

УДК 001.891.573(0.75.8), 004.65, 577.359

ЛУННЫЕ ЦИКЛЫ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ И ВЫЗОВОВ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Б. З. Белашев

*Институт геологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
(ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910)*

Представлена картина распределений уровней геомагнитной активности и числа вызовов бригад скорой медицинской помощи по дням лунного синодического месяца. Исследование выполнено на базе данных Кр-индекса и обезличенного каталога вызовов скорой помощи БСМП г. Петрозаводска 2015–2017 гг. При обработке данных использованы метод наложенных эпох, алгоритмы кластеризации и выделения трендов. Высокие суточные Кр-индексы группируются в основном вблизи новолуния, низкие Кр-индексы – вблизи полнолуния. Распределения числа вызовов скорой помощи по сердечно-сосудистым, психическим и нервным заболеваниям имеют специфические особенности. Обсуждаются возможные причины лунафазного эффекта геомагнитной активности и особенности распределений экстренных вызовов медицинской помощи.

Ключевые слова: геомагнитная активность; Кр-индекс; число вызовов скорой помощи; лунный синодический месяц; инфаркт миокарда; шизофрения; эпилепсия

Для цитирования: Белашев Б. З. Лунные циклы геомагнитной активности и вызовов скорой медицинской помощи // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 4. С. 5–13. doi: 10.17076/mat1566

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания КарНЦ РАН (Институт геологии КарНЦ РАН, темы АААА-А18-118020290086-1, АААА-А18-118020290231-1).

B. Z. Belashev. LUNAR CYCLES OF GEOMAGNETIC ACTIVITY AND EMERGENCY AMBULANCE CALLS

*Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
(11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia)*

The distributions of geomagnetic activity levels and the number of emergency ambulance calls by days of the lunar (synodic) month were mapped. The input for the study was Kp index data and the anonymized catalog of ambulance calls to the Petrozavodsk Emergency Care Hospital in 2015–2017. The data were processed using the superposed epochs method and the clustering and trend isolation algorithms. High daily Kp indexes are mainly grouped around new moon while low Kp indexes – near full moon. The distributions of the number of emergency calls for cardiovascular diseases, mental disorders, and neuropathies have their specific features. Possible causes of lunar cycle-related effects of geomagnetic activity and the peculiarities of emergency ambulance calls distributions are discussed.

Key words: geomagnetic activity; Kp index; number of emergency ambulance calls; synodic lunar month; myocardial infarction; schizophrenia; epilepsy

For citation: Belashev B. Z. Lunar cycles of geomagnetic activity and emergency ambulance calls. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022;4:5–13. doi: 10.17076/mat1566

Funding. The study was carried out under state assignment to KarRC RAS (Institute of Geology KarRC RAS, research themes AAAA-A18-118020290086-1, AAAA-A18-118020290231-1).

ВВЕДЕНИЕ

Доказать действие на человека геофизических и погодных условий, сопровождающих смену фаз лунного цикла, на фоне индивидуальных реакций людей непросто [6]. Влияние внешнего фактора изучают, исследуя корреляционные связи изменчивости фактора и медико-биологических показателей, пытаясь обнаружить в них характерную для фактора периодичность.

Выраженную периодичность приливов используют в концепции «биологического прилива» [20], полагая, что модулируемое Луной гравитационное поле влияет на структуру воды, работу клеточных мембран, нервной и эндокринной систем [11], поступление в кровь метаболитов кишечной палочки E-coli [4].

Отрицание гравитационного влияния Луны на биологические объекты строится на оценке его действия порядка 10^{-7} г по сравнению с эффектами, фиксируемыми в экспериментах, не менее 10^{-4} г [3]. Достижение нужной чувствительности требует остановки сердца и отключения дыхания у испытуемых.

На возмущения геофизической среды реагирует магнитное поле Земли, циклические изменения которого могут выполнять роль планетарного синхронизатора процессов. Хотя влияние геомагнитных вариаций на человека и высших животных нельзя считать окончательно установленным, результаты экспериментов в сильных и слабых электромагнитных полях [8, 9, 12, 21] свидетельствуют в его пользу, как и исследования, связывающие геомагнитную активность и вызовы скорой медицинской помощи [14, 22, 24].

В медико-экологических исследованиях каталог вызовов скорой медицинской помощи является чувствительным инструментом, позволяющим охватить большое число пациентов и диагнозов заболеваний. Стандартная форма каталога упрощает обработку данных, а привязка вызовов по месту и времени способствует поиску причинных связей.

