

ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ  
В ГЕРОНТОЛОГИИ  
(обзор литературы)

В.М. ЕСЬКОВ\*, А.А. ХАДАРЦЕВ\*\*, О.Е. ФИЛАТОВА\*, К.А. ХАДАРЦЕВА\*\*

\*ФГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет», пр. Ленина, д.1, г.Сургут, Россия, 628412

\*\*ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет, медицинский институт»,  
ул. Болдина, 128, Тула, Россия, 300012

**Аннотация.** В обзоре дана детальная характеристика возможностей выбора из множества признаков – наиболее значимых для оценки состояния функциональных систем организма при решении задач, стоящих перед геронтологией. Представлена и обоснована целесообразность отказа от детерминистских и стохастических подходов к сложным системам – complexity. Подробно охарактеризованы возможности теории хаоса и самоорганизации систем. Описаны возможности нейроэмуляторов, нейрокомпьютинга, метода расчета квазиаттракторов при решении задач системного синтеза по выявлению параметров порядка. Приведены данные о применении этих методов для разных возрастных групп женщин-ханты, проживающих на Севере России. Установлена необходимость увеличения числа итераций (настроек) нейроэмулятора для увеличения точности разделения выборок. Предложено внедрять методы теории хаоса и самоорганизации в практику работы геронтологов.

**Ключевые слова:** теория хаоса и самоорганизации, нейрокомпьютинг, нейроэмулятор, системный синтез, параметры порядка, квазиаттрактор, геронтология

THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM AND FUNCTIONAL ASYMMETRY IN GERONTOLOGY  
(literature review)

V.M. ESKOV\*, A.A. KHADARTSEV\*\*, O.E. FILATOVA\*, K.A. KHADARTSEVA\*\*

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

\*\*Medical Institute, Tula State University, ul. Boldin, 128, Tula, Russia, 300012

**Abstract.** To solve the problems of gerontology this review presents the detailed description of the choices of the many signs as the most significant for the assessment of functional systems of the organism. The authors have justified the expediency to abandon the deterministic and stochastic approaches to complex systems - complexity. The possibilities of chaos theory and self-organization systems have been described in detail. The review provides a description of the capabilities of nano-emulsion, neuro-computing, method of calculation quasi-attractors for the solution of problems of system synthesis to identify order parameters. The authors presented data on the use of these methods for different age groups of women Khanty living in the North of Russia. The necessity to increase the number of iterations (settings) neuro-motor to increase the precision of separation of the samples was established. The authors proposed to implement the methods of chaos theory and self-organization in the practice of gerontology.

**Key words:** chaos theory and self-organization, neuro-computing, neuro-motor, system synthesis, order parameters, quasi-attractor, gerontology

Одна из главных задач в геронтологии – это определение из множества диагностических признаков  $x_i$ , характеризующих различные параметры организма (иммунный статус, состояние сердечно-сосудистой системы, психики и т.д.), наиболее значимых признаков (*параметров порядка*), которые реально показывают динамику старения. Это задача *системного синтеза*, которая составляет основу всей современной науки.

Известно, что процессы старения на молекулярном и клеточном уровне в итоге выражаются в возрастных изменениях параметров основных *функциональных систем организма* (ФСО). По П.К. Анохину [1] одной из главных ФСО является *кардио-респираторная система* (КРС), динамику возрастных изменений которой можно наблюдать по её основным параметрам. В работе [13] использованы 15 таких параметров, из которых, после предварительного анализа, было выбрано 5 наиболее значимых, характеризующих возрастные изменения. Однако, даже эти пять параметров не показали устойчивого различия в рамках традиционных подходов при изучении динамики возрастных изменений. Возникла проблема разработки новых, более чувствительных методов для анализа различий в параметрах ФСО при возрастных

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Вегетативная нервная система и функциональная асимметрия в геронтологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).

изменениях. Одновременно необходимо было иметь методы для выделения наиболее значимых  $x_i$ , характеризующих возрастные изменения, т.к. с позиций стохастики такая задача неразрешима [2, 3, 6-8].

