

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/2306-174X-2020-5-15

ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

С.Н. РУСАК¹, О.Е.ФИЛАТОВА¹, К.А. ХАДАРЦЕВА²

¹ФГУ ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской Академии наук, пр-т Нахимовский, 36, Москва, Россия, 117218

²ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», медицинский институт, ул. Болдина, д. 128, г. Тула, 300012, Россия

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются вопросы сравнительной оценки показателей загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с позиции традиционных подходов и методов идентификации показателей квазиаттракторов этих же ЗВ в многомерном пространстве признаков. Представлены как статистические данные, так и расчет параметров по годам в зависимости от сезона года. Это доказывает возможность применения новой теории-хаоса-самоорганизации в экологии человека и демонстрирует эффект Еськова-Зинченко.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнители, эффект Еськова-Зинченко, экология человека.

PARAMETERS OF POLLUTING SUBSTANCES IN ATMOSPHERIC AIR TERRITORY AND THEIR INFLUENCE ON PUBLIC HEALTH

S.N. RUSAK¹, O.E. FILATOVA¹, K.A. KHADARTSEVA²

¹Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Nakhimovsky pr., 36, Moscow, Russia, 117218

Tula State University, Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia

Abstract. In this article, we consider the issues of the comparative assessment of pollution indicators in the air from the standpoint of traditional approaches and methods for identifying indicators of quasi attractors of the same pollutants in a multidimensional space of signs. Both statistical data and the calculation parameters by years are presented, depending on the season of the year. This fact proves the possibility of applying the new theory of chaos-self-organization in human ecology and demonstrates the Eskov-Zinchenko effect.

Key words: atmospheric air, pollutants, the Eskov-Zinchenko effect, human ecology.

Введение. Одной из важных задач современной экологии является оценка качества окружающей среды и количественная оценка критических значений антропогенной нагрузки, выявление необратимых изменений в экологических системах, сопровождающихся нарушением их структурной и функциональной устойчивости [1, 9-16]. В ходе многолетнего экологического мониторинга, проводившегося на территории г. Сургута, накоплен большой практический материал, охватывающий многолетние результаты по

состоянию уровня загрязнения атмосферного воздуха, который представляет собой стохастическое поле событий, динамически изменяющееся во времени, который и представлен в настоящем сообщении. В условиях резко возросшей многокомпонентности загрязнения окружающей среды однозначная диагностика и оценка показателей здоровья населения представляет порой сложную задачу [17-25]. Существующие в настоящее время способы оценки этих факторов весьма разнообразны. Однако, несмотря на

различие в методологических подходах, в научной литературе в настоящее время нет единого и универсального метода оценивания, учитывающего все аспекты воздействия этих факторов [2-8].

Одним из основных традиционных показателей качества атмосферного воздуха, характеризующих воздействие на природную среду, является критический уровень концентраций ЗВ (загрязняющих веществ) в атмосферном воздухе, который не приводит к вредным воздействиям в долговременном плане. Основные критерии опасности загрязнения атмосферного воздуха основаны на санитарно-гигиеническом нормативе – предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных примесей. Однако в НИИ БМК при Сургутском государственном университете ХМАО-Югры накоплены большие данные о кумулятивных эффектах действия ЗВ на параметры здоровья населения. Особенно это актуально в условиях Севера РФ. Нами установлено, что многие жители Югры находятся в предпатологическом состоянии (предболезни), что сильно связано с хаотической динамикой метеофакторов ХМАО и действием загрязняющих веществ [13].

В данной статье мы представляем результаты оценки степени загрязнения атмосферного воздуха г. Сургута за десятилетний период наблюдений (1995 - 2004 гг.) с позиций двух подходов - традиционной санитарно-гигиенической оценки и сравнительной оценки параметров квазиаттракторов этих же ЗВ в 3-мерном фазовом пространстве состояний [20-25].

