

## ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАБОТУ СЕРДЦА

В.Г. ЯХНО\*, Г.В. ГАЗЯ\*\*, Ю.В. БАШКАТОВА\*\*, А.С. ПАШНИН\*\*\*

*\*Институт прикладной физики РАН, ул. Ульянова, д. 46, г. Нижний Новгород, 603600, Россия**\*\*ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, д. 34, г. Сургут, 628400, Россия**\*\*\*БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, д. 1, Сургут, 628400, Россия, e-mail: firing.squad@mail.ru*

**Аннотация.** Исследование действия слабых промышленных электромагнитных полей на работу сердца в условиях Севера РФ в настоящее время слабо изучено. **Цель исследования:** доказать эффекты действия промышленных электромагнитных полей на организм мужчин, работников нефтегазовой отрасли в Югре. **Объект и методы исследования.** Четыре группы мужчин, работников Сургутского газоперерабатывающего завода обследовались по шести параметрам сердечно-сосудистой системы. Первая и вторая группы были до 35-ти лет и старше 35-ти лет без воздействия промышленных полей, третья и четвертая группы аналогичного возраста, но длительно находящиеся под действием этих полей. **Результаты и их обсуждение.** Выборки 30 медиан для шести параметров работы сердца в виде кардиоинтервалов и других параметров показали отсутствие во многих случаях статистических различий. Это нами сейчас классифицируются как неопределенности первого типа. Существенно, что все выборки кардиоинтервалов (всего 120 выборок во всех четырех группах) показали отсутствие нормального распределения. **Выводы.** Парное сравнение для каждого из шести параметров  $x_i(t)$  состояния сердечно-сосудистой системы испытуемых (для четырех разных возрастных групп) показало большой процент статистических совпадений выборок. Это обозначается как неопределенность первого типа. Одновременно все выборки этих параметров показали только не более 2% их отнесения к нормальному закону распределения, поэтому нужно применять непараметрическое распределение в будущем. Очевидно, что при парном сравнении выборок возникает неопределенность первого типа в биомедицине.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, электромагнитное поле, неопределенность, эффект Еськова-Зинченко.

## THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL ELECTROMAGNETIC FIELDS ON CARDIO-VASCULAR SYSTEMS

V.G. YAKHNO\*, G.V. GAZYA\*\*, YU.V. BASHKATOVA\*\*, A.S. PASHNIN\*\*\*

*\*Institute of applied physics of Russian Sciences Academy, Ulyanova Str., 46, Nizny Novgorod, Russia, 603600**\*\*Federal research center for scientific research institute of system research of the Russian Academy of Sciences, Special division in Surgut, Bazovaya Str. 34, Surgut, Russia, 628400**\*\*\*Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru*

**Abstract.** The investigation influence with low level industrial electromagnetic fields on heart work (in connection with special Nord condition) is not investigated good. **Goal of researches:** we must prove the real effect of industrial electromagnetic fields on human body (for man which are work in oil-gas industry of Russia in Ugra). **Object and methods.** Four group of man (they are worked in Surgut gas- processing plan) were investigated of cardio-vascular systems (six parameters  $x_i(t)$ ). The first and second group (be for 35 years and after 35 years) have not industrial electromagnetic fields. The third and forth groups (similar age group, see a low) have such fields influence. **Results.** The samples of 30 medians for such six parameters  $x_i(t)$  were demonstrated the absences of distinguishes between (of all such groups) in many cases. Now we present the situation as the uncertainty of first type. We must say that all samples of cardiointervals (120 numbers so all such four groups) does not demonstrated the normal distribution. **Conclusion.** Pare comparison for all such parameters  $x_i(t)$  for all four groups demonstrated the statistical coincidences. It is demonstrated the uncertainty of first type. Other way many of such samples demonstrated the absent of normal (Gause distribution) distribution. So we use abnormal distribution functional for all our investigation of cardio-vascular systems. It is evident that pare comparison of all samples demonstrated first type of uncertainty in biomedicine.