Такая проблема по разрабатываемой классификации в *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) относится к первому типу неопределённости, когда получаемые в отдельных выборках  $x_i$  для сравниваемых трёх групп женщин – не могут быть идентифицированы как разные группы. Их функции распределения  $f(x)$  для каждого признака  $x_i$  не могут быть разделены, и эти выборки следует относить к одной генеральной совокупности. В исследованиях [13] 15-ти параметров КРС для большинства  $x_i$  демонстрируется именно такая динамика. Так, по параметрам  $x_i$  – 1-я и 2-я группы женщин практически не различаются (почти по всем  $i=1, 2, \dots, 15$ ). Для решения возникшей задачи предложено использовать два новых подхода: метод расчета параметров *квазиаттракторов* (КА) и метод использования *нейроэмуляторов*. Оба этих подхода способны преодолеть неопределённость 1-го типа, когда все (или почти все) функции распределения  $f_i(x)$  демонстрируют одинаковость – выборки относятся к одной генеральной совокупности. Иными словами, когда обычная статистика бесполезна, то методы ТХС и нейрокомпьютеринг весьма эффективны.

Нейрокомпьютерный подход сейчас активно внедряется в медицину [13], однако, с большими ошибками. Ошибочность применения нейрокомпьютеринга заключается в уникальной, разовой настройке. Разовое решение задачи бинарной классификации (установление факта отличий одной возрастной группы от другой) является только одной (из миллиона возможных) уникальной итерацией при попытках выявления значимости измеряемых диагностических признаков  $x_i$ . Попытка же их дифференцировки (вычисления главных  $x_i$  и второстепенных) при одной итерации вообще лишена какого-либо смысла (а это сейчас довольно часто используется в медицине). Предложен выход из тупика этой неопределённости 1-го типа, когда  $f(x)$  совпадают и все группы принадлежат якобы к одной генеральной совокупности, – в виде запатентованных алгоритмов. Фактически, решается задача *системного синтеза*, т.е. идентификации *параметров порядка* (наиболее значимых симптомов) из всего множества  $x_i$ , что для геронтологии имеет принципиальное значение при оценке скорости возрастных изменений организма [2, 3, 5-8].

В качестве основной – выбрана задача диагностики различий в параметрах ФСО (на примере КРС) для разных возрастных групп населения Севера России. Для изучения возрастной динамики параметров КРС из коренного населения Югры (женщин-ханты) были отобраны три группы по 38 человек в каждой. Все наблюдаемые женщины были без патологий и жалоб на здоровье. В первую группу вошли женщины возраста 18–35 лет, во вторую группу 35–50 лет и в третью – старше 50 лет. Регистрация основных параметров *сердечно-сосудистой системы* (ССС) обследуемых производилась в пятнадцатимерном *фазовом пространстве состояний* (ФПС) вектора состояния ССС в виде  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , где  $m=15$ . Эти координаты  $x_i$  состояли из:  $x_1$  – СИМ – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, у.е.;  $x_2$  – ПАР – показатель активности парасимпатического отдела ВНС, у.е.;  $x_3$  – SDNN – *стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов*, мс;  $x_4$  – ИБН – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому);  $x_5$  – ЧСС – число ударов сердца в минуту;  $x_6$  – SPO<sub>2</sub> – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина);  $x_7$  – TINN – *триангулярная интерполяция гистограммы NN- интервалов*, мс;  $x_8$  – pNN50 – число NN-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс;  $x_9$  – VLF – спектральная мощность очень низких частот, мс<sup>2</sup>;  $x_{10}$  – LF – спектральная мощность низких частот, мс<sup>2</sup>;  $x_{11}$  – HF – спектральная мощность высоких частот, мс<sup>2</sup>;  $x_{12}$  – Total – *общая спектральная мощность*, мс<sup>2</sup>;  $x_{13}$  – LF (p) – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах;  $x_{14}$  – HF (p) – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах;  $x_{15}$  – LF/HF – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной. Определение всех этих величин производилось автоматически на основе запатентованного устройства «Элокс –1М». Обработка данных в рамках статистики всех  $x_i$  производилась по программе «Statistica-6». Первоначально производилась идентификация возможности нормальных законов распределения (обычно это было 4 или 5 параметров из 15) и одновременно обрабатывались выборки  $x_i$  в рамках непараметрических распределений. После их разделения, далее, все выборки переводились в непараметрические распределения и производилось сравнение всех  $x_i$  для всех трёх пар (трёх возрастных групп). Задача бинарной классификации с помощью нейро-ЭВМ обеспечивала определение весов признаков  $x_i$ , т.е. решалась задача *системного синтеза* – ранжирования признаков  $x_i$  [13, 19].