1. Характеристика основных интоксикантов в Югре. Анализ данных многолетних наблюдений за уровнем содержания вредных примесей в атмосферном воздухе г. Сургута показывает, что наиболее существенный вклад в общий уровень загрязнения атмосферы вносят такие вещества, как оксиды азота, формальдегид, 3,4 бенз[α]пирен и фенол. Среднегодовые концентрации диоксида серы незначительные (0,1- 0,2 ПДКсс),

суммарное содержание соединений металлов в атмосферном воздухе имеют стабильно невысокие значения ($\Sigma=0,8-0,9$ ПДКсс), не превышающие норму на протяжении всего периода наблюдений.

Уровень загрязнения оксидом углерода и взвешенными веществами значительно ниже нормируемых показателей и находится в диапазоне значений 0,5- 0,7 ПДКсс, однако отмечается сезонная зависимость содержания некоторых ЗВ. Так содержание диоксида азота, оксида углерода выше в зимний период, что в первую очередь связано с работой предприятий теплоэнергетики и автотранспорта в зимнем режиме эксплуатации. Уровень содержания взвешенных веществ наоборот несколько выше в летний период, что связано с переносом пыли с открытых грунтов, автодорог и т.п.

Приоритетными соединениями, определяющими в большей степени высокое их содержание в атмосферном воздухе, являются такие загрязнители, как 3,4 бенз[α]пирен, формальдегид, оксиды азота и фенол. По результатам регулярных наблюдений за состоянием загрязнения атмосферного воздуха уровень загрязнения воздуха на территории г. Сургута оценивается как *высокий*.

На рис. 1 представлена многолетняя динамика среднегодовых значений концентраций содержания ЗВ, вносящих основной вклад в общий уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Сургута за 1995-2004 гг., а на рис. 2 показана динамика этих ЗВ по месяцам года. Анализ содержания *диоксида азота* за 1995-2004 гг. позволил установить зависимость его содержания в атмосферном воздухе от среднегодовой температуры атмосферного воздуха и режима работы предприятий теплоэнергетики. Диапазон колебаний среднесуточных концентраций *диоксида азота* в течение 1995-2004 гг. находился в пределах значений 0,7- 1,3 (ПДК сс) с незначительным снижением в теплый период года.

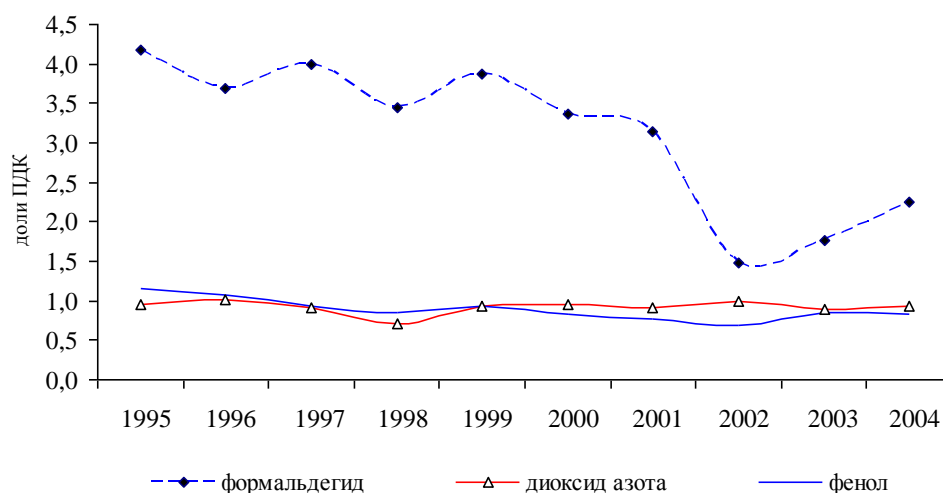


Рис. 1. Динамика значений среднегодовых показателей содержания ЗВ (доли ПДК сс) за 1995-2004 г.г.