В работе рассматриваются согласованные временные ряды индексов геомагнитной ак-

тивности и количества вызовов скорой медицинской помощи в г. Петрозаводске. Ее цель – проанализировать по дням лунного синодического месяца распределения Кр-индексов геомагнитной активности и числа вызовов скорой медицинской помощи по поводу заболеваний инфаркт миокарда, шизофрения, эпилепсия. В задачи исследования входят кластеризация суточных геомагнитных Кр-индексов, построение лунафазных кластерных распределений дней с Кр-индексами, Кр-индексов и числа вызовов скорой помощи с указанными диагнозами, выделение участков распределений, отличающихся трендами, сравнение полученных результатов с известными данными.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходных данных использованы сведения о новолуниях [10], согласованные временные ряды Кр-индекса геомагнитной активности [19] и обезличенного каталога вызовов скорой помощи БСМП г. Петрозаводска за 2015–2017 гг. [14]. Квазилогарифмическим Кр-индексом в диапазоне от 0 до 9 описывают отклонения планетарного геомагнитного поля от нормы за 3-часовой период. Значения индекса от 5 до 9 соответствуют магнитным бурям.

Каталог вызовов скорой помощи – это таблица, строки которой соответствуют вызовам, а столбцы – их атрибутам: населенный пункт, адрес, возраст, пол пациента, дата, время вызова, диагноз заболевания согласно классификации МКБ-10. Число вызовов за период 1.01.2015–19.12.2017 составило 352641. Анализировали вызовы с фиксацией диагноза заболевания.

По данным [19] рассчитывали среднесуточные значения и среднеквадратичные отклонения Кр-индексов, которые использовали при кластеризации алгоритмом «К-средних» [18]. Для каждого кластера и их суммы по дням лунного синодического месяца методом наложенных эпох [23] строили распределения числа дней с Кр-индексами, Кр-индексов и количества вызовов скорой помощи с заданными

диагнозами. Первый отсчет распределений соответствовал новолунию, остальные отсчеты – последовательным дням синодического месяца. С учетом длительности месяца 29,5 суток число отсчетов равнялось 30. Полных лунных циклов за исследуемый период было 35.

Распределения для k событий получали, подсчитывая число $f_k(x)$ от переменной x по формуле

$$f_k(x) = f_{k-1}(x) + \delta_k(x), \quad (1)$$

$k = 1, 2, \dots, N$; $f_0(x) = 0$; $\delta_k(x) = 1$, если $h < x < h + \Delta h$, и $\delta_k(x) = 0$, если $x < h$ или $x > h + \Delta h$, где k – число вызовов, h и Δh – отсчет и шаг гистограммы соответственно.

Отличающиеся трендами участки распределений выделяли с помощью В-алгоритма [15]. Чтобы отслеживать тренды в распределениях небольшой размерности, параметры алгоритма выбирали следующим образом: ρ – в диапазоне 0,18–0,24, уровень доверия α – равным 0,05, диапазон варьирования границ участков – 1–2 отсчета, число итераций – равным 10. Нелинейные тренды временных

рядов суточных значений Кр-индексов и числа вызовов скорой помощи с заданными диагнозами получали, используя регрессионную модель на основе полинома 10-й степени. При сравнении средних значений выборок данных использован критерий Стьюдента.

Все алгоритмы обработки данных реализованы в системе компьютерной математики «MATLAB».

РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 1 показаны временное распределение и тренд суточного Кр-индекса (а), результаты его кластеризации пятью кластерами (б), распределения по дням лунного синодического месяца числа дней с низкими, средними (в) и высокими (г) суточными Кр-индексами. Белым цветом отображены тренд суточного Кр-индекса и распределение дней для суммы кластеров.

Рис. 2 и 3 демонстрируют лунафазные распределения суточных Кр-индексов, вызовов скорой помощи по поводу инфаркта миокарда, их кластерных компонент, результаты выделения трендов В-алгоритмом.

