

ХАОТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОГОДНОЙ ДИНАМИКИ НА ПРИМЕРЕ ХМАО – ЮГРЫ

ПОПОВ Ю. М.¹, РУСАК С. Н.², БИКМУХАМЕТОВА Л. М.², ФИЛАТОВА О. Е.²

¹Самарский государственный социально-педагогический университет, ул. М. Горького, 65/67, г. Самара, Россия, 443099

²БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия

Представлена оценка погодной динамики с позиций традиционной математической статистики и фазового пространства состояний в рамках теории хаоса и самоорганизации; ее взаимосвязь с показателями экстренной госпитализации населения по заболеваниям системы кровообращения на примере города Сургута. Показано, что наибольшее количество госпитализаций по заболеваниям, характеризующихся чувствительностью к погодно-климатическим факторам, зарегистрировано у мужчин и женщин трудоспособного возраста старшей возрастной группы при изменениях температуры воздуха, давления и влажности.

Ключевые слова: метеочувствительные заболевания, метеофакторы, квазиаттракторы.

CHAOTIC METHODS OF EVALUATION OF WEATHER DYNAMICS BY THE EXAMPLE OF KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS DISTRICT – YUGRA

POPOV Yu. M.¹, RUSAK S. N.², BIKMUKHAMETOVA L.M.², FILATOVA O. E.²

¹Samara state social and pedagogical University

²Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, 628400, Russia

The article presents an assessment of weather dynamics from the point of view of traditional mathematical statistics and phase space of states in the framework of chaos and self-organization theory; it is also described the interrelation between the weather dynamics and number of emergency hospitalization of the population by diseases of the circulatory system on the example of Surgut. It is shown that the largest number of hospitalizations by diseases characterized by sensitivity to climatic factors was registered among the men and women of working age older age groups after the changes in air temperature, pressure and humidity.

Keywords: meteo-sensitive diseases, meteofactors, quasiattractors.

Введение. Организм человека, как открытая диссипативная система, постоянно испытывает на себе множественное влияние различных факторов, важнейшими из которых являются метеорологические. Для обозначения реакций, возникающих под влиянием погодных факторов, в научной литературе принят термин «метеотропная реакция», как наиболее полный и конкретный [14, 16-18]. Метеотропными реакциями называются все виды реакций организма человека на действие погодных факторов. Патологические же метеотропные реакции связаны с нарушением гомеостаза и срывом адаптационных механизмов. В свою очередь, способность организма отвечать на действие погодных факто-

ров развитием патологических метеотропных реакций определяется как метеочувствительность [14]. Проблема метеочувствительности является относительно новой и в то же время, она восходит к временам Гиппократов «...Организмы людей ведут себя различно в отношении времени года: одни больше расположены к лету, другие – к зиме...» [14]. Особенностью метеопатических реакций является то, что они возникают у значительного числа людей синхронно, с изменением метеорологических условий или несколько опережая его.

В работе представлена оценка воздействия погодно-климатической изменчивости в условиях г. Сургута и ее взаимосвязь с по-

казателями экстренной госпитализации населения по метеочувствительным заболеваниям (болезни системы кровообращения, нозологии I00-I99 по МКБ-10) с позиций двух подходов – традиционной математической статистики и методов на основе теории хаоса и самоорганизации (ТХС) [1-8, 11-15, 19-21].

Объект и методы исследования.

Оценка частоты случаев экстренных госпитализаций у жителей г. Сургута по заболеваниям системы кровообращения (нозологрии I00-I99) на фоне погодной динамики метеопараметров (температура, атмосферное давление, влажность атмосферного воздуха), а также выявление причинно-следственных связей на основании корреляционных зависимостей, проведена с позиций классической математической статистики и метода идентификации параметров квазиаттракторов (КА) в фазовом пространстве (ФП) признаков в рамках ТХС. В качестве системы рассматривалась модель 3-х – мерного ФП: параллелепипед, внутри которого находится КА вектора состояния параметров метеорологических показателей среды и частоты случаев экстренных госпитализаций жителей г. Сургута.

2. Результаты исследования и их обсуждения. Долевой вклад числа госпитализаций у взрослого населения Сургута по заболеваниям системы кровообращения (нозологрии I00-I99) в структуре всех случаев госпитализаций по

метеочувствительным заболеваниям, составил 16%. В ряде работ мы уже отмечали существенный удельный вес в структуре обращений населения г. Сургута по поводу климаточувствительных заболеваний – так число обращений населения по поводу болезней сердечно-сосудистой системы (I20-I55 + I60-I69 по МКБ-10) составляло 14,4%; заболевания, связанные с повышением артериального давления (I10-I15 по МКБ-10) – 25,1% на фоне погодной динамики 2010 г. [15-18]. В целом же, картина числа госпитализаций, как у мужчин, так и у женщин, характеризовалась наличием периодов роста и спада этих случаев.