Увеличение концентрации до 1,0 - 1,3 ПДК с.с. отмечалось во время отопительного периода. Превышение уровня содержания диоксида азота показателей ПДК сс незначительно и это значение колеблется в пределах нормы (1 ПДК сс). Однако прослеживается

незначительная сезонная динамика фоновое загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азота. Содержание диоксида азота выше в зимний периоды (автотранспорт в зимнем режиме эксплуатации, работа котельных и зимний режим эксплуатации ГРЭС).

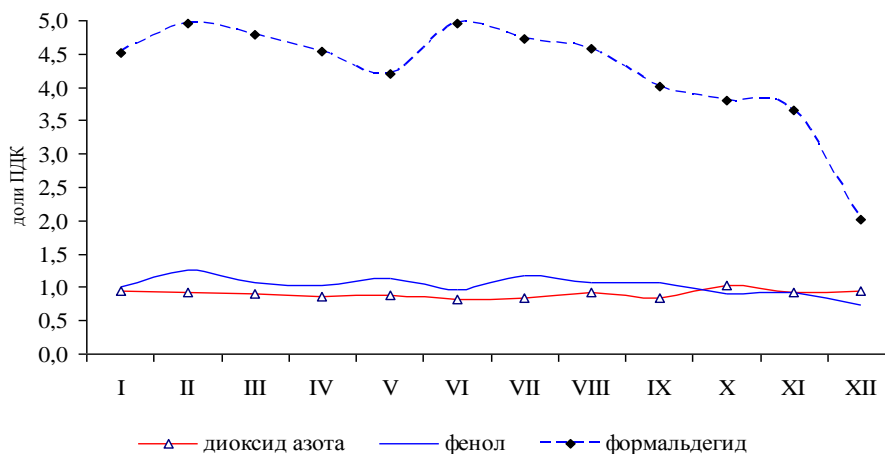


Рис.2. Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха и его распределение в годовом ходе (усреднённые значения за 1995 – 2004 г.г., доли ПДК сс)

Среднегодовая концентрация формальдегида имеет положительную тенденцию к снижению. Анализ содержания формальдегида по годам указывает на его стабильное снижение к 2004 году. Однако уровень содержания формальдегида (суточные концентрации) превышает значение ПДК сс и остается достаточно высоким - в интервале 3-4 ПДК

сс. Прослеживается сезонная динамика фоновое загрязнение атмосферного воздуха формальдегидом. Содержание формальдегида выше в летний период (увеличение количества автотранспорта на автодорогах в весенний и летний периоды года). Отметим, что сходная динамика наблюдалась и следующие 10 лет, т.е. за период 2005-2015 гг.

Среднегодовая концентрация фенола незначительно превышает ПДК сс для данного вещества в течение ряда наблюдаемых лет. Сезонность динамика фонового загрязнения атмосферного воздуха фенолом практически не прослеживается. Среднегодовой уровень его содержания в атмосферном воздухе в течение года имеет незначительную вариацию (колебания от среднегодового уровня до 5-7 %). Прослеживается положительная тенденция снижения уровня содержания фенола в атмосферном воздухе к 2004 г. Это демонстрирует рис. Характерно, что за 2005-2015 гг. эта тенденция усилилась.

2. Использование методов теории хаоса-самоорганизации (ТХС). С позиции метода идентификации параметров квазиаттракторов среды, нами были рассчитаны величины объемов суммарных квазиаттракторов (КА) и значения показателей асимметрии (rX) ЗВ атмосферного воздуха каждого сезона в динамике 1995-2004 г.г.

Результаты количественной оценки с позиции теории хаоса динамики и характера распределений показателей ЗВ за 1995 -2004 г.г. для г. Сургута показали значительную их изменчивость, что проявляется в величинах колебаний расчетных показателей (см. табл. 1).

В таблице 1 представлены значения расчетных характеристик показателей асимметрии (rX) и параметры суммарных объемов (V) КА фазового пространства состояний ЗВ для всех сезонов года, а в таблице 2 приведены значения коэффициентов корреляции показателя асимметрии (rX) с величиной объемов суммарных КА фазового пространства (V) для ЗВ.

