

УДК 658.347

СТОХАСТИЧЕСКИЕ И ХАОТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ МЕТЕО-ФАКТОРОВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ХМАО-ЮГРЫ**В.И. АДАЙКИН, К.Н. БЕРЕСТИН, А.А. ГЛУЩУК, В.В. ЛАЗАРЕВ, В.В. ПОЛУХИН,
С.Н. РУСАК, О.Е. ФИЛАТОВА***

В представленной работе рассматриваются вопросы метеозависимости населения на примере п.г. Федоровский в оценке влияния метеофакторов на заболеваемость населения. С позиций теории хаоса, стохастических законов с использованием авторской программы рассматривается ряд медицинских примеров.

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра часто определяют как природную экстремальную зону, предъявляющую повышенные требования к приспособительным возможностям организма и вызывающую существенные изменения в работе всех его систем [4,7]. Суровость климата характеризуется длительной и жесткой зимой с очень низкими температурами; коротким и холодным летом с высокой влажностью воздуха; резкими перепадами атмосферного давления, температуры и влажности воздуха; сильными и частыми ветрами; магнитными возмущениями; бедностью флоры и фауны, особенностями питания, связанными с возможностями развития гиповитаминозов и т.д. [1, 6]. Здоровье людей, приехавших на север, очень часто отличается от нормы. Характерно особенное течение сердечно-сосудистых заболеваний, что связано с перестройкой и истощением регуляторных механизмов и функциональных систем (нарушением равновесия в вегетативной нервной системе в сторону ее парасимпатического отдела). В условиях севера человек вынужден, прежде всего, адаптироваться к холоду. В холодный период года организм жителей севера находится в состоянии напряжения, что связано с необходимостью поддерживать температурный гомеостаз на должном уровне. Состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) жителей севера в холодный период года характеризуется склонностью к усилению тонического напряжения периферических сосудов, повышением артериального давления и общего периферического сопротивления сосудов. Сдвиги в деятельности ССС могут проявляться и развитием артериальной гипертензии. В целом, воздействие погоды на организм человека ведется через формирование приспособительных реакций на уровне ЦНС и ВНС, через закрепление условно рефлекторного влияния [2, 5]. Отмечена корреляционная связь между изменениями температуры воздуха, относительной влажностью воздуха, атмосферного давления, магнитного поля Земли и психофизиологическими показателями – повышением максимального и пульсового давления, частотой сердечных сокращений, состоянием тревожности [6].

Среди климатических факторов одно из первых мест по степени воздействия на организм человека, прежде всего, сердечно-сосудистую систему (ССС), занимают непериодические, резкие сезонные, внутри и межсуточные перепады атмосферного давления и температуры воздуха. Установлено, что люди реагируют на изменение погоды не только в этот день, но и за 1 – 2 дня до и после перемены погоды. Хотя метеотропные факторы, стимулирующие ухудшение физиологического состояния людей, еще не изучены до конца, все же можно говорить о том, что действие погоды имеет сигнальный, а не прямой характер [7, 9]. Причем, необходимо учитывать влияние климатических факторов не по отдельности, а в их взаимодействии. По климатическим характеристикам ХМАО-Югра может быть отнесена к резко континентальному климату с суровой продолжительной зимой (около 9 месяцев) и сравнительно теплым, коротким и стремительным летом. Средняя температура января от -18°C до -23°C , июля $+16^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$. В данном регионе наибольшие значения давления отмечаются зимой, а наименьшие осенью и в конце лета. Ре-

* Сургутский государственный университет, 628400, г. Сургут, Энергетиков 14, СурГУ, (3462)524822, e-mail: evm@bf.surgu.ru

акции, возникающие под влиянием погодных факторов, в процессе становления метеопатологии называются «метеотропными», т.е. реакциями организма приспособительного характера, которые возникают при воздействии погодных условий. В свою очередь, способность факторов влиять на развитие патологических метеотропных реакций определяется как метеочувствительность или метеолабильность. В современной трактовке естествознания оценке метеорологических факторов с точки зрения их биологического действия на организм человека и на ряд связанных с ними процессов уделяется большое и пристальное внимание. Однако остаются дискуссионными вопросы, которые связаны с методологией выполнения оценки изменения параметров. В частности, продолжаются дискуссии по методам оценки параметров экосреды с позиций теории хаоса с одной стороны и традиционных подходов в рамках теории вероятности и математической статистики.

