медицинских технологий.– 2007.– Т. 14, № 3.– С. 10–12.
11. Еськов В.М., Нанченко Е.А., Козлова В.В., Климов О.В., Майстренко Е.В. Параметры квазиаттракторов поведения вектора состояния организма пловцов // Вестник новых медицинских технологий.– 2009.– Т. 16, № 4.– С. 24–26.
12. Еськов В.М., Еськов В.В., Козлова В.В., Филатов М.А. Способ коррекции лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний // патент на изобретение RUS 2432895 от 09.03.2010 г.
13. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Способ корректировки лечебного или лечебно-оздоровительного воздействия на пациента // патент на изобретение RUS 2433788 от 01.02.2010 г.
14. Еськов В.М., Добрынина И.Ю., Дрожжин Е.В., Живогляд Р.Н. Разработка и внедрение новых методов в теории хаоса и самоорганизации в медицину и здравоохранения // Северный регион: наука, образование, культура.– 2013.– Т. 27, № 1.– С. 150.
15. Коваленко Л.В., Козупица Г.С., Еськов В.В., Степанова Д.И. Оценка эффективности проведения физиотерапевтических мероприятий методами многомер-

ных фазовых пространств // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т. 19, № 2.– С. 423–424.

16. Козлова В.В., Климов О.В., Майстренко Е.В., Умаров Э.Д. Корректировка лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний // Вестник новых медицинских технологий.– 2011.– Т. 18, № 3.– С. 333–334.

17. Литовченко О.Г., Нифонтова О.Л. Некоторые показатели сердечно-сосудистой системы уроженцев Среднего Приобья 7-20 лет. Вестник Оренбургского государственного университета.– 2010.– № 1.– С. 115–119.

18. Литовченко О.Г., Апокин В.В., Семенова А.А., Нифонтова О.Л. Состояние сердечно-сосудистой системы студентов // Теория и практика физической культуры.– 2014.– № 9.– С. 90–93.

19. Нифонтова О.Л., Литовченко О.Л., Гудков А.Б. Показатели центральной и периферической гемодинамики детей коренной народности Севера // Экология человека.– 2010.– № 1.– С. 28–32.

20. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // *Neurophysiology*.– 1993.– Т. 25, № 6.– С. 420.

21. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // *Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements)*.– 2011.– V. 53 (12).– P. 1404–1410.

22. Eskov V.M., Eskov V.V., Braginskii M.Ya., Pashnin A.S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort // *Measurement Techniques*.– 2011.– Т. 54, № 8.– С. 832–837.

References

1. Adaykin VA, Dobrynina IYu, Dobrynin YuV, Es'kov VM, Lazarev VV. Ispol'zovanie metodov teorii khaosa i sinergitiki v sovremennoy klinicheskoy kibernetike. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2006; 66(8):38-41. Russian.

2. Ausheva FI, Dobrynina IYu, Mishina EA, Polukhin VV, Khadartseva KA. Sistemnyy analiz sutochnoy dinamiki po-kazateley serdechno-sosudistoy sistemy u bol'nykh pri arterial'noy gipertenzii. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2008;15(4):208-10. Russian.

3. Vedyasova OA, Es'kov VM, Filatova OE. Sistemnyy kompartmentno-klasternyy analiz mekhanizmov ustoychivo-sti dykhatel'noy ritmiki mlekopitayushchikh. Monografiya; Rossiyskaya akad. nauk, Nauch. sovet po problemam biologicheskoy fizi-ki. Samara; 2005. Russian.

4. Vedyasova OA, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV, Popov YuM. Sootnoshenie mezhdur deterministskimi i khaoticheskimi podkhodami v modelirovanii sinergizma i ustoychivosti raboty dykhatel'nogo tsentra mlekopitayushchikh. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2005;12(2): 23-4. Russian.

5. Dayanova DD, Gavrilenko TV, Volkhmina YuV, Igumenov DS. Stokhasticheskaya otsenka modeley khaoticheskoy dinamiki biologicheskikh sistem. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. Elektronnoe izdanie [internet]. 2014 [citred 2014 apr 30];1:[about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4773.pdf>. DOI: 10.12737/3861

6. Dobrynina IYu, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV. Girudoterapevticheskoe upravlenie gomeostazom cheloveka pri ginekologicheskikh patologiyakh v usloviyakh Severa RF. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2005;12(2):25-7. Russian.