Часть выборок для  $x_i$  демонстрировала возможность применения нормального закона распределения. Основная группа диагностических признаков  $x_i$  демонстрировала непараметрические распределения для усредненных значений всех  $x_i$ . Сами же значения  $x_i$  для каждого наблюдаемого человека (испытуемого) постоянно демонстрировали непараметрические распределения. Это составляет основу ТХС, в которой демонстрируется второй тип неопределённости [1, 2, 6-8, 18]. Она характерна именно для «*мерцающих*» систем, когда постоянно  $dx/dt \neq 0$  для вектора состояния системы  $x=x(t)$ . В этом случае для любых отдельных выборок ( $x_1, x_2$  и т.д.) для каждого отдельного испытуемого всегда наблюдается следующая закономерность: даже для отдельного человека при нахождении функций распределения для его  $x_i$  на коротких отрезках времени (например для 1-й или 2-й минут), получаемые на этих отрезках выборки демонстрируют различные функции распределений  $f(x)$ . Невозможно произвольно на двух коротких интервалах времени  $\Delta t$  у одного испытуемого наблюдать одинаковые  $f(x)$ . Все  $f(x)$  для одного и того же ис-

#### Библиографическая ссылка:

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Вегетативная нервная система и функциональная асимметрия в геронтологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).

пытуемого или для двух разных (сравниваемых) людей будут разными. Это особое свойство гомеостаза, которое выделено в ТХС, как базовый принцип [5, 15-18].

Очень редко (5–10% пар из всех 1000 сравниваемых) при парном сравнении выборок всех  $x_i$  – их можно отнести к одной генеральной совокупности. Все выборки являются разными, что составляет основу 2-го постулата ТХС [3-5, 7, 16]. В результате статистической обработки первичных данных по всем 15-ти параметрам КРС  $x_i$  для первой возрастной группы – показано, что в выборке из 38 испытуемых четыре диагностических признака  $x_i$  (ПАР, SDNN, TINN, ЧСС) демонстрируют статистически выраженную возможность нормального закона распределения. Остальные  $x_i$  имеют непараметрические распределения. Поэтому, при сравнении всех 15-ти  $x_i$  для трёх возрастных групп были использованы непараметрические распределения (т.е. рассчитывались характеристики в терминах медиан и процентилей). Далее, с помощью критерия Манна-Уитни ( $p < 0,05$ ) было выявлено различие путём попарного сравнения средних значений рангов (допустимого уровня значимости параметров КРС) между выборками для всех трёх возрастных групп. Существенно, что все три пары показали разную возможность дифференцировки в виде невозможности отнесения двух выборок к одной генеральной совокупности. Фактически, речь идёт об отсутствии отличий между выборками, если  $p > 0,05$ , особенно для 1-й и 2-й групп сравнения. Наибольшее различие получено для 1-й и 3-й групп, где почти все (кроме признаков LF, HF, LF/HF) признаки демонстрируют существенные статистические различия. Однако 1-я и 2-я группы, а также 2-я и 3-я группы между собой демонстрируют 1-ый тип неопределённости, т.е. различия статистически несущественны ( $p > 0,05$ ).

Изучены результаты попарного сравнения выборок  $x_i$  для 1-й и 2-й групп (первая попытка), для 1-й и 3-й групп, а также для 2-й и 3-й групп (вторая попытка). Для первых возрастных групп имеется только два диагностических признака ( $SPO_2$  и ЧСС), которые показывают статистически значимые различия статистических характеристик функций распределения ( $p_1 = 0,0484$ ,  $p_2 = 0,011$ ).