Динамика естественных явлений часто носит флуктуационный характер и единственной моделью их до недавнего времени считали случайные, вероятностные процессы. Предполагалось, что исследуемый процесс есть решение системы стохастических уравнений, которые содержат источник случайности, так называемый белый шум. И решения эти, как результат фильтрации этого шума, тем более хаотичны и непредсказуемы, чем выше его дисперсия. Однако уже давно наблюдались эффекты возникновения причудливых, неповторяющихся колебаний в автономных системах, не имеющих внешних возбудителей (например, в некоторых электронных приборах с обратными связями, в нелинейных оптических и механических системах). Действительно, известно, что поведение природных хаотических систем протекает в рамках аттракторов состояний. Именно в таких аттракторах находятся показатели метеофакторов - температуры (Т), давления атмосферного воздуха (Р), и влажности (R) что весьма убедительно иллюстрируется в ряде наших примеров [3,8].

Таким образом, организм северян функционирует под воздействием довольно жестких климатических факторов, оказывающих влияние на состояние здоровья в силу того, что часть резервов кардио-респираторной системы задействованы в процессах адаптации и направлены на формирование приспособительных реакций гомеостаза. Работа ряда систем организма в таких условиях не может не приводить к более частому возникновению предпатологических и патологических сдвигов, особенно в тех системах и органах, в которых наиболее полно задействованы резервы и выражены адаптивные перестройки.

Объект и методы исследования. Объектом изучения являлся п.г. Федоровский Сургутского района ХМАО с населением 18400 человек в аспекте исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы (анализ количества обращений за скорой медицинской помощью жителей по поводу артериальной гипертензии) на фоне динамики погодных условий в период 2005- 2004 гг. Методы исследования основывались как на использовании ЭВМ и применении запатентованных авторских программ, разработанных в лаборатории биокibernетики и биофизики сложных систем при Сургутском государственном университете, так и традиционных подходов и методологий математической статистики. В рамках теории хаоса и синергетики был выполнен анализ динамики поведения вектора состояния организма ВСОЧ (частота случаев обращения по поводу артериальной гипертензии) человека для m -мерного фазового пространства состояний. Для выявления оценки различий динамики поведения вектора состояния экосреды и обращаемости населения в 3-мерном фазовом пространстве состояний нами была выполнена обработка данных с использованием разработанного алгоритма - «Программы идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве».

В качестве системы рассматривалась модель 3-мерного фазового пространства, параллелепипед, внутри которого находится аттрактор поведения параметров метеосреды и показатель частоты случаев обращения населения п.г. Федоровский по поводу артериальной гипертензии. Далее, в рамках традиционных подходов и методов математической статистики был проведен анализ динамики погодных условий на примере п.г. Федоровский в период 2004 – 2005 гг. с расчетом индексов изменчивости погоды

(ИИП) по данным температуры атмосферного воздуха ($K_{(t)}$) или атмосферного давления ($K_{(p)}$) для каждого месяца, а также корреляционный анализ между показателями индексов изменчивости температуры воздуха ($K_{(t)}$), атмосферного давления ($K_{(p)}$) и количеством обращений в скорую медицинскую помощь $N(a.g.)$ по поводу артериальной гипертензии с помощью программ DOV_INT.BAS и NCORREL.BAS.

Результаты исследований. За период 2004-2005 гг год зарегистрировано 1254 случая обращений жителей за скорой медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии; рассчитаны индексы изменчивости погодных условий (по температуре ($K_{(t)}$) и атмосферному давлению ($K_{(p)}$)); определены устойчивые корреляционные зависимости частоты обращений жителей по поводу артериальной гипертензии ($N(a.g.)$) с метеопараметрами среды. Наибольшее количество обращений жителей г.п. Федоровский за медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии наблюдалось в зимние и осенние месяцы года, что соответствует высоким значениям рассчитанных индексов ИИП. Для сравнения, в табл. 1 мы приводим значения индексов изменчивости погоды по температуре ($K_{(t)}$) и атмосферному давлению ($K_{(p)}$) на фоне обращений жителей по поводу артериальной гипертензии за период 2004-2005гг., а в таблице 2 - установленные коэффициенты корреляции частоты обращения в зависимости от рассчитанных индексов изменчивости погодных условий ($K_{(t)}$, $K_{(p)}$). Большие значения индексов $K_{(t)}$ и $K_{(p)}$ отражают неблагоприятные для человека погодные условия и указывают на высокую вероятность ухудшения его самочувствия, а полученные значения коэффициентов корреляции $r_{(K(p),N(a.g.))}$ и $r_{(K(t),N(a.g.))}$ отражают устойчивую, высокую зависимость с погодными факторами.