Картина годового хода метеопараметров в динамике 2010-2014 г.г. отличались высокими контрастами и межсуточной изменчивостью, что вполне типично для данной территории и отмечалось нами в ряде работ [2, 3, 12, 15-18]. Максимальные перепады температуры наблюдались осенью (ноябрь) 2010 года ($\Delta T_{\text{макс}} = 21,6^\circ\text{C}$), а минимальные приходились на 2014 год ($\Delta T_{\text{макс}} = 14,3^\circ\text{C}$). Отметим, что более контрастным по перепадам температуры и атмосферного давления был 2010 г., коэффициент контрастности (K_K) по температуре для этого года составил 4,8 и 8,6 для атмосферного давления, в то время как для 2014 г. эти значения оказались значительно ниже – 2,5 и 6,7 соответственно (рис. 1).

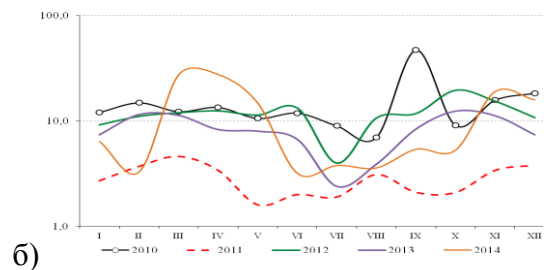
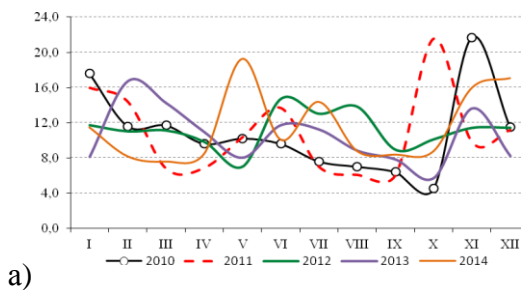


Рис. 1. Годовой ход перепадов температуры атмосферного воздуха (а) и атмосферного давления (б) за период 2010-2014 гг. Здесь: по оси ОУ – величина межсуточной амплитуды температуры атмосферного воздуха, $\Delta T_{\text{макс}}^\circ\text{C}$ (а) и атмосферного давления воздуха, $\Delta P_{\text{макс}}$ мм рт ст; по ОХ – месяцы года.

В данной работе использован и другой подход для оценки погодной динамики и ее влияния на показатели заболеваний населения

по климаточувствительным болезням – биоинформационный метод с использованием алгоритмов на основе ТХС с расчетом параметров объемов КА метео состояний (V_{ij})

и случаев госпитализаций (N_{ij}) с последующим расчетом межаттракторных расстояний (Z_{ij} , у.е.) для их КА. Отметим, в январе эти изменения находились в интервале значений: $V_{ij} = 2,80 \cdot 10^4 - 6,29 \cdot 10^4$ у.е., в апреле – $V_{ij} = 4,93 \cdot 10^4 - 223,12 \cdot 10^4$ у.е.; в июле – $V_{ij} = 2,37 \cdot 10^4 - 4,21 \cdot 10^4$ у.е., в октябре – $V_{ij} = 1,97 \cdot 10^4 - 6,80 \cdot 10^4$ у.е. Коэффициент асимметрии (rX_{ij}), количественно характеризующий степень разброса значений фактического распределения рассматриваемых величин, имел существенные различия как в разные сезоны года, так и в динамике лет рассматриваемого периода. Так, например, для января диапазон колебаний rX находился в пределах $rX = 1,86 - 17,25$ у.е.; в апреле – $rX = 4,29 - 42,60$ у.е.; в июле – $rX = 3,04 - 359,52$ у.е.; в октябре этот показатель имел диапазон колебаний $rX = 3,26 - 20,17$ у.е. Сравнительный анализ объемов КА показателей погодной динамики за период 2010-2014 г.г. показал, что метеопараметры (температура, влажность и давление) 2010 года имели бóльшие абсолютные значения и изменялись в более широком диапазоне, нежели показатели за период 2011-2013 гг. Объемы КА, характеризующие динамику метеофакторов 2014 года, напротив, существенно меньше, чем для периода 2010-2013 г.г.

Анализ расстояний Z_{ij} между хаотическими центрами КА показателей госпитализации заболеваний системы кровообращения (нозологрии I10-I69 по МКБ-10) у населения в многолетней динамике показал, что наименьшее расстояние отмечено при сравнении мужчин и женщин за период 2010 год и составило 2,18 у.е. Максимальное расстояние отмечено при сравнении КА мужчин и женщин за период 2011 года и составило 11,11 у.е. При сравнении расстояний Z_{ij} между хаотическими центрами КА показателей госпитализации заболеваний системы кровообращения у мужчин наибольшая величина расстояний наблюдалась в период 2010 и 2014 гг., а у женщин в период 2010 и 2013 гг. (24,04 у.е. и 24,91 у.е. соответственно). Анализ различий в расстояниях Z_{ij} между хаотическими центрами КА показателей госпитализаций жителей по заболеваниям системы

кровообращения в многолетней динамике представлен на рис. 2.