**Keywords:** cardiovascular system, electromagnetic field, uncertainty, Eskov-Zinchenko effect.

**Введение.** В настоящее время известно небольшое количество работ, которые демонстрируют выявление эффекта статистических различий в параметрах  $x_i(t)$  *сердечно-сосудистой системы* (ССС) человека, который подвергается действию *слабых промышленных электромагнитных полей* (СПЭМП) [2, 17, 18, 20]. Практически отсутствуют работы, которые бы демонстрировали различия действия этих СПЭМП на мужской и женский организмы.

Однако сейчас точно известно, что продолжительность жизни мужчин и женщин всегда показывает разное значение. Особенно это проявляется на Севере РФ, где особые экологические условия вместе с действием СПЭМП могут представлять определенный суммарный эффект в виде явного проявления изменений в работе СССР [22, 23]. В ряде наших публикаций это уже установлено для женщин, находящихся в условиях СПЭМП [1, 3-7, 9, 10, 12, 15, 16, 19, 21].

Средняя продолжительность жизни мужского населения на Севере РФ всегда на 6-8 лет ниже, чем у женского населения, поэтому и в наших исследованиях это как-то может проявляться по параметрам СССР. Ожидается, что мужское население Севера РФ будет более чувствительным к действию неблагоприятных факторов внешней среды (включая природные и промышленные факторы). В итоге это должно проявляться в параметрах СССР сравнимых групп населения.

Во многих случаях при сравнении параметров СССР мы выявляем неопределенности первого типа. В этом случае статистически выборки могут совпадать, но реально параметры организма испытуемых существенно различаются. Статистика в этом случае не работает, а методы новой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) могут показывать существенные различия. Обратная ситуация у нас наблюдается с неопределенностью второго типа. Здесь статистика выявляет различия, но реально состояние организма не изменяется [8, 9, 11-16, 19].

**Объекты и методы исследования.** Обследованию подвергались четыре группы мужчин с помощью запатентованного прибора «Элокс-01». Регистрация шести параметров СССР производилась за период 5 минут, сидя, в спокойном состоянии. При этом регистрировались не менее 300-т значений этих шести параметров, которые статистически обрабатывались. Это соответствует требованиям Европейской ассоциации кардиологов [8, 11, 13-16, 19, 21].

В качестве этих шести параметров мы брали:  $x_1$  – КИ – значение *кардиоинтервалов*, мсек.;  $x_2$  – SIM – параметр состояния *симпатической вегетативной нервной системы* (ВНС), у.е.;  $x_3$  – PAR – параметр состояния *парасимпатической ВНС*, у.е.;  $x_4$  – SSS – *частота сердечных сокращений*, уд/мин.,  $x_5$  – SDNN – *стандарт отклонения полного массива кардиоинтервалов*, мсек.;  $x_6$  – INB – *индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому*, у.е. В итоге мы работали с выборками медиан (в каждой выборке по 30 медиан – Me) для каждой из указанных четырех групп 30 испытуемых.

Отдельно для КИ мы рассчитали общую статистику, т.е. проверили для всех 120-ти выборок КИ на нормальное распределение. Далее использовались непараметрические распределения для этих выборок (по 30 Me в каждой) для расчета КИ. В итоге мы получили шесть наборов выборок этих  $x_i(t)$  для четырех групп (итого 24 набора выборок всех шести параметров).

В конце исследования была рассчитана и построена матрица парных сравнений всех этих шести параметров для всех этих четырех групп. В эту матрицу мы вносили критерий Манна-Уитни  $p$ . Если  $p_{ij}$  для  $i$ -й и  $j$ -й выборок был большой ( $p_{ij} \geq 0,05$ ), то такая  $i$ -я и  $j$ -я выборки могли иметь одну общую генеральную совокупность. При  $p_{ij} < 0,05$ , мы не можем говорить о статистическом совпадении этих выборок. Тогда эти выборки статистически различаются [8, 13-16, 19, 21].