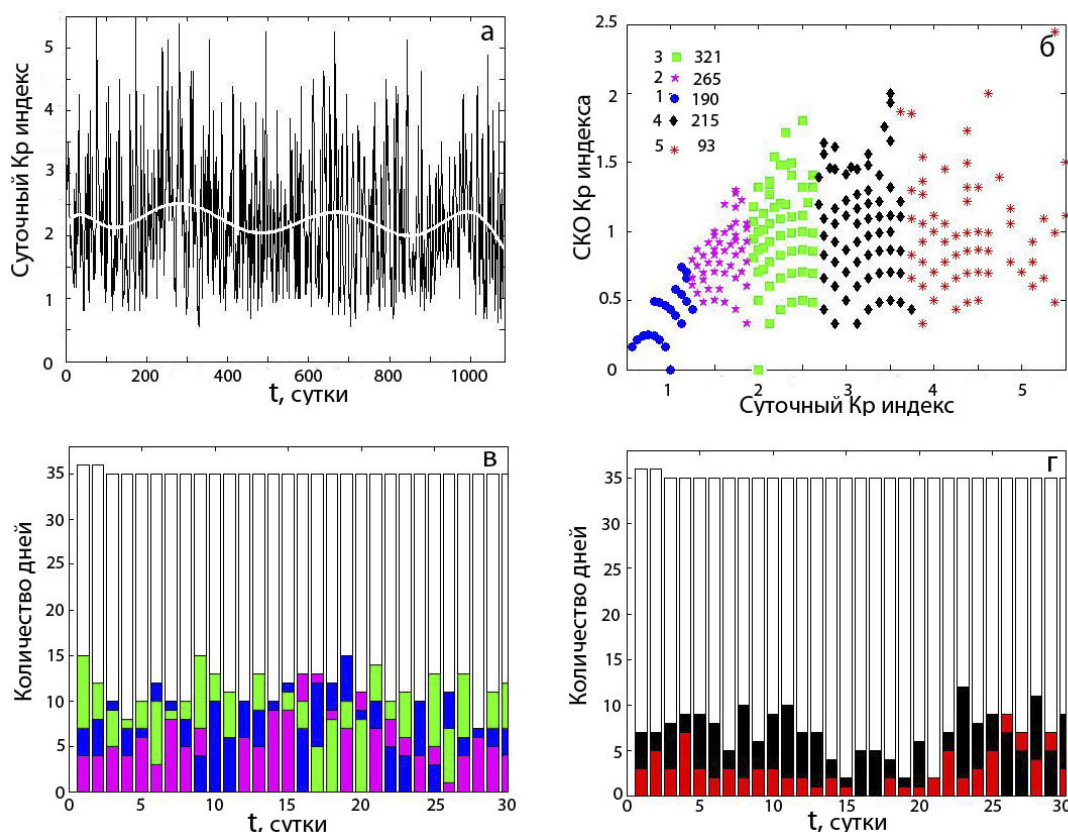


Рис. 1. Временной ход и тренд суточного Кр-индекса (а), результат кластеризации суточных Кр-индексов (б), распределения по дням лунного цикла числа дней с низкими (1, 2) и средними (3) (в) и высокими (4, 5) (г) Кр-индексами

Fig. 1. The time course and trend of the daily Kp index (a), the result of clustering of the daily Kp indices (б), the distribution by days of the lunar cycle of the number of days with low (1, 2) and medium (3) (в) and high (4, 5) (г) Kp indices