На рис. 3 и 4 показана графическая иллюстрация зависимости для данных показателей; сплошной линией показана динамика показателей асимметрии (rX), а пунктирной - объемов суммарных квазиаттракторов фазового пространства (V) для показателей ЗВ.

Таблица 1

Значения показателя асимметрии (rX) и параметры суммарных объемов КА фазового пространства состояний (V) динамики экофакторов (ЗВ) в разные сезоны года в условиях ХМАО-ЮГРЫ в трехмерном фазовом пространстве (N = 3).

Год	Месяц года							
	январь		апрель		июль		октябрь	
	rX	V	rX	V	rX	V	rX	V
1995	0,64	12,08	0,37	8,48	0,47	14,35	0,86	26,50
1996	0,32	3,84	1,33	9,10	1,44	16,21	0,39	7,61
1997	0,86	16,46	1,87	18,78	0,89	5,39	2,54	41,86
1998	0,52	3,61	0,28	5,07	0,09	2,50	0,95	5,78
1999	0,49	4,65	0,26	3,15	0,15	4,40	0,32	15,59
2000	1,00	4,11	0,40	4,00	0,97	5,39	0,50	4,87
2001	0,16	0,62	0,39	3,28	0,73	2,26	0,21	3,44
2002	0,24	4,96	0,10	3,99	0,15	0,76	0,04	0,78
2003	0,15	1,33	0,17	4,91	1,38	7,48	0,28	6,39
2004	0,03	0,89	0,86	26,50	0,16	4,80	0,31	5,57
σ	0,32	5,10	0,58	7,82	0,52	5,09	0,72	12,89
drX	0,20	3,16	0,36	4,85	0,32	3,16	0,45	7,99
$\overline{(rX, V)}$ ±m	0,44 ±0,10	5,26 ±1,61	0,60 ±0,18	8,72 ±2,47	0,64 ±0,16	6,35 ±1,61	0,64 ±0,23	11,84 ±4,08

Анализ зависимости этих признаков - показателя асимметрии (rX) и объемов параметров суммарных размеров КА (V)

для ЗВ проиллюстрировал устойчивые положительные взаимосвязи для всех сезонов года (см. табл.2).

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции (r – Пирсона) показателя асимметрии (rX) с величиной объемов суммарных квазиаттракторов фазового пространства (V) параметров ЗВ для разных месяцев года в период 1995-2004 гг.

Месяц года				
r	январь	апрель	июль	октябрь
	+0,66	+0,66	+0,55	+0,87



Рис. 3. Динамика значений показателей асимметрии (rX) и объемов суммарных квазиаттракторов фазового пространства (V) параметров среды ЗВ для зимнего сезона (январь) за 1995-2004 гг.

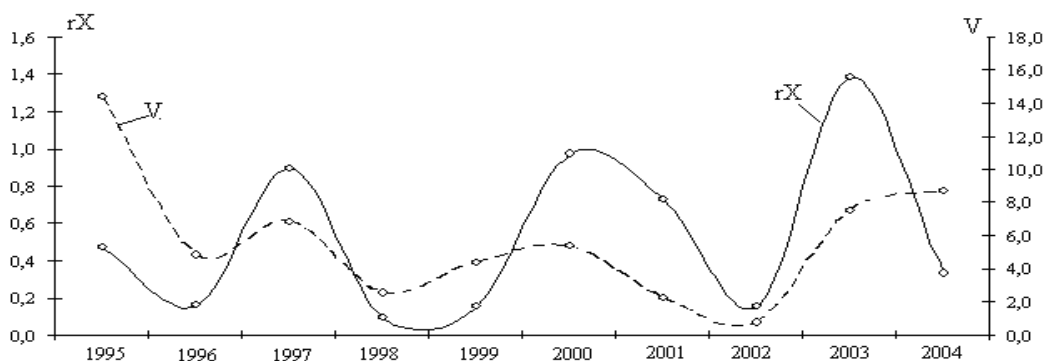


Рис. 4. Динамика значений показателей асимметрии (rX) и объемов суммарных квазиаттракторов фазового пространства (V) параметров среды ЗВ для летнего сезона (июль) за 1995-2004 гг.