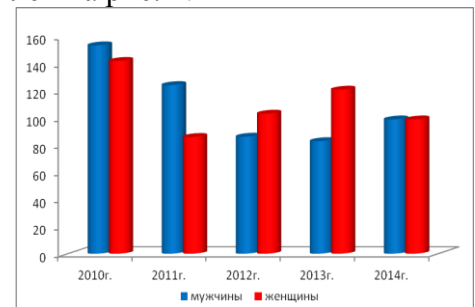


Рис. 2. Динамика значений межаттракторных расстояний Z_{ij} (у.е.) у мужчин и женщин (по сумме столбцов суммарных величин межаттракторных расстояний между хаотическими (геометрическими) центрами квазиаттракторов) за период 2010-2014 г.г.

Видно, что по показателям значений межаттракторных расстояний Z_{ij} (у.е.) между хаотическими (геометрическими) центрами КА у мужчин и женщин отчетливо выделяется 2010 год, далее отмечается снижение показателей по 2012 год и дальнейшее незначительное увеличение этих показателей в 2013 году и, наконец, 2014 год иллюстрирует диапазон близких значений по показателям межаттракторных расстояний Z_{ij} (у.е.) между хаотическими (геометрическими) центрами КА как у мужчин, так и у женщин.

Выводы: Метод многомерных фазовых пространств открывает новые возможности в оценке биоклиматических характеристик среды, включая уровень дискомфорта и пространственно-временной изменчивости климатических факторов, которые определяют состояние и уровень здоровья, а также потенциал климата.

Литература

1. Бетелин В. Б., Еськов В. М., Галкин В. А., Гавриленко Т. В. Стохастическая неустойчивость в динамике поведения сложных гомеостатических систем // Доклады академии наук, 2017. Т 472, № 6. С. 642–644.
2. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Еськов В.В. Универсальность понятия «гомеостаз» // Клиническая медицина и фармакология. 2015. № 4 (4). С. 29-33.
3. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Хаотический подход в новой интерпретации гомеостаза // Клиническая ме-

- дицина и фармакология. 2016. Т. 2. № 3. С. 47-51.
4. 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.
 5. Еськов В.М., Баженова А.Е., Вохмина Ю.В., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Гипотеза Н.А. Бернштейна в описании хаотической динамики произвольных движений человека // Российский журнал биомеханики. 2017. Т. 21. № 1. С. 18-28.
 6. Еськов В.М., Гудков А.Б., Баженова А.Е., Козупица Г.С. Характеристика параметров тремора у женщин с различной физической подготовкой в условиях Севера России // Экология человека. 2017. № 3. С. 38-42.
 7. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Формализация эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна // Биофизика. 2017. Т. 62. № 1. С. 168-176.
 8. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 1. С. 158-167.
 9. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3-24.
 10. Зилов В.Г., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В. Экспериментальное подтверждение эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – № 1. С. 4–9.
 11. Мирошниченко И.В., Филатова Д.Ю., Живаева Н.В., Алексенко Я.Ю., Камалтдинова К.Р. Оценка эффективности оздоровительных мероприятий по параметрам кардиореспираторной системы школьников // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 26-32.
 12. Филатова Д. Ю., Нифонтова О. Л., Шакирова Л. С., Шерстюк Е. С. Анализ параметров спектральной мощности variability сердечного ритма детей Югры в условиях санаторного лечения //Клиническая медицина и фармакология. 2016. Т. 2. № 3. С. 36-41.
 13. Фудин Н.А., Еськов В.М., Белых Е.В., Троицкий А.С., Борисова О.Н. Избранные медицинские технологии в работе спортивного тренера (по материалам Тульской и Сургутской научных школ) // Клиническая медицина и фармакология. 2015. № 3 (3). С. 56-61.
 14. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки. М.: ЛЕНАНД, 2011. 208 с.
 15. Русак С. Н. Современные подходы в оценке метеотропных реакций населения на примере ХМАО-Югры // Медицинская наука и образование Урала. 2007. №6. С. 121–123.
 16. Русак С.Н., Козупица Г.С., Филатова О.Е., Еськов В.В., Шевченко Н.Г. Динамика статуса вегетативной нервной системы у учащихся младших классов в погодных условиях г. Сургута // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 4. С. 92-95.
 17. Русак С.Н., Молягов Д.И., Еськов В.В., Филатова О.Е. Годовая динамика погодноклиматических факторов и здоровье населения ХМАО // Экология человека, 2013. №11. С. 19-24.
 18. Русак С.Н., Филатова О.Е., Бикмухаметова Л.М. Неопределенность в оценке погодноклиматических факторов на примере ХМАО - Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 1. С. 15-19.
 19. Филатова О.Е., Русак С.Н., Майстренко Е.В., Добрынина И.Ю. Возрастная динамика параметров сердечно-сосудистой системы населения Севера РФ// Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №2. С. 40-50.
 20. Хаснулин, В.И. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах / В.И. Хаснулин, П.В. Хаснулин // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 3 – 11.
 21. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. - 2017. - №4. – С.57-65.