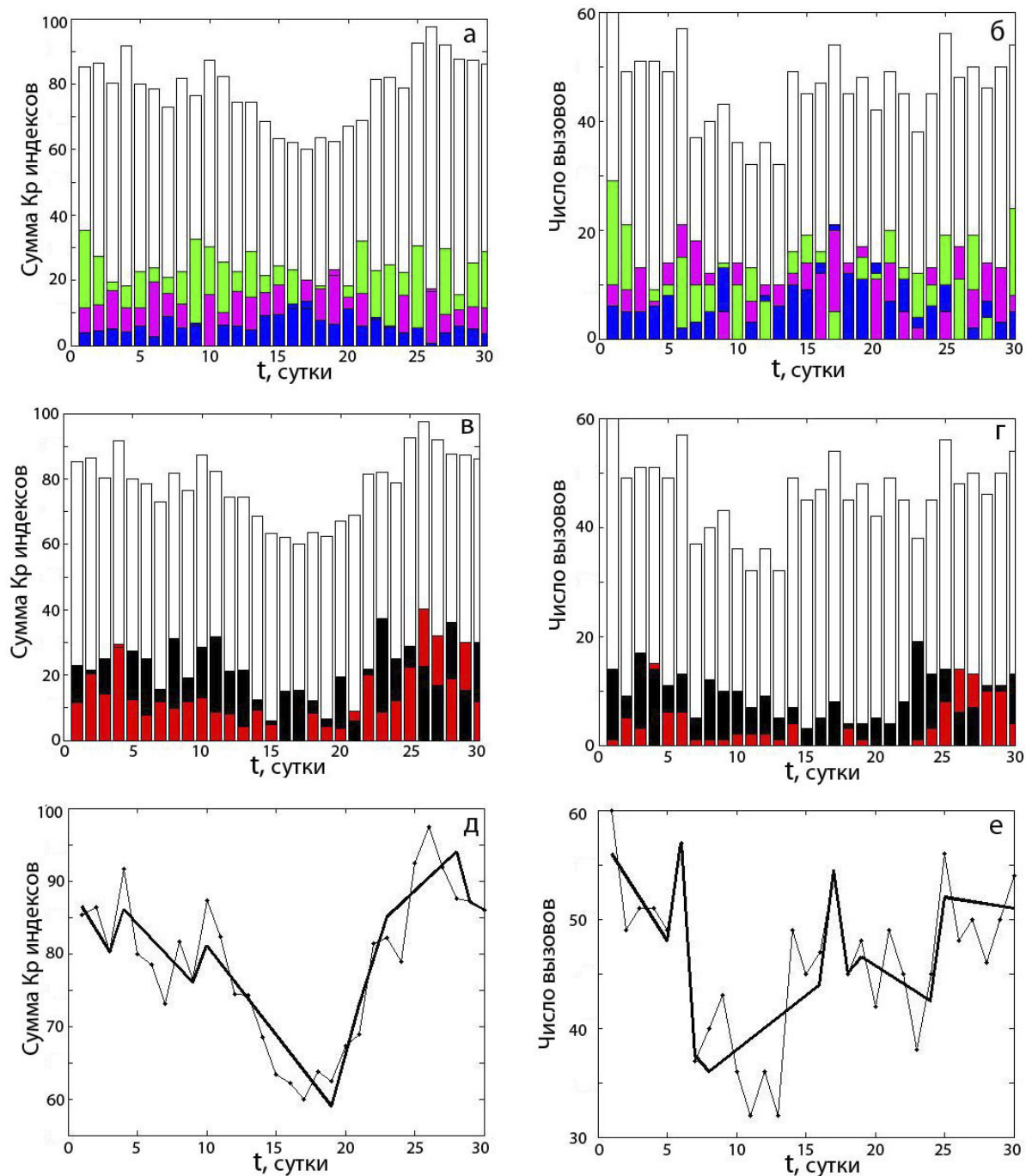


Рис. 2. Полные и кластерные распределения Кр-индексов (а, в, д) и числа вызовов скорой медицинской помощи при диагнозе инфаркт миокарда (б, г, е) по дням лунного синодического месяца для низких (1, 2), средних (3) (а, б) и высоких (4, 5) (в, г) значений Кр-индексов с выделенными линейными трендами полных распределений (д, е)

Fig. 2. Full and cluster distributions of Kp indices (а, в, д) and the number of emergency medical calls diagnosed with myocardial infarction (б, г, е) on the days of the lunar synodic month for low (1, 2), medium (3) (а, б) and high (4, 5) (в, г) values of Kp indices with highlighted linear trends of full distributions (д, е)