Использование варианта расчета методом сравнения двух кластеров данных показателей ЗВ за разные годы путем поэтапного (поочередного) исключения из расчета отдельных компонент вектора состояния экосистемы с одновременным анализом параметров КА и сравнением существенных или несущественных изменений в параметрах квазиаттрактора после такого исключения, позволило выявить те признаки, которые существенно влияют на показатели расчетных параметров квазиаттракторов. Так в таблице 3 мы представляем результаты расчета показателей относительной

асимметрии - варианты сочетаний обработки двух кластеров данных показателей содержания ЗВ в атмосферном воздухе разных сезонов года комбинаций 1995 г. с последующими 1996-2004 гг. В таблице 3 представлено влияние координат x_i - фазового пространства (через посредство Z_i) на величины квазиаттракторов (x_i - компоненты показателей ЗВ разных кластеров; $Z_1=X_1=C_{oa}$ - концентрация оксидов азота, доли ПДК; $Z_2=X_2=C_{ф}$ - концентрация фенола, доли ПДК; $Z_3=X_3=C_{фа}$ - концентрация формальдегида, доли ПДК).

Причем, Z_0, Z_1, Z_2, Z_3 – показатели расстояний между точками центров двух квазиаттракторов (относительная асимметрия) при определении объемов фазового пространства в условиях их последовательного исключения.

Как видно из таблицы 3, исключение из расчета третьего показателя (Z_3) существенно изменяет параметры системы

(Z_3) для зимнего, весеннего и летнего сезонов, первые же два параметра (Z_0, Z_1) практически не изменяют конечных результатов; и, наконец, исключение третьего показателя (Z_3) и второго (Z_2) практически в равной степени изменяет параметры системы (Z_2, Z_3) для осеннего сезона.

Таблица 3

Показатели расстояний межкластерных центров (Z_0) основных квазиаттракторов экопараметров среды при различных сценариях 1995 г. для разных сезонов года в динамике за период 1995-2004 г.г. Здесь Z_0 – расстояние между двумя кластерами значений; $Z_1=C$ (концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе, доли ПДК сс); $Z_2= C$ (концентрация фенола в атмосферном воздухе, доли ПДК сс); $Z_3= C$ (концентрация формальдегида в атмосферном воздухе, доли ПДК сс)

Годы	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3
1995	январь				апрель			
1996	0,31	0,25	0,27	0,23	1,35	1,35	1,28	0,45
1997	0,79	0,79	0,79	0,07	0,51	0,50	0,51	0,16
1998	1,19	1,14	1,08	0,62	0,90	0,84	0,89	0,33
1999	0,96	0,96	0,96	0,11	1,16	1,15	1,15	0,22
2000	1,24	1,21	1,13	0,59	0,85	0,85	0,83	0,21
2001	3,25	3,25	3,18	0,72	1,12	1,12	1,11	0,15
2002	0,35	0,20	0,34	0,30	2,49	2,48	2,25	1,09
2003	2,70	2,70	2,67	0,40	2,20	2,20	2,20	0,05
2004	2,76	2,76	2,73	0,38	1,38	1,38	1,36	0,26

Годы	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3
1995	июль				октябрь			
1996	0,76	0,76	0,74	0,19	0,52	0,47	0,35	0,45
1997	0,79	0,79	0,79	0,07	0,77	0,74	0,40	0,69
1998	1,19	1,14	1,08	0,62	0,66	0,54	0,42	0,63
1999	0,96	0,96	0,96	0,11	2,72	2,72	0,35	2,71
2000	1,24	1,21	1,13	0,59	0,80	0,80	0,59	0,54
2001	3,25	3,25	3,18	0,72	1,10	1,10	0,94	0,58
2002	0,35	0,20	0,34	0,30	3,05	3,05	2,97	0,69
2003	2,70	2,70	2,67	0,40	1,15	1,14	1,04	0,50
2004	2,76	2,76	2,73	0,38	1,39	1,38	1,29	0,55