Таблица 1

Значение индексов изменчивости погоды по температуре ($K_{(t)}$), атмосферному давлению ($K_{(p)}$) и количество обращений жителей г.п. Федоровский за неотложной медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии ($N(a.g.)$) за 2004, 2005 гг.

Месяц	2004			2005		
	$K_{(t)}$	$K_{(p)}$	$N(a.g.)$	$K_{(t)}$	$K_{(p)}$	$N(a.g.)$
Январь	59	45	88	71	77	80
Февраль	62	69	79	36	68	83
Март	77	52	78	42	39	79
Апрель	23	43	67	57	27	76
Май	52	32	68	48	42	49
Июнь	47	20	52	20	43	54
Июль	6	16	27	26	23	53
Август	3	29	49	16	45	56
Сентябрь	17	47	55	23	43	65
Октябрь	39	45	44	29	45	53
Ноябрь	33	47	74	23	50	59
Декабрь	32	45	69	48	39	67

Здесь: $N(a.g.)$ - количество обращений жителей за медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии; $K_{(t)}$ - индекс изменчивости погодных условий по температуре; $K_{(p)}$ - индекс изменчивости погодных условий по атмосферному давлению.

Полученные результаты иллюстрируют тот факт, что в определении влияния экологического, в данном случае абиотического фактора (температура атмосферного воздуха и атмосферное давление) на организм человека необходимо определять не только его величину (абсолютное значение), но и режим, в котором он воздействует на организм (особенно параметры изменчивости).

Метод обработки данных (частота обращений жителей за медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии на фоне влияния метеопараметров среды) с использованием авторской программы «Идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» позволил увидеть траекторию вектора состояния исследуемой системы, визуализацию скорости изменения и амплитуды параметра, оценить меру стохастической и хаотической динамики метеотропных реакций человека на фоне влияния погодных факторов, а также определить размеры аттракторов состояний путем анализа параметров трехмерного параллелепипеда - его объема V , геометрического центра g_x и хаотического центра (координаты x_c) всех его переменных (N , T , P) в 3-мерном фазовом пространстве состояний. В качестве примера на рис. 1-2 мы приводим некоторые фазовые портреты движения вектора состояний биологической системы (оценивается обращение населения) в 3-мерном фазовом пространстве состояний в соответствующих координатах переменных для сезонов года с наибольшей (рис.1) и наименьшей частотой случаев обращения жителей (рис.2).

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции частоты обращений жителей ($N(a.g.)$) г.п. Федоровский за неотложной медицинской помощью с индексом изменчивости погодных условий по температуре ($r(K(t))$) и атмосферному давлению ($r(K(P))$) в период 2004-2005 гг.

2004 г.			2005 г.		
$N(a.g.)$	$r(K(t), N(a.g.))$	$r(K(P), N(a.g.))$	$N(a.g.)$	$r(K(t), N(a.g.))$	$r(K(P), N(a.g.))$
750	0,6	0,7	774	0,5	0,6

Здесь: $N(a.g.)$ - количество обращений жителей за медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии; $r(K(t), N(a.g.))$ - коэффициент корреляции частоты обращений с индексом изменчивости погодных условий по температуре; $r(K(P), N(a.g.))$ - коэффициент корреляции частоты обращений с индексом изменчивости погодных условий по атмосферному давлению