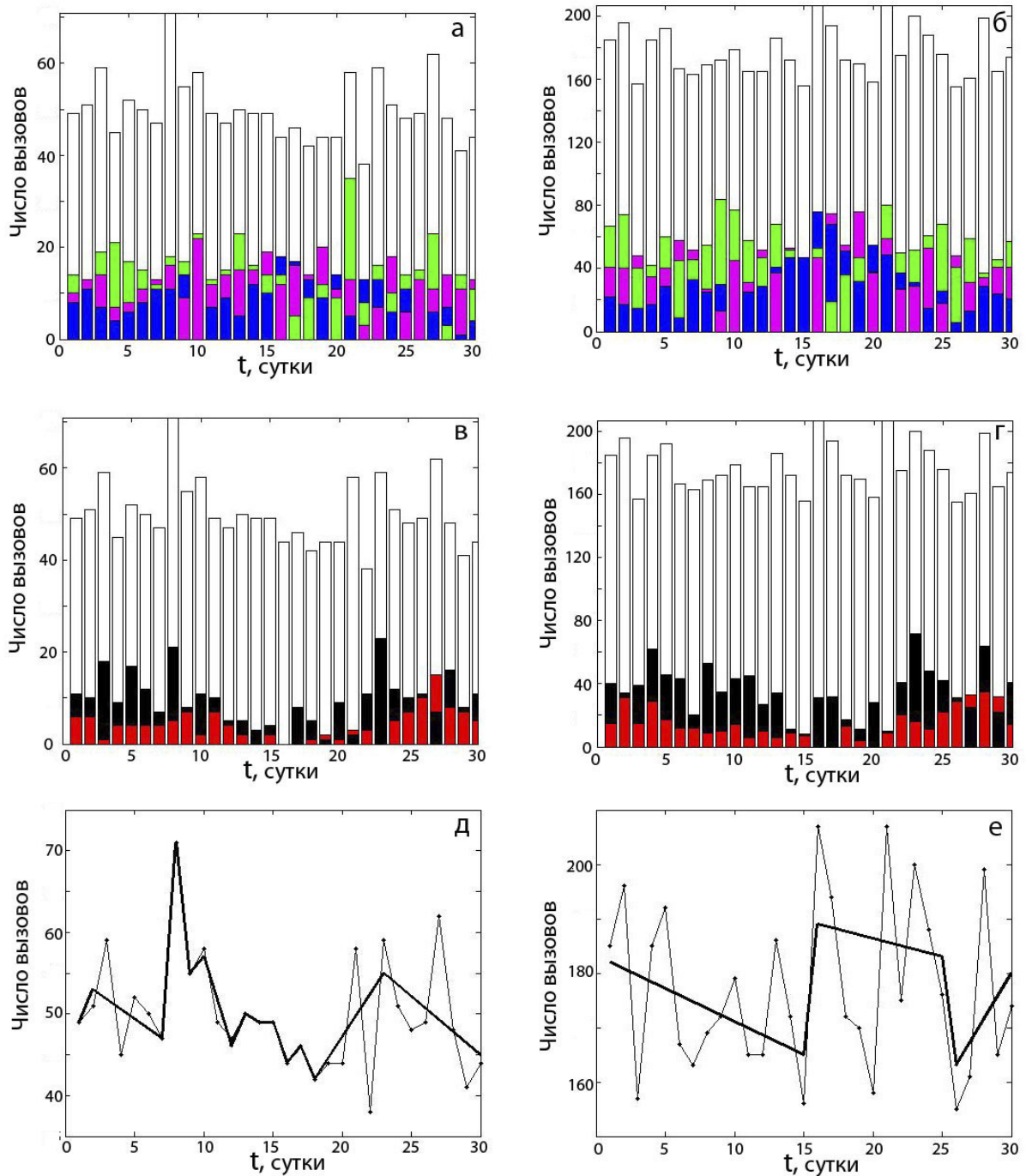


Рис. 3. Полные и кластерные распределения числа вызовов скорой медицинской помощи при диагнозах шизофрения (а, в, д) и эпилепсия (б, г, е) по дням лунного синодического месяца для низких (1, 2), средних (3) (а, б) и высоких (4, 5) (в, г) значений Кр-индексов с выделенными линейными трендами полных распределений (д, е)

Fig. 3. Full and cluster distributions of the number of ambulance calls with the diagnoses of schizophrenia (а, в, д) and epilepsy (б, г, е) on the days of the lunar synodic month for low (1, 2), medium (3) (а, б) and high (4, 5) (в, г) values of the Kp indices with selected linear trends of complete distributions (д, е)

В распределении среднесуточного Кр-индекса по дням лунного синодического месяца минимум в полнолуние (рис. 2) определяют компоненты высоких значений Кр-индексов, группирующиеся вблизи новолуния. Низкие значения Кр-индексов максимально проявлены в полнолуние, минимально – вблизи новолуния. У аналогичных распределений, касающихся инфаркта миокарда (рис. 2), большие числа вызовов скорой помощи связаны с новолунием и полнолунием, и соответственно, с высокими и низкими значениями Кр-индексов. Число вызовов скорой помощи по диагнозу шизофрения максимально на 8-й день, а вызовы по поводу эпилепсии преобладают во второй половине лунного цикла (рис. 3). Линейные тренды распределений на рис. 2 и 3 выявлены на 4–6 участках.

Помимо интервального выделения трендов сравнивали средние значения выборок Кр-индекса и числа вызовов скорой медицинской помощи в отдельные дни лунного синодического месяца. Так, для отсчетов распределения Кр-индекса на рис. 2 с номерами 4 и 17 соответствующие средние значения 2,60 и 1,80 различаются с уровнем доверия $\alpha < 0,01$. Различия выявлены у отсчетов с номерами 16 и 26 с соответствующими средними значениями 1,87 и 2,74. Средние значения 1,54 и 2,25 ежедневных вызовов скорой помощи выборок в 10-й и 17-й дни лунного цикла распределения (рис. 3) различаются с уровнем доверия $\alpha < 0,05$. Сравнение средних суточных значений числа вызовов скорой помощи по поводу эпилепсии, проведенное для последовательных дней с уровнем доверия $\alpha < 0,05$, показало различия у отсчетов с номерами 15, 16 и 20, 21. У распределений числа вызовов скорой помощи по диагнозам инфаркт миокарда и шизофрения значимых различий в среднесуточных числах вызовов при уровне доверия $\alpha < 0,05$ не обнаружено. Среднесуточное число вызовов скорой медицинской помощи по поводу шизофрении в контрастные 7-й и 8-й дни распределения составило соответственно 1,34 и 2,03 (рис. 3). Для выборок, соответствующих трем кластерам с низкими Кр-индексами и двум кластерам с высокими Кр-индексами, с вероятностью $> 0,95$ различия средних не выявлено.

ОБСУЖДЕНИЕ

Минимум в распределении Кр-индексов (рис. 2) в полнолуние является результатом взвешивания по-разному сгруппированных по дням лунного синодического месяца распределений дней с высокими и низкими значения-

ми Кр-индексов, отличающихся кластерными значениями Кр-индексов. У аналогичных распределений вызовов скорой помощи близость среднесуточного числа вызовов делает взвешивание неэффективным, способствует проявлению в распределениях специфических особенностей.

Основной вклад в геомагнитную активность вносит «солнечный ветер», от которого Землю защищает магнитосфера характерной вытянутой формы. С дневной стороны ее размер 10–15 радиусов Земли (RE) определяет давление «солнечного ветра». С ночной стороны протяженность магнитосферы превышает 200 RE. Орбита Луны радиусом около 60 RE пересекает магнитосферу в стороне, противоположной Солнцу. Вблизи новолуния движущаяся с дневной стороны Луна искажает конфигурацию «солнечного ветра», усиливая геомагнитные вариации. В фазе полнолуния находящаяся с ночной стороны Луна перекрывает поток частиц хвоста магнитосферы к Земле, ослабляя тем самым интенсивность геомагнитных вариаций. Цикличность геомагнитной активности также связывают с модулирующим поток плазмы вращением Солнца с периодом 28 ± 2 суток, синхронизированным с лунным синодическим месяцем [3], особенностями гравитационного воздействия Луны и Солнца на геосферу в разных фазах лунного цикла, проявляющимися в генерации геомагнитного поля [2].