**Результаты и их обсуждение.** Расчет всех выборок КИ (из всего массива для КИ, т.е. 120 выборок) показал, что нормальное распределение может быть у 1-1,5% от всех выборок КИ. Поэтому все дальнейшие расчеты проводились в рамках непараметрической статистики. В каждой такой выборке КИ было не менее 300-т значений КИ (в мсек.).

Поскольку каждая выборка обрабатывалась до расчета медианы (Me) из этих 300-т значений, то для каждой группы мы имеем по 30 значений Me. Это представлено в табл. 1. Здесь даны по 30 значений Me в каждом столбце и для них рассчитаны Me – медианы для этих 30-ти выборок.

В итоге получено четыре средних значений для всех 4-х выборок КИ (по 30 значений в каждой выборке)  $\langle Me \rangle$  и для этих четырех групп. Далее, мы статистически сравнивали эти выборки и выборки остальных пяти параметров СССР. Это сравнение производилось попарно для всех четырех групп по  $p$  критерию Манна-Уитни. В табл. 2 были внесены значения этих  $p$  параметров для  $i$ -й и  $j$ -й выборок  $x_i(t)$ , где  $i$  и  $j$  – это номера групп. В табл. 2 мы внесли все эти значения  $p_{ij}$  и выделили значения критерия, которые имели значение  $p_{ij} \geq 0,05$ . В этом случае получено статистическое совпадение выборок [8-16, 19, 21, 22].

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

Номер	Группа											
	1			2			3			4		
	$Me$	5%	95%	$Me$	5%	95%	$Me$	5%	95%	$Me$	5%	95%
1	810	730	880	670	610	720	810	720	960	740	680	770
2	670	630	760	760	720	850	730	660	790	940	850	1020
3	780	680	870	800	670	910	560	510	610	770	680	850
4	890	790	990	930	860	990	610	550	740	850	780	920
5	740	660	790	650	580	720	730	640	820	985	880	1070
6	640	600	700	770	690	840	920	760	1070	590	560	650
7	690	600	770	970	850	1070	680	610	760	760	680	880
8	700	610	770	970	870	1070	750	680	810	580	530	670
9	700	640	760	740	670	850	690	630	780	740	680	810
10	775	700	860	905	850	960	830	740	890	850	750	910
11	670	610	740	900	800	990	920	780	1070	930	860	990
12	840	750	920	1010	920	1100	740	630	850	760	690	840
13	690	630	770	780	730	820	790	710	840	870	790	980
14	580	530	640	710	670	780	1035	910	1225	940	840	1040
15	920	870	1000	820	700	900	640	540	720	820	770	890
16	740	680	790	790	730	840	700	620	780	770	730	840
17	650	590	740	750	680	850	680	610	790	780	720	850
18	890	780	970	890	820	960	640	580	690	740	680	830
19	750	690	820	840	710	990	830	750	930	780	710	840
20	780	660	920	950	910	990	680	590	770	680	590	760
21	730	620	850	810	740	870	790	690	890	790	730	860
22	770	680	850	800	750	850	550	500	630	610	570	670
23	660	610	730	830	780	870	935	730	1150	870	810	950
24	690	630	740	700	640	750	1210	930	1350	920	860	980
25	950	890	1020	840	770	890	730	620	830	710	630	780
26	660	570	770	1210	1100	1290	760	710	810	620	580	650
27	730	650	840	950	880	1020	755	650	860	940	840	1030
28	850	750	970	710	610	940	650	570	780	660	620	710
29	740	680	800	820	740	900	980	880	1090	820	770	890
30	970	880	1060	770	700	840	830	740	960	790	710	870
$Me$	740	660	810	815	735	895	745	655	825	780	715	855

Примечание: группы 1 и 2 – мужчины, не подверженные воздействию ЭМП младше 35 лет и старше 35 лет соответственно; группы 3 и 4 – мужчины, подверженные воздействию ЭМП младше 35 лет и старше 35 лет соответственно