Остальные парные сравнения выборок показывают возможность отнесения этих пар к одной генеральной совокупности (различия не значимы!). Таким образом, обычная статистика показывает почти полное отсутствие возрастных различий по параметрам  $x_i$  для 1-й и 2-й групп женщин ханты. Очевидно, сравнение 2-й и 3-й возрастной группы показывает отсутствие различий для этих пар именно у ЧСС. Для сравниваемых 2-й и 3-й групп женщин уже восемь пар  $x_i$  показывают различие в выборках (СИМ, SDNN, ИБН,  $SPO_2$ ,  $pNNS_0$ , TINN, HF, Total). Остальные 7 признаков  $x_i$  попарно могут относиться к одним генеральным совокупностям, т.е. не обеспечивают статистически значимых различий. Возникает неопределённость первого типа,  $f(x)$  не различаются у всех  $x_i$  [14]. Установить значимость на основе статистических результатов всех этих признаков, т.е. выявить признаки, по которым возрастные изменения наиболее выражены, не представляется возможным. В рамках стохастики нельзя выявить *параметры порядка*, выполнить *системный синтез*. Поэтому становится возможным использование новых методов на основе выбранных 5 основных признаков (СИМ, ПАР, SDNN, ИБН, ЧСС). Для них проведена нейрокомпьютерная идентификация значимости признаков  $w_i$  путём решения задачи бинарной классификации по разделению выборок в пятимерном ФПС ( $m=5$ ) при попарном сравнении 1-й и 2-й групп, а также 2-й и 3-й групп. Существенно, что не только устанавливаются различия между двумя сравниваемыми возрастными группами, но одновременно ранжируются диагностические признаки, что в стохастике выполнить сложно. Эту задачу решает *системный синтез* – устанавливает наиболее важные  $x_i$  при сравнении параметров ФСО у наблюдаемых трёх возрастных групп [5, 15-18]. Такая статистическая динамика различий групп косвенно показывает скорость старения (возрастных изменений) параметров КРС. Стохастический подход даёт неполную информацию о возрастных изменениях, и не определяет *параметры порядка* [7, 11].

Задача *системного синтеза* – это очень сложная задача в медицине и во всей науке в целом. Её решение с помощью нейрокомпьютинга требует особого подхода и коррекции, т.к. разовое решение задачи по разделению двух полученных выборок не может быть использовано для *системного синтеза*. Ранжирование диагностических признаков не может быть выполнено с приемлемой точностью, установить значимость признаков  $x_i$  при малых повторах (итерациях числом  $p \leq 50$ ), т.е. решение задачи бинарной классификации, – невозможно.

Идентификация *параметров порядка* зависит от порядка числа итераций  $p$ . С увеличением  $p$  обеспечивается сдвиг вправо после запятой с запаздыванием на  $k-1$  порядок, где  $k$  – число разрядов (нулей) у  $p$ . При  $p=1000$  ( $k=3$ ) имеются неизменные  $k-1=2$  порядка после запятой, а при  $p=10^4$  будет  $k-1=3$ . Повышая  $p$ , можно получить любое точное значение решения задачи *системного синтеза* при модельных сравнениях. Характерно, что для всех групп сравнения имеется устойчивый признак СИМ, как главный параметр порядка  $w_i=0,91$ , если использовать нейрокомпьютинг. Однако в стохастике этого нет, для 1-й и 2-й групп, например, ИБН и ПАР сильно варьируют, хотя нейрокомпьютинг даёт им высокие весовые коэффициенты (около 0,6), как и для ЧСС. Это говорит о разных результатах между стохастикой и нейрокомпьютингом [13].

При увеличении числа итераций точность ранжирования будет нарастать и способствовать решению задачи *системного синтеза* (с любой степенью точности). Метод итераций в работе нейро-ЭВМ мо-

#### Библиографическая ссылка:

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Вегетативная нервная система и функциональная асимметрия в геронтологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).

жет быть эффективно использован не только в геронтологии при ранжировании значимости диагностических признаков  $x_i$ , но и в других разделах медицины. Очевидно, что при сравнении разных групп веса признаков могут изменяться. Так, например, если сравнивать итоги нейрокомпьютинга при сравнении 1-й и 2-й групп и 2-й и 3-й групп, то первые признаки (*параметры порядка*) остаются, но вес третьего признака нестабилен. Для 2-й и 3-й групп сравнения  $w_3=0,348$  для ПАР, и  $w_3=0,651$  для ИБН. Получаются и разные диагностические признаки, и разные их веса (отличия почти в 2 раза). Всё это характеризует возрастную динамику изменения всех 5-ти компонент *вектора состояния системы* в связи с увеличением возрастом, что количественно представляет изменения функций организма женщин. Группа сравнений на базе нейрокомпьютинга получается иной, чем в стохастике и возникает вопрос о точности стохастического метода и целесообразности его использования при сравнении групп в задачах *системного синтеза*, которые стохастикой не решаются [12, 15-18].

Использование нейроэмуляторов в геронтологии позволяет установить значимость диагностических признаков  $x_i$  и выявить, по каким параметрам наблюдаются наиболее значимые изменения (*параметры порядка*) с возрастом. Современной геронтология должна выйти из качественных сравнений и перейти в статус строгой количественной науки. С помощью нейрокомпьютинга устраняются обе неопределённости: и первого типа – все  $f(x)$  одинаковы, и 2-го типа – хаотические динамики всех  $x_i$  [2-8]. П.К. Анохин [1] именно так понимал гомеостаз, но количественных подтверждений непрерывного изменения параметров функций организма в то время не имелось, а сейчас создан инструмент измерения хаоса [4, 5, 9, 15-18].