Заключение

Анализ полученных результатов выявил существенную значимость третьего признака – концентрации формальдегида (Сфа) при определении параметров квазиаттракторов среды практически для всех сезонов года. В результате такого подхода при различных сочетаниях обработки кластеров данных параметров ЗВ нами были получены расчетные характеристики показателей относительной асимметрии при различных вариантах сравнения двух кластеров данных в динамике 1995-2004 г.г. для разных сезонов года.

Литература

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Попов Ю.М., Филатов М.А. Детерминистически-стохастический подход и третья парадигма естествознания в биомедицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 46-57.
5. Зилов В.Г., Киричук В.Ф., Фудин Н.А. Экспериментальное обоснование иерархической организации хаоса в нервно-мышечной физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 133-136.
6. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Стохастика и хаос в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 101-106.
7. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Квантово-механический подход в изучении сознания // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 111-117.
8. Ивахно В., Гумарова О.А., Лупынина Е.Ю., Воробей О.А., Афаневич И.А. Оценка параметров треморограмм с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 117-121.
9. Мирошниченко И.В., Григоренко В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С. Инварианты параметров систем третьего типа // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 58-66.
10. Попов Ю.М., Сазонова Н.В., Полухин В.В., Ивахно Н.В., Мельникова Е.Г. Статистическая неустойчивость параметров симпатической вегетативной нервной системы аборигенов Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 4. – С. 141-145.
11. 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.
12. 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.
13. Филатова О.Е., Филатова Д.Ю., Берестин Д.К., Живаева Н.В. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Состояние психофизиологических параметров человека на Севере РФ. Часть XIII /

- Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 326 с.
14. Филатова О.Е., Еськов В.В., Григорьева С.В., Хакимова В.В., Гумарова О.А. Биомеханика и биофизика сложных систем с позиций квантовой механики // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 4. – С. 146-151.
 15. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Афаневич К.А., Головачева Е.А., Фадюшина С.И. Сравнительная характеристика нейровегетативного статуса аборигенов - жителей Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 125-127.
 16. Хадарцев А.А., Зинченко Ю.П., Галкин В.А., Шакирова Л.С. Эргодичность систем третьего типа // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 67-75.
 17. Шакирова Л.С., Муравьева А.Н., Салимова Ю.В., Веденеев В.В. Вариабельность сердечного ритма больных в разные сезоны года // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С. 26-37.
 18. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
 19. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
 20. 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. – Pp. 11-16.
 21. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel // Human ecology. – 2020. – Vol. 1. – Pp. 6-10.
 22. Filatova O.E., Gudkov A.B., Eskov V.V., Chempalova L.S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Human ecology. – 2020. – Vol. 2. – Pp. 40-44.
 23. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165(4). – Pp. 415-418.
 24. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 167(4). – Pp. 419-423.
 25. Zilov, V.G., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Ilyashenko L.K., and Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9.

References

1. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka [Chaos of human cardiovascular system homeostasis parameters] / Samara: Izd-vo OOO «Porto-Print», 2018. – 312 s.
2. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticeskikh sistem [Complexity: chaos of homeostatic systems] / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.
3. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticeskikh sistem [The end of certainty: the chaos of homeostatic systems] / Pod red. Khadartseva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
4. Es'kov V.M., Khadartsev A.A., Popov Yu.M., Filatov M.A. Deterministski-stokhasticheski podkhod i tret'ya paradigma estestvoznaniya v biomeditsine [Deterministic-stochastic approach and the third paradigm of natural science in