Из табл. 1 очевидно, что вторая группа (из 30-ти мужчин) имеет наибольшее среднее значение  $\langle Me_2 \rangle$  для КИ в виде  $\langle Me_2 \rangle = 815$  мсек. При этом третья и первая группы по этим  $Me$  показывают почти полное сходство ( $\langle Me_3 \rangle = 745$  мсек. и  $\langle Me_1 \rangle = 740$  мсек.). Выборки КИ этих двух групп (одинакового возраста) почти полностью совпадают. Этого нельзя сказать про вторую группу (старше 35 лет и без СПЭМП) и четвертую группу (аналогичный возраст, но с действием СПЭМП). Здесь  $\langle Me_4 \rangle = 780$  мсек. и  $\langle Me_2 \rangle = 815$  мсек. (табл. 1).

Результаты попарного сравнения средних значений рангов допустимого уровня значимости параметров variability 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>CI</i>	<b>0,003*</b>	0,877	0,156	<b>0,019*</b>	0,160	0,294
<i>SIM</i>	0,460	0,102	0,075	<b>0,026*</b>	0,387	<b>0,002*</b>
<i>PAR</i>	0,569	0,371	0,137	0,099	0,322	<b>0,013*</b>
<i>SSS</i>	<b>0,004*</b>	0,739	0,154	<b>0,026*</b>	0,183	0,311
<i>SDNN</i>	0,511	<b>0,049*</b>	0,080	<b>0,019*</b>	0,274	<b>0,001*</b>
<i>IBN</i>	0,836	0,119	0,128	0,206	0,124	<b>0,011*</b>

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

Детальный анализ табл. 1 показывает различия по средним значениям  $\langle Me \rangle$  для КИ, но статистическое сравнение это не обязательно подтверждает. Действительно, в табл. 2 имеется полное сравнение всех шести параметров для всех четырех групп (табл. 2). Очевидно, что третья и четвертая группы различаются максимально по своим медианам  $\langle Me \rangle$ . Только кардиоинтервалы (*CI*) и число ударов в минуту (*SSS*) не показывают статистических различий ( $p_{ij} \geq 0,05$ ).

Это говорит о том, что возрастные изменения для последних двух групп имеют более существенное значение вместе с действием СПЭМП. Доказательством этому служит и тот факт, что группы 1 и 3 различаются существенно только по одному параметру ( $\langle Me \rangle = 0,049$  у.е. для *SDNN*). Остальные выборки параметров при парном сравнении статистически совпадают. В итоге СПЭМП на младшую возрастную группу действуют слабо (различия 1-й и 3-й групп малые), т.к. пять параметров ССС статистически совпадают ( $p_{ij} \geq 0,05$ ).

Однако вторая группа (старшая по возрасту без СПЭМП) отличается существенно от третьей группы (сразу по четырем параметрам ССС) и от первой группы. Различия медиан между второй и первой группой имеется по двум параметрам (*CI* и *SSS*). При этом первая и третья группы почти не различаются статистически. В этом случае мы имеем неопределенность первого типа сразу по всем шести параметрам ССС. Отметим, что неопределенность 2-го типа наблюдается у всех биосистем из 4 выборок [8, 13-16, 19, 21, 22, 24].

Такой результат сходен со сравнением групп 4-1 и 4-2, которые тоже ничем не различаются. Такой итог сравнения может говорить о том, что старший возраст с СПЭМП показывает параметры младшей и старшей возрастной группы, но с действием СПЭМП.

Еще раз подчеркнем, что суперпозиция возраста и действия СПЭМП дают максимальный эффект. Это показывает пара 3-4, где только два параметра ССС статистически совпадают. Аналогичный результат показала и пара 3-2, где тоже две выборки совпадают. Неопределенности 1-го и 2-го типов регистрируются для всех наших выборок и это требует новых методов и теории для описания КИ.

При этом возрастные изменения (2-я и 4-я возрастные группы) у мужчин показывают сходные изменения ССС, то есть, возрастные изменения существенно изменяют состояние ССС, которые уже нивелируют действие СПЭМП. Этого у младших групп не наблюдается (1-3 почти совпадают).