Проблема *системного синтеза* в геронтологии требует разработки автоматизированных методов, обеспечивающих реальное ранжирование измеряемых диагностических признаков  $x_i$ . Для систем с непрерывным изменением их параметров  $x_i$  в режиме  $dx/dt \neq 0$  использовать статистические методы нецелесообразно, т.к. функции распределения измеряемых  $x_i$  (их выборки) непрерывно изменяются (или могут совпадать!).

Разовое использование нейрокомпьютера для разделения выборок (задача бинарной классификации) демонстрирует единичный результат (один из миллионов) и не может быть использован в геронтологии и в любых других разделах медицины. Такие единичные сравнения дают ошибочные результаты [10].

Для повышения точности ранжирования диагностических признаков  $x_i$  с использованием нейрокомпьютинга необходимо увеличивать число итераций (настроек) нейроэмулятора при исходном задании весов признаков  $w_{ij}$  из равномерного интервала (0, 1), т.е. хаотично. При увеличении  $p$  до значения  $p=10^k$  мы получим приемлемую точность ранжирования до  $k-1$  значащих цифр после запятой. Это касается и других разделов медицины, когда статистика не работает, а нейрокомпьютинг и методы ТХС дают четкое различие между изучаемыми группами (пациентами).

## Литература

1. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. М.: Медицина, 1998. 285 с.
2. Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Химикова О.И., Соколова А.А. Новые методы для геронтологии в прогнозах долгожительства коренного населения Югры // Успехи геронтологии. 2014. Т. 27. № 1. С. 30–36.
3. Еськов В.М., Карпин В.А., Филатов М.А., Филатова О.Е. Философские основания теории патологии: проблема причинности в медицине // Философия науки. 2012. №1(52). С. 118–128.
4. Еськов В.М., Попов Ю.М., Филатова О.Е. Третья парадигма и представления И.Р. Пригожина и Г. Хакена о сложности и особых свойствах биосистем // Вестник новых медицинских технологий. 2012. № 2. С. 416–418.
5. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Околосуточные ритмы показателей кардиореспираторной системы и биологического возраста человека // Терапевт. 2012. №8. С. 36–43.
6. 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.
7. Еськов В.М., Зилов В.Г., Григорьев А.И., 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.
8. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Проблема выбора оптимальных математических моделей в теории идентификации биологических динамических систем // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2004. Т. 3. № 2. С. 150–152.
9. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Филатов М.А. Complexity – особый тип биомедицинских и социальных систем // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 1. С. 17–22.

## Библиографическая ссылка:

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Вегетативная нервная система и функциональная асимметрия в геронтологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).

10. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Моделирование когнитивной и эвристической деятельности мозга с помощью нейроэмуляторов // *Complexity. Mind. Postnonclassic*. 2014. № 1. С. 69–76.
11. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Каменев Л.И. Новые биоинформационные подходы в развитии медицины с позиций третьей парадигмы (персонализированная медицина – реализация законов третьей парадигмы в медицине) // *Вестник новых медицинских технологий*. 2012. № 3. С. 25–28.
12. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатова О.Е. Использование статистических методов и методов многомерных фазовых пространств при оценке хаотической динамики параметров нервно-мышечной системы человека в условиях акустических воздействий // *Вестник новых медицинских технологий*. 2014. № 2. С. 6–10.
13. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть XI. Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаоса-самоорганизации в биофизике сложных систем / Под ред. В.М. Еськова и А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Офорт», 2014. 192 с.
14. Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова Д.Ю. Неопределенность и непрогнозируемость – базовые свойства систем в биомедицине // *Complexity. Mind. Postnonclassic*. 2013. № 1. С. 67–82.
15. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // *E:CO*. 2014. 16(2). P. 109–117.
16. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // *Measurement Techniques*. 2011. V. 53(12). P. 1404–1410.
17. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Kozlova V.V., Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // *Measurement Techniques*. 2012. V. 55. № 9. P. 1096–1101.
18. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O. E., Filatov M.A. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science // *Journal of Biomedical Science and Engineering*. 2012. Vol. 5. № 10. P. 602–607.
19. Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Filatova O.E. Life Expectancy Prediction of Khanty People According to Chaotic Dynamics of their Cardio System Parameters // *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2014.