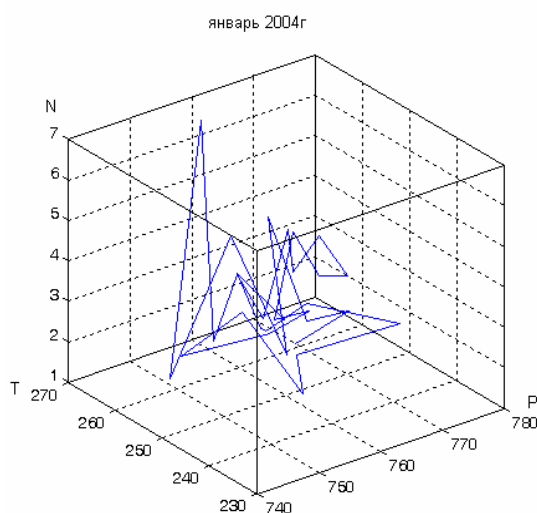


Рис.1. Суммарный аттрактор фазового пространства состояний, иллюстрирующий траекторию вектора обращаемости жителей г.п. Федоровский (N) по поводу артериальной гипертензии в сочетании с метеопараметрами окружающей среды ($T^{\circ}K$ - температура, P - атмосферное давление) для января 2004 г.

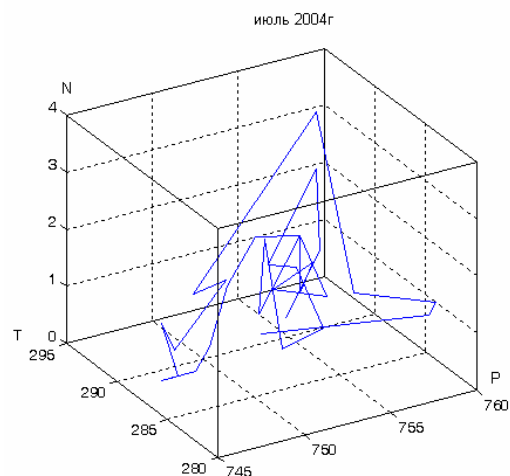


Рис.2. Суммарный аттрактор фазового пространства состояний, иллюстрирующий траекторию вектора обращаемости жителей г.п. Федоровский (N) по поводу артериальной гипертензии в сочетании с метеопараметрами окружающей среды ($T^{\circ}K$ - температура, P - атмосферное давление) для июля 2004 г.

На рис.3-5 мы представляем гистограммы распределения значений переменных, а также коэффициент асимметрии выбранных фазовых параметров