Следует сразу отметить, что все четыре группы обследуемых не различаются полностью по всем шести параметрам ССС. Это доказывает реальность неопределенности первого типа для всех шести параметров. Наибольшее проявление этого типа неопределенности показали пары сравнения 1-4 и 2-4. По всем параметрам ССС эти пары сравнения показали полное статистическое совпадение (все 6 признаков показали  $p_{ij} \geq 0,05$ ).

Такой результат можно трактовать как действие СПЭМП (на 4-ю группу), что создает эффект, подобный возрастным изменениям (для 2-й группы без СПЭМП). Сравнение пары 2-4 показывает, что возрастные изменения (в этих двух группах) настолько сильно изменяют параметры ССС, что действие СПЭМП не проявляется. Отметим, что у женщин в аналогичных условиях Севера и производства это не наблюдалось. Там СПЭМП четко диагностировалось в 4-й группе.

Очевидно, что организм мужчин иным образом реагирует и при возрастных изменениях и при действии СПЭМП. Наибольшие отличия, как и ожидалось, мы получили при сравнении 3-й и 2-й групп. Эти две группы различаются и по возрасту и по действию СПЭМП. Для этих двух групп (3-2) мы имеем

различия по четырем параметрам ССС. Однако такой максимум дало также сравнение групп 3-4, при этом два признака совпадают (по  $p_{i,j} < 0,05$ ) в парах 3-4 (это *CI* и *SSS*) и 3-2 (это *PAR* и *IBN*). Остальные пары разные для этих двух сравнений.

В целом, мы наблюдаем выраженную неопределенность первого типа, т.к. из всех 36-ти пар сравнения (для всех четырех групп) только 11 пар (разных) показали статистические отличия. У этих 11-ти пар критерий Манна-Уитни  $p < 0,05$ . Остальные 25 пар показали статистическое совпадение выборок. Это выраженная неопределенность первого типа. Неопределенность 2-го типа регистрируется для всех выборок КИ в наших измерениях. Для их изучения мы сейчас применяем новую ТХС.

**Выводы.** Выборки всех шести параметров ССС для всех четырех групп показывают реальность непараметрических распределений. Только 1,5-2% от всех выборок показывают нормальное распределение. Это касается и выборок медиан *Me*, для которых рассчитывались средние значения  $\langle Me \rangle$  для всех шести параметров ССС. Дальнейшее изучение нормальных распределений для параметров ССС бессмысленно.

Расчет выборок медиан для КИ показал, что только вторая группа показывает статистические различия для 3-й и 1-й групп. Остальные выборки часто статистически совпадают (для 4-х пар сравнения). Возникает неопределенность первого типа по параметрам КИ (*CI*). Это требует применение методов ТХС для описания выборок.

Еще более серьезные совпадения показали остальные пять параметров, где максимум показал *INB* (только группы 3-4 различаются). В итоге, все шесть параметров  $x_i(t)$  для ССС демонстрируют преимущественно неопределенность первого типа. Из всех 36-ти сравниваемых пар шести параметров ССС для четырех обследуемых групп только 11 пар показали  $p_{i,j} < 0,05$ . Остальные 25 пар демонстрируют критерий Манна-Уитни  $p_{i,j} \geq 0,05$ . Это означает их статистическое совпадение.

Если выборки статистически совпадают (особенно у пар 1-4 и 2-4), то это доказывает крайне низкие эффекты действия СПЭМП. Получается, что возрастные изменения дают больший эффект, чем действие СПЭМП. Это является спецификой изменения организма, который находится на Севере РФ. Все это требует применения методов ТХС.