#### References

1. Anokhin P.K. *Kibernetika funktsional'nykh sistem*. Moscow: Meditsina; 1998. Russian.
2. Gavrilenko T.V., Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Khimikova O.I., Sokolova A.A. Novye metody dlya gerontologii v prognozhakh dolgozhitel'stva korennoho naseleniya Yugry. *Uspekhi gerontologii*. 2014;27(1):30-6. Russian.
3. Es'kov V.M., Karpin V.A., Filatov M.A., Filatova O.E. Filosofskie osnovaniya teorii patologii: problema prichinnosti v meditsine. *Filosofiya nauki*. 2012;1(52):118-28. Russian.
4. Es'kov V.M., Popov Yu.M., Filatova O.E. Tret'ya paradigma i predstavleniya I.R. Prigozhina i G. Khakena o slozhnosti i obykh svoystvakh biosistem. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2012;2:416-8. Russian.
5. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Filatova O.E., Khadartseva K.A. Okolosutochnye ritmy pokazateley kardiopul'monnoy sistemy i biologicheskogo vozrasta cheloveka. *Terapevt*. 2012;8:36-43. Russian.
6. Es'kov V.M., Zhivoglyad R.N., Khadartsev A.A., Chanturiya S.M., Shipilova T.N. Identifikatsiya parametrov poryadka pri zhenskikh patologiyakh v aspekte sistemnogo sinteza. *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. 2006;5(3):630-3. Russian.
7. Es'kov V.M., Zilov V.G., Grigor'ev A.I., Khadartsev A.A. Novye podkhody v teoreticheskoy biologii i meditsine na baze teorii khaosa i sinergetiki. *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. 2006;5(3):617-22. Russian.
8. Es'kov V.M., Filatova O.E., Fudin N.A., Khadartsev A.A. Problema vybora optimal'nykh matematicheskikh modeley v teorii identifikatsii biologicheskikh dinamicheskikh sistem. *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. 2004;3(2):150-2. Russian.
9. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Gavrilenko T.V., Filatov M.A. Complexity – osoby tip biomeditsinskikh i sotsial'nykh sistem. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2013;1:17-22. Russian.
10. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Filatov M.A. Modelirovanie kognitivnoy i evristicheskoy deyatelnosti mozga s pomoshch'yu neyroemulyatorov. *Complexity. Mind. Postnonclassic*. 2014;1:69-76. Russian.
11. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Kamenev L.I. Novye bioinformatsionnye podkhody v razviti meditsiny s pozitsiy tret'ey paradigmy (personifitsirovannaya meditsina – realizatsiya zakonov tret'ey paradigmy v meditsine). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2012;3:25-8. Russian.

---

#### Библиографическая ссылка:

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Вегетативная нервная система и функциональная асимметрия в геронтологии (обзор литературы) // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2015. №1. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).

12. Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova OE. Ispol'zovanie statisticheskikh metodov i metodov mnogomernykh fazovykh prostranstv pri otsenke khaoticheskoy dinamiki parametrov nervno-myshechnoy sistemy cheloveka v usloviyakh akusticheskikh vozdeystviy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;2:6-10. Russian.

13. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Chast' XI. Sistemnyy sintez parametrov funktsiy organizma zhiteley Yugry na baze neyrokomp'yutinga i teorii khaosa-samoorganizatsii v biofizike slozhnykh sistem. Pod red. V.M. Es'kova i A.A. Khadartseva. Samara: OOO «Ofort»; 2014. Russian.

14. Filatova OE, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatova DYu. Neopredelennost' i neprognoziruemost' – bazovye svoystva sistem v biomeditsine. Complexity. Mind. Postnonclassic. 2013;1:67-82. Russian.

15. Eskov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development. E:CO. 2014;16(2):109-17.

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

17. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov MA. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-101.

18. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE, Filatov MA. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science. Journal of Biomedical Science and Engineering. 2012;5(10):602-7.

19. Gavrilenko TV, Eskov VM, Khadartsev AA, Filatova OE. Life Expectancy Prediction of Khanty People According to Chaotic Dynamics of their Cardio System Parameters. Archives of Gerontology and Geriatrics; 2014.

---

**Библиографическая ссылка:**

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Вегетативная нервная система и функциональная асимметрия в геронтологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf> (дата обращения: 03.03.2015).