7. Dobrynina IYu, Dobrynin YuV, Es'kov VM. Sistemnyy analiz faktorov riska tserebrovaskulyarnoy patologii u bol'nykh ishemiicheskim insul'tom, postoyanno prozhivayushchikh v neblagopriyatnykh usloviyakh severa rossiyskoy federatsii. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2006;61(3): 60-1. Russian.

8. Es'kov VM, Dobrynina IYu, Zhivoglyad RN. Determinizm i khaos v izuchenii sinergizma i ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2004;3(4):143. Russian.

9. Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Khadartsev AA, Chanturiya SM, Shipilova T.N. dentifikatsiya parametrov poryadka pri zhenskikh patologiyakh v aspekte sistem-nogo sinteza. Sis-

temnyy analiz i uprav-lenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2006;5(3):630-3. Russian.

10. Es'kov VM, Kovalenko LV, Loginov SI, Filatova OE. Adaptivnye reak-tsii kardiorespiratornoy sistemy detey v usloviyakh kratkovremennogo sanatornogo lecheniya na chernomorskom poberezh'e RF s pozitsii teorii fazatona mozga, khaosa i sinergetiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2007; 14(3):10-2. Russian.

11. Es'kov VM, Nanchenko EA, Kozlova VV, Klimov OV, Maystrenko EV. Parametry kvaziattraktorov povedeniya vektora sostoyaniya organizma plovtsov. Vestnik no-vykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(4): 24-6. Russian.

12. Es'kov VM, Es'kov VV, Kozlova VV, Filatov MA, inventors; Sposob korrek-tirovki lechebnogo ili fizkul'tur-no-sportivnogo vozdeystviya na organizm cheloveka v fazovom prostranstve sostoya-niy s pomoshch'yu matrits rasstoyaniy. Russian Federation patent RU 2432895. 2010. Russian.

13. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, inventors; Sposob korrek-tirovki lechebnogo ili lechebno-ozdorovitel'nogo vozdeystviya na patsienta. Russian Federation patent RU 2433788. 2010. Russian.

14. Es'kov VM, Dobrynina IYu, Drozhzhin EV, Zhivoglyad RN. Razrabotka i vnedrenie novykh metodov v teorii khaosa i samoorganizatsii v meditsinu i zdravo-okhraneniya. Severnyy region: nauka, obrazovanie, kul'tura. 2013;27(1):150. Russian.

15. Kovalenko LV, Kozupitsa GS, Es'kov VV, Stepanova DI. Otsenka effektiv-nosti provedeniya fizioterapevticheskikh meropriyatij metodami mnogomernykh fazo-vykh prostranstv. Vestnik novykh meditsin-skikh tekhnologiy. 2012;19(2):423-4. Russian.

16. Kozlova VV, Klimov OV, Maystrenko EV, Umarov ED. Korrek-tirovka lechebnogo ili fizkul'turno-sportivnogo vozdeystviya na organizm cheloveka v fazo-vom prostranstve sostoyaniy s pomoshch'yu matrits rasstoyaniy. Vestnik novykh medi-tsinskikh tekhnologiy. 2011;18(3):333-4. Russian.

17. Litovchenko OG, Nifontova OL. Nekotorye pokazateli serdechno sosudi-stoy sistemy urozhentsev Srednego Pri-ob'ya 7-20 let. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2010;1:115-9. Russian.

18. Litovchenko OG, Apokin VV, Semenova AA, Nifontova OL. Sostoyanie serdechno-sosudistoy sistemy studentov. Teo-riya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2014;9:90-3. Russian.

19. Nifontova OL, Litovchenko OL, Gudkov AB. Pokazateli tsentral'noy i perifericheskoy gemodinamiki detey koren-noy narodnosti Severa. Ekologiya cheloveka. 2010;1:28-32. Russian.

20. Eskov VM, Filatova OE. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition. Neurophysiology. 1993;25(6):420.

21. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements). 2011;53(12):1404-10.

22. Eskov VM, Eskov VV, Braginskii MYa, Pashnin AS. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort. Measurement Techniques. 2011;54(8): 832-7.