### Литература

1. 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.
2. Грязев М.В., Куротченко Л.В., Куротченко С.П., Луценко Ю.А., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры: Монография / Под ред. Т.И. Субботиной и А.А. Яшина. Москва – Тверь – Тула: Изд-во ООО «Триада», 2007. 112 с.
3. 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.
4. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. 307 с.
5. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденеева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2020. Т. 29, № 3. С. 211–216.
6. 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.
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.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.
9. 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.
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., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития // Успехи кибернетики. 2020. Т. 1, № 1. С. 64–72.
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. 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.

14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Хадарцев А.А. Избранные технологии не медикаментозного воздействия в реабилитационно-восстановительной и спортивной медицине / Под ред. Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «Инфра», 2009. 398 с.
18. Хадарцев А.А. Не медикаментозные технологии (рефлексотерапия, гирудотерапия, фитотерапия, физиотерапия). Германия: Palmarium Academic Publishing, 2012. 512 с.
19. 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
20. Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Психоэмоциональный стресс в спорте. Физиологические основы и возможности коррекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf> (дата обращения 30.09.2015). DOI: 10.12737/13378.
21. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // Advances in Gerontology. 2016. Vol. 6(1). Pp. 24-28. DOI:10.1134/S2079057016010033
22. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Vokhmina J.V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra // Advances in Gerontology. 2016. Vol. 6(3). P. 191–197. DOI:10.1134/S2079057016030048
23. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human Ecology. 2019. Vol. 7. P. 11–16.
24. Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Sokolova A.A. New methods for gerontology in the longevity projections of the indigenous population of Ugra // Advances in gerontology. 2014. Vol. 27(1). P. 30–36.

#### References

1. Galkin VA, Gorelikov AV, Bychin IV, Dubovik AO, Ryakhovsky AV. 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. 2020;1(4):33-41. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-4-4. Russian.
2. Gryazev MV, Kurotchenko LV, Kurotchenko SP, Lutsenko YuA, Subbotina TI, Khadartsev AA, Yashin AA. Eksperimental'naya magnitobiologiya: vozdeystvie poley slozhnoy struktury: Monografiya. Pod redaktsiey TI Subbotinoy i AA Yashina [Experimental magnetobiology: the impact of field for complex structures: Monograph. Edited by T. Subbotina and Yashin]. Moscow – Tver' – Tula: Izd-vo ООО «Triada»; 2007. Russian.
3. Eskov VV. Matematicheskaya traktovka statsionarnykh sostoyanii v biomekhanike [Mathematical interpretation of stationary states in biomechanics]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2021;1:69-82. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-60-69. Russian.
4. Eskov VV. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyutsii complexity [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity]. Tula: Izd-vo TulGU, 2016. Russian.
5. Eskov VV, Bashkatova YuV, Shakirova LS, Vedeneeva TS, Mordvintseva AYU. Problema standartov v meditsine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology]. Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny. 2020;29(3):211-216. Russian.
6. Eskov VV, Pyatin VF, Filatova DYU, Bashkatova YuV. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of the human cardiovascular system]. Samara: Izd-vo ООО «Porto-Print», 2018. Russian.
7. Eskov VV, Pyatin VF, Shakirova LS, Melnikova EG. Rol' khaosa v regulyatsii fiziologicheskikh funktsii organizma / Pod red. A.A. Khadartseva [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body / Ed. A.A. Khadartseva]. Samara: Izd-vo ООО «Porto-print»; 2020. Russian.
8. Eskov VM, Galkin VA, Eskov VV, Filatov MA. Fizicheskie i zhivye sistemy razlichayutsya sushchestvenno [Physical and living systems differ significantly]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2020;4:52-9. DOI: 10.12737 / 2306-174X-2021-57-64 Russian.
9. Eskov VM, Galkin VA, Pyatin VF, Filatov MA. Organizatsiya dvizhenii: stokhastika ili khaos? / Pod red. G.S. Rozenberga [Organization of movements: stochastic or chaos? / Under. ed. G.S. Rosenberg]. Samara: Izdatel'stvo ООО «Porto-print»; 2020. Russian.