Рост числа вызовов скорой помощи с постановкой диагноза инфаркт миокарда (рис. 2) вблизи новолуния и полнолуния согласуется с данными [7]. Его можно объяснить действием геомагнитного поля, вызывающим снижение скорости кровотока, повышение риска образования тромбов и обострения сердечно-сосудистых патологий в условиях магнитных бурь и спокойной космической погоды [5].

Сведения о влиянии Луны на психическое состояние человека противоречивы. В ряде работ анализ частоты посещений отделений психиатрической помощи, учет проявлений симптомов психических расстройств в разных фазах лунного цикла не выявил значимых различий [17]. С другой стороны, многолетние наблюдения на базе специализированной психиатрической больницы Харькова (Украина) свидетельствуют, что большое число госпитализаций больных с шизофренией имеет место при слабо возмущенных ($A_k = 20-29$) и умеренно возмущенных ($A_k = 30-49$) геомагнитных полях, а больных с параноидальной формой – при очень слабых возмущениях ($A_k = 8-14$) [13]. В отдельные дни число поступлений

превышает среднемесячное более чем в два раза. Высокую чувствительность пациенты проявляли к смене отрицательного знака сектора межпланетного магнитного поля на положительный. Пик числа вызовов скорой медицинской помощи на 8-й день лунного синодического месяца (рис. 3), по-видимому, также связан со сменой «режима» геомагнитной активности. Синхронные изменения рядов солнечной активности и госпитализаций в психиатрические заведения Москвы и Казани отмечены в [1]. Увеличение среднего числа вызовов скорой медицинской помощи по поводу эпилепсии во второй половине лунного цикла, характерное для эпилепсии (рис. 3), подтверждает вывод о повышении судорожной активности пациентов в полнолуние и в последней четверти лунного цикла [16].

Автор благодарит бывшего главного врача БСМП г. Петрозаводска Алексея Ильича Хейфеца за предоставленную возможность работы с обезличенным каталогом вызовов скорой медицинской помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антикаева О. И., Гамбурцев А. Г., Мартюшов А. Н. Структура временных рядов числа экстренных госпитализаций в психиатрические стационары Казани и Москвы (общие тенденции и различия) // Геофизические процессы и биосфера. 2012. Т. 11, № 2. С. 40–53.
2. Баркин Ю. В. Объяснение эндогенной активности планет и спутников и ее цикличности // Изв. РАЕН. Секция наук о Земле. Декабрь 2002. ВИНТИ. № 9. С. 45–97.
3. Владимирский Б. М., Конрадов А. А. Трудные вопросы солнечно-биосферных связей // Ученые записки Национального Таврического университета им. В. И. Вернадского. 2005. Т. 18(57), № 1. С. 105–115.
4. Воробейчиков В. М., Трошичев О. А., Горшков Э. С., Степанов В. В. Влияние гравитационных возмущений на поведение человека и высших животных // Проблемы Арктики и Антарктики. 2008. № 2. С. 125–132.
5. Гурфинкель Ю. И. Физиологические и патофизиологические аспекты влияния космической погоды на человеческий организм // Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле: Сб. тез. докл. междунар. конф. М., 2012. С. 38–39.
6. Дубров А. П. Лунные ритмы у человека. Краткий очерк по селеномедицине. М.: Медицина, 1990. 160 с.
7. Карпушина Т. В. Влияние лунных ритмов на сердечно-сосудистую систему // Успехи современного естествознания. 2013. № 9. С. 47–48.
8. Крылов В. В. Биологические эффекты геомагнитной активности: наблюдения, эксперименты и возможные механизмы // Труды ИБВВ РАН. 2018. Т. 84(87). С. 7–38.
9. Куранова М. Л., Павлов А. Е., Спивак И. М., Сурма С. В., Шеголев В. Ф., Кузнецов П. А., Стефанов В. Е. Воздействие гипомагнитного поля на живые организмы // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2010. № 4. С. 99–107.
10. Лунный календарь на 2017 год. <https://mirkosmosa.ru/lunar-calendar/phase-moon/2017> (дата обращения: 01.04.2022).
11. Находкин С. С., Гончаров Н. П., Кацця Г. В., Барашков Г. А., Кононова С. К., Терютин Ф. М., Соловьев А. В., Пшеничкова В. Г., Федорова С. А. Анализ лунафазной зависимости основных гормонов эндокринной системы человека // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2014. Т. 11, № 2. С. 29–35.
12. Птицына Н. Г., Вилорези Дж., Копытенко Ю. А., Тясто М. И. Магнитные поля электро-транспорта и экология человека. СПб.: Нестор-История, 2010. 120 с.
13. Рудавина Л. В. Использование гелиогеофизических данных для повышения эффективности лечения больных шизофренией // Шизофрения: новые подходы к терапии. Сборник научных работ УкрНИИ клинической и экспериментальной неврологии и психиатрии и Харьковской городской клинической больницы № 15 / Под ред. И. И. Кутько, Т. Т. Петрюка. Харьков, 1995. Т. 2. С. 96–98.
14. Belashev B. Z., Krutskikh N. V., Gerasimova A. A. Magnetic storms and an emergency ambulance calls pattern in Petrozavodsk // WSEAS Transactions on Environment and Development. 2019. Vol. 15. Art. 59. P. 560–569.
15. Belashev B. Z. Process “regime” shift recognition algorithm // International Journal of Computer Science and Information Security. 2019. Vol. 17, no. 9. P. 20–28.
16. Benbadis S. R., Chang S., Hunter J., Wang W. The influence of the full moon on seizure frequency: myth or reality? // Epilepsy and Behavior. 2004. Vol. 5(4). P. 596–597. doi: 10.1016/j.yebeh.2004.04.001
17. Culver R., Rotton J., Kelly I. W. Geophysical variables and behavior: XLIX. Moon mechanisms and myths: A critical appraisal of explanations of purported lunar effects on human behavior // Psychological Reports. 1988. Vol. 62(3). P. 683–710. doi: 10.2466/pr0.1988.62.3.683
18. Hamerly G., Elkan Ch. Learning the k-means // Neural Information Processing System. 2003. Vol. 16. P. 281–288.