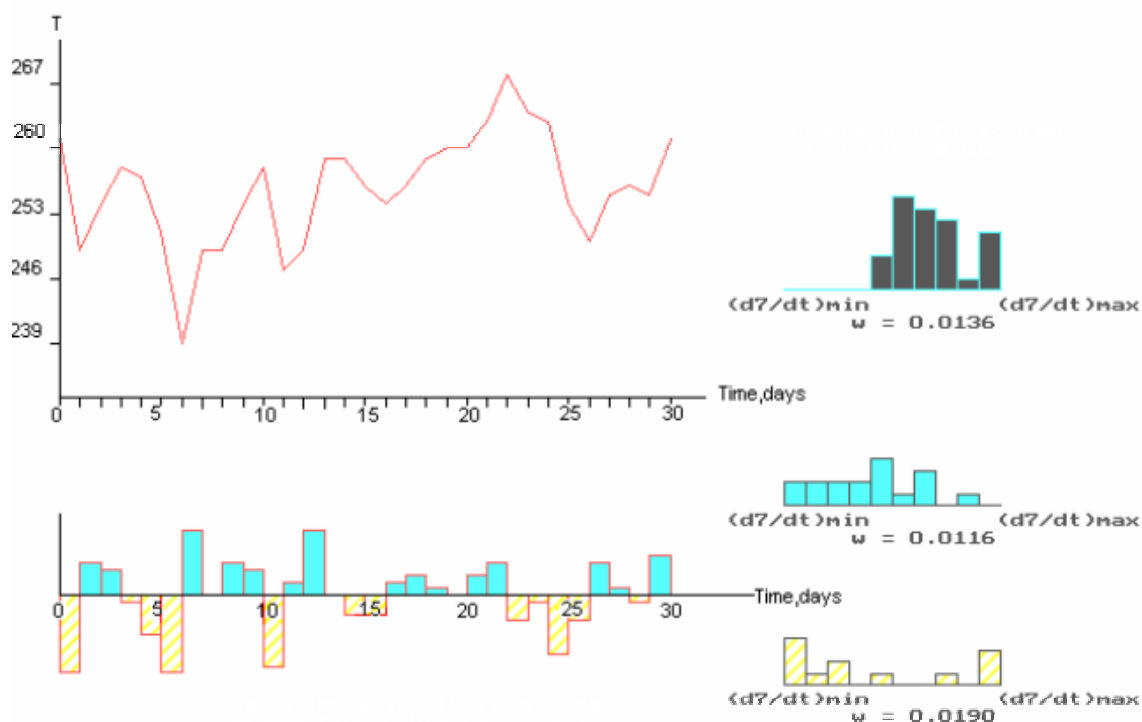


Рис.3. Иллюстрация суточных перепадов одной фазовой переменной ($T^{\circ}K$ - температура) по выборке месячной усредненной регистрации за январь 2004 г.

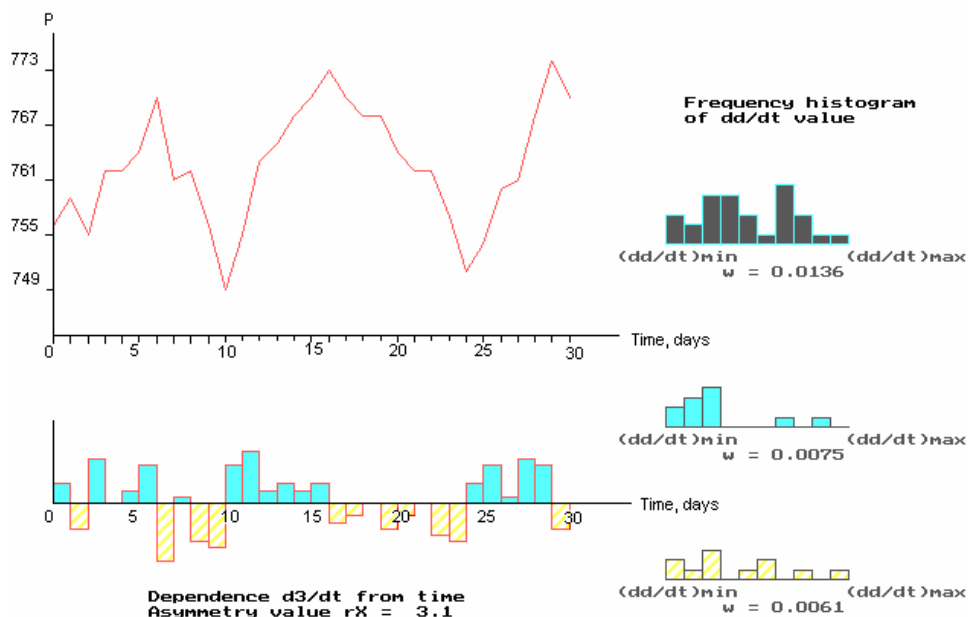


Рис.4. Иллюстрация суточных перепадов одной фазовой переменной (P - атмосферное давление) по выборке месячной усредненной регистрации за январь 2004г.