10. Eskov VM, Galkin VA, Filatova OE. Complexity: khaos gomeostaticheskikh sistem / Pod red. G.S. Rozenberga [Complexity: Chaos of Homeostatic Systems / Ed. G.S. Rosenberg]. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print»; 2017. Russian.

11. Eskov VM, Pyatin VF, Bashkatova YuV. Meditsinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya [Medical and biological cybernetics: development prospects]. Uspekhi kibernetiki. 2020;1(1):64-72. Russian.

12. Eskov VM, Galkin VA, Filatova OE. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticheskikh sistem / Pod red. Khadartseva A.A., Rozenberga G.S. [The End of Certainty: Chaos of Homeostatic Systems / Ed. Khadartseva A.A., Rosenberg G.S.]. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. Russian.

13. Zaslavsky BG, Filatov MA, Eskov VV, Manina EA. Problema nestatsionarnosti v fizike i biofizike [The problem of nonstationarity in physics and biophysics]. Uspekhi kibernetiki. 2020;1(2):61-7. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7. Russian.

14. Kozlova VV, Filatov MA, Eskov VV, Shakirova LS. 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. 2021;1:83-93. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-70-78. Russian.

15. Pyatin VF, Eskov VV, Filatova OE, Bashkatova YuV. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis]. Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny. 2019;28(1):21-7. Russian.

16. 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. 2021;1:5-12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-8. Russian.

17. Khadartsev AA. Izbrannye tekhnologii ne medikamentoznogo vozdeystviya v reabilitatsionno-vosstanovitel'noy i spor-tivnoy meditsine. Pod redaktsiyey NA Fudina [Selected technologies of non-drug effects in rehabilitation and rehabilitation and sports medicine. Edited BY Fudin]. Tula: OOO RIF «Infra»; 2009. Russian.

18. Khadartsev AA. Ne medikamentoznye tekhnologii (refleksoterapiya, girudoterapiya, fitote-rapiya, fizioterapiya) [Non-drug technologies (reflexology, hirudotherapy, herbal medicine, physiotherapy)]. Germaniya: Palmarium Academic Publishing; 2012. Russian.

19. Khadartsev AA, Filatova OE, Mandryka IA, Eskov VV. Entropiinyi podkhod v fizike zhivyykh sistem i teorii khaosa-samoorganizatsii [Entropy approach in the physics of living systems and the theory of chaos-self-organization]. Uspekhi kibernetiki. 2020;1(3):41-9. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5. Russian.

20. Khadartsev AA, Fudin NA. Psikhooemotsional'nyy stress v sporte. Fiziologicheskie osnovy I voz-mozhnosti korrektsii (obzor literatury) [Psycho-emotional stress in sport. Physiological basis and possibilities of correction (literature review)]. Journal of New Medical Technologies. E-edition. 2015[cited 2015 Sep 30];3:[about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf>. DOI: 10.12737/13378.

21. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE, Khadartsev AA, Sinenko DV. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology. Advances in Gerontology. 2016;6(1):24-8. DOI: 10.1134/S2079057016010033.

22. Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV, Vokhmina JV. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra. Advances in Gerontology. 2016;6(3):191-7. DOI: 10.1134/S2079057016030048.

23. Filatov MA., Piyashenko LK, Kolosova AI, Makeeva SV. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones. Human Ecology. 2019;7:11-6.

24. Gavrilenko TV, Eskov VM, Khadartsev AA, Sokolova AA. New methods for gerontology in the longevty projections of the indigenous population of Ugra. Advances in gerontology. 2014;27(1):30-6.

---

#### Библиографическая ссылка:

Яхно В.Г., Газя Г.В., Башкатова Ю.В., Пашнин А.С. Влияние промышленных электромагнитных полей на работу сердца // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №4. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/1-7.pdf> (дата обращения: 20.08.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-7\*

#### Bibliographic reference:

Yakhno GV, Gazyu GV, Bashkatova YuV, Pashnin AS. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh poley na rabotu serdtsa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-vascular systems]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2021 [cited 2021 Aug 20];4 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/1-7.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-7

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/e2021-4.pdf>