19. Laboratory of X-ray Solar Astronomy FIAN, Official Website. http://tesis.lebedev.ru/en/magnetic_storms.html (дата обращения: 01.04.2022).
20. Lieber A. L., Sherin C. R. Homicides and the lunar cycle: toward a theory of lunar influence on human emotional disturbance // *American Journal of Psychiatry*. 1972. Vol. 129(1). P. 69–74. doi: 10.1176/ajp.129.1.69
21. Polk C. Biological effects of low frequency electric and magnetic fields // *IEEE Transaction on Education*. 1991. Vol. 34. P. 243–249. doi: 10.1109/13.85082
22. Shaposhnikov D., Revich B., Gurfinkel Yu., Naumova E. The influence of meteorological and geomagnetic factors on acute myocardial infarction and drain stroke in Moscow, Russia // *International Journal of Biometeorology*. 2014. Vol. 58(6). P. 799–808. doi: 10.1007/s00484-013-0660-0
23. Singh Y. P., Budruddin. Statistical consideration in superposed epoch and its application in space research // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2006. Vol. 68. P. 803–813. doi: 10.1016/j.jastp.2006.01.007
24. Vencloviene J., Babarskiene R., Dobožinskas P., Siurkaite V. Effects of weather conditions on emergency ambulance calls for acute coronary syndromes // *International Journal of Biometeorology*. 2014. Vol. 59(8). P. 1083–1093. doi: 10.1007/s00484-014-0921-6