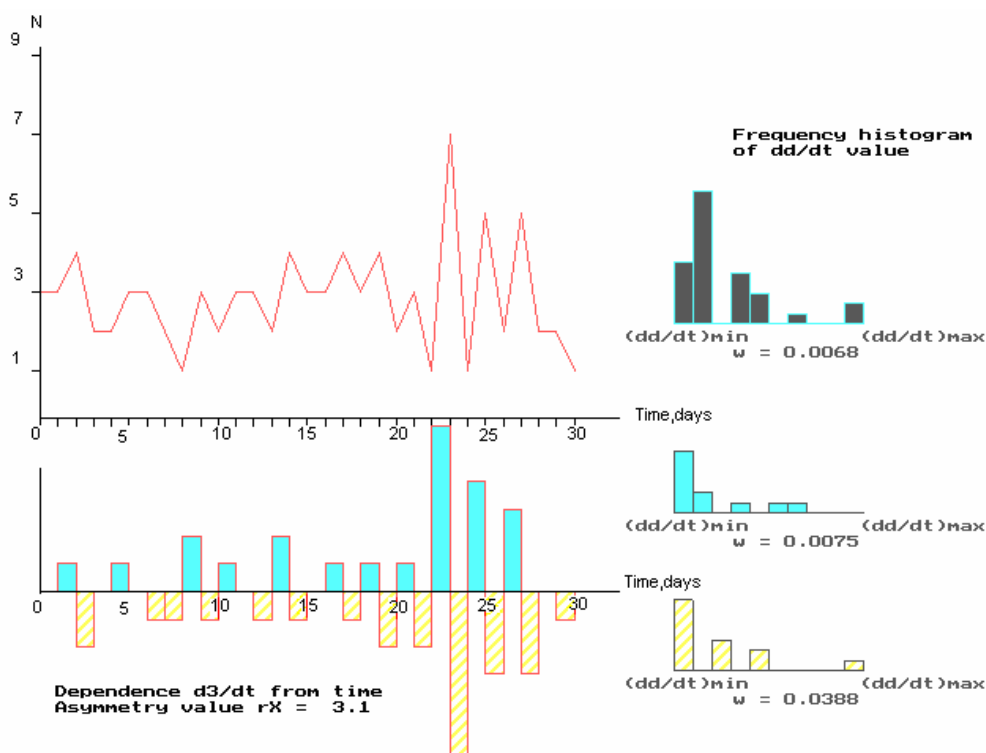


Рис.5. Иллюстрация суточных перепадов одной фазовой переменной (N- обращаемости жителей по поводу артериальной гипертензии) по выборке месячной усредненной регистрации за январь 2004 г.

Далее, в табл. 3,4 приведены результаты количественной обработки параметров аттракторов состояния системы и ряд значений, характеризующих хаотическую динамику поведения каждого из этих параметров для 2004 и 2005 гг.

Таблица 3

Параметры хаотических аттракторов и сравнение стохастических и хаотических распределений динамики метеопараметров и частоты обращаемости населения для разных месяцев 2004 г. в трехмерном фазовом пространстве ($m = 3$)

Январь 2004		Март 2004г		Июль 2004г		Октябрь 2004г	
K	31	K	31	K	31	K	31
Interval X1	29	Interval X1	39	12	12	Interval X1	26
Interval X2	25	Interval X2	33	14	14	Interval X2	33
Interval X3	6	Interval X3	7	4	4	Interval X3	4
rX	3,12	rX	6,96	rX	2,18	rX	3,78
rX1	0,0701	rX1	0.1752	rX1	0.1129	rX1	0.1167
rX2	0,0507	rX2	0.0242	rX2	0.0899	rX2	0.0657
rX3	0,1944	rX3	0.1476	rX3	0.2903	rX3	0.1500
General value (V)	4350	General value (V)	9090	General value (V)	672	General value (V)	3432
θ	0,0109	θ	0,0119	θ	0,147	θ	0,0184
Z	0,077	Z	0,237	Z	0,277	Z	0,137

Таблица 4

Параметры хаотических аттракторов и сравнение стохастических и хаотических распределений динамики метеопараметров и частоты обращаемости населения для разных месяцев 2005 г. в трехмерном фазовом пространстве ($m = 3$).

Январь 2005		Март 2005г		Июль 2005г		Октябрь 2005г	
K	31	K	31	K	31	K	31
Interval X1	26	Interval X1	17	Interval X1	13	Interval X1	15
Interval X2	44	Interval X2	27	Interval X2	17	Interval X2	22
Interval X3	6	Interval X3	5	Interval X3	5	Interval X3	5
rX	3,63	rX	3,56	rX	1,92	rX	1,63
rX1	0.0509	rX1	0,0313	rX1	0,1352	rX1	0,0484
rX2	0.0762	rX2	0,0544	rX2	0,0104	rX2	0,0557
rX3	0.0699	rX3	0,0097	rX3	0,1516	rX3	0,1581
General value (V)	6864	General value (V)	4295	General value (V)	1105	General value (V)	1650
θ	0,0112	θ	0,0133	θ	0,0146	θ	0,010
Z	0,165	Z	0,239	Z	0,19	Z	0,136

В табл. 3 представлены переменные и параметры аттрактора вектора состояний: K - число выполненных измерений; rX – показатель асимметрии, т.е. расстояние между точкой стохастического и хаотического центра по каждой грани m-мерного параллелепипеда; V - объем фазового пространства (параллелепипеда); Interval X1, Interval X2, Interval X3 - количество интервалов разбиения для X1, X2, X3; X1 – температура (Т, К°); X2 - атмосферное давление (Р мм рт ст); X3 - частота обращаемости населения по поводу артериальной гипертензии (На.г.); Zs - общая погрешность; θ - абсолютная характеристика отличий фактического распределения от гипотетического.