- biomedicine] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – S. 46-57.
5. Zilov V.G., Kirichuk V.F., Fudin N.A. Eksperimental'noe obosnovanie ierarkhicheskoi organizatsii khaosa v nervno-myshechnoi fiziologii [Experimental substantiation of the hierarchical organization of chaos in neuromuscular physiology] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 1. – S. 133-136.
 6. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Stokhastika i khaos v organizatsii dvizhenii [Stochastics and chaos in the organization of movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 2. – S. 101-106.
 7. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Kvantovomekhanicheskii podkhod v izuchenii soznaniya [Quantum-mechanical approach to the study of consciousness] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 2. – S. 111-117.
 8. Ivakhno N.V., Gumarova O.A., Lupynina E.Yu., Vorobei O.A., Afanovich I.A. Otsenka parametrov tremorogramm s pozitsii teorii khaosa-samoorganizatsii [Evaluation of tremorogram parameters from the standpoint of the theory of chaos-self-organization] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 3. – S. 117-121.
 9. Miroshnichenko I.V., Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S. Invarianty parametrov sistem tret'ego tipa [Invariants of the parameters of systems of the third type] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – S. 58-66.
 10. Popov Yu.M., Sazonova N.V., Polukhin V.V., Ivakhno N.V., Mel'nikova E.G. Statisticheskaya neustoichivost' parametrov simpaticheskoi vegetativnoi nervnoi sistemy aborigenov severa RF [Statistical instability of the parameters of the sympathetic autonomic nervous system of the natives of the north of the Russian Federation] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 4. – S. 141-145.
 11. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.Sh., Vorob'eva L.A. Khaos parametrov gomeostaza funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos of parameters of homeostasis of functional systems of the human body] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2018. – T. 25, No. 1. – S. 143-153.
 12. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archive of clinical and experimental medicine]. – 2019. – T. 28, No. 1. – S. 21-27.
 13. Filatova O.E., Filatova D.Yu., Berestin D.K., Zhivaeva N.V. Sistemnyi analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Sostoyanie psikhofiziologicheskikh parametrov cheloveka na Severe RF. Chast' XIII [System analysis, management and information processing in biology and medicine. The state of psychophysiological parameters of a person in the North of the Russian Federation. Part XIII]. Tula: Izd-vo TulGU, 2016. – 326 s.
 14. Filatova O.E., Es'kov V.V., Grigor'eva S.V., Khakimova V.V., Gumarova O.A. Biomekhanika i biofizika slozhnykh sistem s pozitsii kvantovoi mekhaniki [Biomechanics and biophysics of complex systems from the standpoint of quantum mechanics] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 4. – S. 146-151.
 15. Filatova O.E., Mel'nikova E.G., Afanovich K.A., Golovacheva E.A., Fadyushina S.I. Sravnitel'naya kharakteristika neirovegetativnogo statusa aborigenov - zhitelei Yugry [Comparative

- characteristics of the neurovegetative status of Aboriginal people - residents of Ugra] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – Т. 27, No. 1. – S. 125-127.
16. Khadartsev A.A., Zinchenko Yu.P., Galkin V.A., Shakirova L.S. Ergodichnost' sistem tret'ego tipa [Ergodicity of systems of the third type] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – S. 67-75.
 17. Shakirova L.S., Murav'eva A.N., Salimova Yu.V., Vedeneev V.V. Variabel'nost' serdechnogo ritma bol'nykh v raznye sezony goda [The heart rate variability of patients in different seasons of the year] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No. 1. – S. 26-37.
 18. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
 19. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
 20. 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 [In Russian]. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16.
 21. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel // Human ecology [In Russian]. – 2020. – Vol. 1. – Pp. 6-10.
 22. Filatova O.E., Gudkov A.B., Eskov V.V., Chempalova L.S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Human ecology [In Russian]. – 2020. – Vol. 2. – Pp. 40-44.
 23. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165(4). – Pp. 415-418.
 24. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. M., Ilyashenko L. K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 167(4). – Pp. 419-423.
 25. Zilov, V.G., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Ilyashenko L.K., and Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9.