REFERENCES

1. Aptikaeva O. I., Gamburtsev A. G., Martyushov A. N. Patterns of time series of numbers of emergency hospitalizations in mental hospitals in Moscow and Kazan (common features and differences). *Geofizicheskie protsessy i biosfera = Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2012;11(2):40–53. (In Russ.)
2. Barkin Yu. B. Explanation of endogenous activity of planets and satellites and its cyclicality. *Izvestiya Sektsii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk = Proceedings of the Earth Sciences Section of the Russian Academy of Natural Sciences*. Iss. 9. Moscow: VINITI; 2002. P. 45–97. (In Russ.)
3. Vladimirovskii B. M., Konradov A. A. Cruxes of solar-biospheric relations. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V. I. Vernadskogo = Proceedings of the V. I. Vernadsky Taurida National University*. 2005;18-57(1):105–115. (In Russ.)
4. Vorobeichikov V. M., Troshichev O. A., Gorshkov Eh. S., Stepanov V. V. The influence of gravitational perturbations on the behavior of humans and higher animals. *Problemy Arktiki i Antarktiki = Arctic and Antarctic Research*. 2008;2:125–132. (In Russ.)
5. Gurfinkel Yu. I. Physiological and pathophysiological aspects of the space weather impact on the human body. *Vliyanie kosmicheskoi pogody na cheloveka v kosmose i na Zemle = The impact of space weather on humans in space and on the Earth*. Moscow; 2012. P. 38–39. (In Russ.)
6. Dubrov A. P. Lunar rhythms in humans. A brief essay on selenomedicine. Moscow: Meditsina; 1990. 160 p. (In Russ.)
7. Karpushina T. V. The impact of lunar rhythms on the cardiovascular system. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya = Advances in Current Natural Sciences*. 2013;9:47–48. (In Russ.)
8. Krylov V. V. Biological effects of geomagnetic activity: observations, experiments and possible mechanisms. *Trudy IBVV RAN = Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*. 2018;84(87):7–38. (In Russ.)
9. Kuranova M. L., Pavlov A. E., Spivak I. M., Surma S. V., Shchegolev V. F., Kuznetsov P. A., Stefanov V. E. The impact of the magnetic field on living organisms. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta = Vestnik of St. Petersburg University. Ser. 3*. 2010;4:99–107. (In Russ.)
10. Lunar calendar for 2017. (In Russ.) URL: <https://mirkosmosa.rulunar-calendarphase-moon2017> (accessed: 01.04.2022).
11. Nakhodkin S. S., Goncharov N. P., Katsiya G. V., Barashkov G. A., Kononova S. K., Teryutin F. M., Solov'ev A. V., Pshennikova V. G., Fedorova S. A. Analysis of the moon-phase dependence of the main hormones of the human endocrine system. *Vestnik of North-Eastern Federal University*. 2014;11(2):29–35. (In Russ.)
12. Ptitsyna N. G., Villoresi G., Kopytenko Yu. A., Tyasto M. I. Magnetic fields of electric transport and human ecology. St. Peterburg: Nestor-Istoriya; 2010. 120 p. (In Russ.)
13. Rudavina L. V. Use of heliogeophysical data to improve the efficiency of treatment of patients with schizophrenia. *Shizofreniya. Novye podkhody k terapii: Sb. nauch. rabot Ukr. NII klinicheskoi i eksperimentalnoi nevrologii i psikiatrii i Khar'kovskoi gorodskoi klinicheskoi bolnitsy 15 = Schizophrenia. New approaches to therapy: Proceedings Ukrainian Research Institute of Clinical and Experimental Neurology and Psychiatry and Kharkiv City Clinical Hospital #15*. Vol. 2. Khar'kov; 1995. P. 96–98. (In Russ.)
14. Belashev B. Z., Krutskikh N. V., Gerasimova A. A. Magnetic storms and an emergency ambulance calls pattern in Petrozavodsk. *WSEAS Transactions on Environment and Development*. 2019;15:560–569.
15. Belashev B. Z. Process “regime” shift recognition algorithm. *International Journal of Computer Science and Information Security*. 2019;17(9):20–28.

16. Benbadis S. R., Chang S., Hunter J., Wang W. The influence of the full moon on seizure frequency: myth or reality? *Epilepsy and Behavior*. 2004;5(4):596–597. doi: 10.1016/j.yebeh.2004.04.001
17. Culver R., Rotton J., Kelly I. W. Geophysical variables and behavior: XLIX. Moon mechanisms and myths: A critical appraisal of explanations of purported lunar effects on human behavior. *Psychological Reports*. 1988;62(3):683–710. doi: 10.2466/pr0.1988.62.3.683
18. Hamerly G., Elkan Ch. Learning the k-means. *Neural Information Processing System*. 2003;16:281–288.
19. Laboratory of X-ray Solar Astronomy FIAN, Official Website. URL: <http://tesis.lebedev.ru/en/magneticstorms.html> (accessed: 01.04.2022).
20. Lieber A. L., Sherin C. R. Homicides and the lunar cycle: toward a theory of lunar influence on human emotional disturbance. *Am. J. Psychiatry*. 1972;129(1):69–74. doi: 10.1176/ajp.129.1.69
21. Polk C. Biological effects of low frequency electric and magnetic fields. *IEEE Transaction on Education*. 1991;34:243–249. doi: 10.1109/13.85082
22. Shaposhnikov D., Revich B., Gurfinkel Yu., Naumova E. The influence of meteorological and geomagnetic factors on acute myocardial infarction and drain stroke in Moscow, Russia. *Int. J. Biometeorol*. 2014;58(6):799–808. doi: 10.1007/s00484-013-0660-0
23. Singh Y. P., Budruddin. Statistical consideration in superposed epoch and its application in space research. *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* 2006;68:803–813. doi: 10.1016/j.jastp.2006.01.007
24. Vencloviene J., Babarskiene R., Doboziuskas P., Siurkaite V. Effects of weather conditions on emergency ambulance calls for acute coronary syndromes. *Int. J. Biometeorol*. 2014;59(8):1083–1093. doi: 10.1007/s00484-014-0921-6

Поступила в редакцию / received: 15.04.2022; принята к публикации / accepted: 26.04.2022.
 Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Белашев Борис Залманович
 д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник
e-mail: belashev@krc.karelia.ru

CONTRIBUTOR:

Belashev, Boris
 Dr. Sci. (Tech.), Leading Researcher