Следует отметить, объемы фазового 3-мерного пространства для данной системы имеют достаточно высокие значения для месяцев с наибольшей обращаемостью населения по поводу артериальной гипертензии в течение 2004-2005гг для января (General value $V=4350\div6864$) и марта (General value $V=4295\div9090$), эти же показатели объемов параллелепипедов для осенне-летнего сезонов имеют более низкие значения - для июля (General value $V=672\div1105$) и октября (General value $V=1650\div3432$), что согласуется с более низкими показателями обращаемости населения в данное время года. Кроме того, общий показатель асимметричности (rX), количественно характеризующий меру разброса значений фактического распределения рассматриваемых величин от статистических, также имеет различия в зимне-весенние и осенне-летние месяцы. Так в январе данный показатель колеблется в пределах: $rX=3,12\div3,63$; в марте $rX=3,56\div6,96$; в октябре $rX=1,63\div3,78$; а в июле этот показатель имеет диапазон значений $rX=1,92\div2,18$, что также согласуется с высокой частотой обращения населения по поводу артериальной гипертензии в зимне-весенние месяцы и сравнительно низкой частотой обращения в осенне-летние периоды.

Выводы. Анализ обработки данных аттракторов рассматриваемой системы убедительно демонстрирует наличие разброса значений в размерах объема фазового пространства состояний, динамика характеризуется значительной хаотичностью, что проявляется увеличением показателя объемов параллелепипеда, внешний вид гистограмм больше подходит к хаотическому виду, чем стохастическому. Таким образом, использованный подход в оценке метеотропных реакций человека путем измерения фазового пространства и его параметров дает средство для изучения поведения и режима хаотических систем, так как он позволяет представить их поведение в геометрической форме, а динамика экофакторов урбанизированных экосистем Севера (Р, Т) относится к хаотической зависимости.

Литература

1. *Авцын А.П. и др.* Патология человека на Севере. – М.: Медицина, 1985.
2. *Агаджанян Н.А., Ермакова Н.В.* Экологический портрет человека на Севере. – М.: "КРУК", 1997. – 208 с.
3. *Адайкин В.И. и др.* // ВНМТ. – 2006. – Т. XIII, №2. – С.39–41.
4. *Еськов В.М., Филатова О.Е., Карпин В.А. и др.* Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. / Часть II. Безопасность жизнедеятельности человека на севере РФ. – Самара: Офорт, 2004. (гриф РАН). – 172 с.
5. *Еськов В.М.* Компартментно-кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС). Монография. – Часть I. Межклеточные взаимодействия в нейрогенераторных и биомеханических кластерах. – Самара: Изд-во «НТЦ», 2003. – 198 с.
6. *Экологические проблемы и здоровье населения города Сургута* // Материалы научной конференции «Медико-биологические проблемы здоровья человека на Севере». Сургут. «Дефис». 2002г. 141с.
7. *В.П. Зуевский и др.* Окружающая среда и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа. // Сургут. Издательство СурГУ, 2001. – 70 с.
8. *Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине.* Ч. VI. Системный анализ и управление гомеостазом организма в норме и при патологии в аспекте компартментно-кластерного подхода. / Под редакцией Хадарцева А.А., Еськова В.М. – Самара: Офорт (гриф РАН), 2005. – 196 с.
9. *В.И. Хаснулин и др.* – Новосибирск: Бюллетень СО РАМН №3 (117), 2005г. Подходы к районированию территории России по условиям дискомфортности окружающей среды для жизнедеятельности населения.

**THE STOCHASTIC AND CHAOTIC APPROACHES IN AN ESTIMATION OF INFLUENCE
METEOFATORS ON DISEASES OF THE POPULATION ON AN EXAMPLE UGRA**

**V.I. ADAIKIN, K.N. BERESTIN, A.A. GLUSHUK, V.V. LAZAREV, V.V. POLUCHIN,
S.N. RUSAK, O.E. FILATOVA**

Summary

In the present work the questions of meteodependence of the population on an example c.s. Fedorovski on a background of weather conditions external environments was presented. The theory of chaos and stochastic laws with use of the author's programs was usefulness according to some medical examples.

Key words: meteotropic reactions, biological systems, meteofactors, chaotic attractors.