

УДК 551.521.6

ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ЗАБОЛЕВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА В СУБАВРОРАЛЬНЫХ ШИРОТАХ

© 2013 г. С.Н. Самсонов¹, Н.Г. Клейменова^{2,3}, О.В. Козырева^{2,3}, П.Г. Петрова⁴

¹ Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, г. Якутск, Россия

² Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

³ Институт космических исследований РАН, г. Москва, Россия

⁴ Медицинский институт Северо-Восточного федерального университета
им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

В работе исследуется связь числа вызовов бригад скорой медицинской помощи (СМП) по поводу инфарктов миокарда в г. Якутске (субавроральные геомагнитные широты) с параметрами космической погоды в годы вблизи максимума (1992 г.) и минимума (1998 г.) геомагнитной возмущенности. Сравнение сезонного хода числа вызовов бригад СМП к больным в субавроральных широтах с одновременным сезонным ходом смертных случаев от инфаркта в низких широтах (Болгария) показало их существенные отличия. Так, в Болгарии максимум инфарктов отмечался зимой, а минимум летом, а в г. Якутске наблюдалось несколько максимумов, совпадающих с резким и значительным повышением уровня планетарной геомагнитной возмущенности. Анализ экспериментальных результатов позволил предположить, что в субавроральных широтах в отличие от низких широт большую роль в увеличении числа инфарктов играет рост геомагнитной активности, а именно, появление ночных магнитосферных суббурь, которые в магнитовозмущенное время наблюдаются и в субавроральных широтах. Суббури всегда сопровождаются иррегулярными геомагнитными пульсациями P_{i1} с периодами 0.5–3 Гц. Эти пульсации могут быть биотропными, как и устойчивые квазисинусоидальные геомагнитные пульсации P_{s1} в средних и низких широтах.

Ключевые слова: космическая погода, субавроральные широты, геомагнитные пульсации, геомагнитная возмущенность, сердечно-сосудистая система, инфаркт миокарда.

PACS: 94.05.Sd, *94.05.sp

Введение

Исследование влияния вариаций параметров внешней среды на здоровье человека является в настоящее время одной из актуальных задач. Надежно установлено, что помимо явно влияющих факторов внешней среды, таких как метеорологические условия,

антропогенные и социальные факторы, на состояние здоровья человека могут оказывать влияние и факторы космической погоды, т.е. явления, происходящие в околоземном и космическом пространстве.

С началом полетов космических аппаратов, измеряющих параметры потоков энергичных частиц, электрических и магнитных полей и излучений, появилось понимание того, что эти частицы, поля и волны, попадая в те или иные области околоземного космического пространства, магнитосферы и ионосферы, могут оказывать существенное влияние на жизнь на Земле. Оформилась даже специальная область науки – гелиобиология, которая занимается проблемой влияния Солнца и космической погоды на биосферу, в том числе и на человека. Понятие «погода в космосе» как совокупности геофизических явлений в окружающем Землю пространстве ввел известный советский ученый-полярник Е.К. Федоров – один из создателей службы космической погоды в России. Детальное описание комплекса факторов космической погоды приведено, например, в работе [Авдюшин, Данилов, 1993].

Основное влияние на состояние околоземного космического пространства оказывает Солнце. Выявление механизмов связи между активностью Солнца и функционированием различных объектов биосферы, включая человека, является одной из фундаментальных проблем современной науки. Накоплено огромное число фактов, подтверждающих влияние вариаций гелиогеофизических условий на биологические процессы на нашей планете и на живые организмы от бактерий до человека. Результаты исследований опубликованы в многочисленных статьях и обобщены в ряде обзоров и монографий (например, [Холодов, 1978; Андропова и др., 1982; Владимирский, Кисловский, 1982; Комаров и др., 1989; Авдюшин, Данилов, 1993; Vaevsky et al., 1994; Владимирский и др., 1995; 2004; Птицина и др., 1998; Чибисов и др., 1998; Бреус, Рапопорт, 2003; Ягодинский, 2003; Гурфинкель, 2004; Самсонов, 2010; и др.]).

В последние десятилетия было установлено (см., например, [Breus et al., 1995; Чибисов и др., 1998; Бреус, Рапопорт, 2003; Гурфинкель, 2004]), что основной мишенью человеческого организма, на которую может оказывать воздействие гелиогеомагнитная активность, является сердце и сердечно-сосудистая система в состоянии патологии. Именно больные с патологией органов кровообращения наиболее чувствительны к изменениям внешних физических факторов. Ранее к подобным выводам пришли и другие исследователи (например, [Гневыхов и др., 1971; Новикова, Рыбкин, 1971]). В работе К.Ф. Новиковой и Б.А. Рывкина [1971] по данным анализа порядка 4000 достоверных клинических случаев инфаркта миокарда (ИМ) в г. Свердловске (ныне – Екатеринбург) было установлено, что число ИМ с увеличением геомагнитной активности увеличивается в 2 раза и более. Подобный вывод был позднее получен Т.И. Андроновой и др. [1982] по результатам анализа 34 500 случаев умерших от ИМ. Этими авторами было установлено, что в магнитовозмущенное время число смертей от ИМ в 1.5 раза больше, чем в спокойных геомагнитных условиях.

В работах, посвященных биотропному влиянию параметров космической погоды на возникновение ИМ, по месячным данным о смертности от ИМ в Болгарии за 1970–1995 гг. и по данным о вызовах бригад СМП в г. Москве по поводу сердечно-сосудистых заболеваний в 1979–1981 гг. было показано, что сезонный ход ИМ в этих удаленных друг от друга пунктах идентичен с высоким коэффициентом линейной корреляции (0.74). Был выявлен четкий максимум ИМ в зимний сезон и минимум летом, что противоречит сезонному ходу геомагнитной активности [Иванова и др., 2002; Клейменова и др., 2007; Клейменова, Козырева, 2008]. Это позволило авторам предположить, что в низких и средних широтах сезонные вариации ИМ в основном определяются не геомагнитными, а медико-биологическими факторами, например сезонными вариациями выработки гормона мелатонина (см., например, [Рапопорт, 2012]), приводящими к большей устойчивости организмов к негативному воздействию геомагнитных

бурь в летний период. Вместе с тем следует отметить, что на приведенных в этих работах графиках можно заметить присутствие как весенних, так и осенних пиков ИМ.

Практически все проведенные ранее исследования влияния космической погоды на больных с сердечно-сосудистой патологией были выполнены в средних широтах. В то же время хорошо известно, что геомагнитная активность резко возрастает с увеличением широты. Во время геомагнитных возмущений в высокоширотной ионосфере на высотах 100–120 км протекает электрический ток (авроральный электроджет) с амплитудой в миллионы ампер. Отсюда становится понятным, что на жителей высоких широт воздействуют более значительные геомагнитные возмущения, чем на жителей средних широт. На это указывалось, например, в работе Н.К. Белишевой и А.А. Конрадова [2005]. Однако серьезных исследований биотропности высокоширотных геомагнитных возмущений на больных с сердечно-сосудистой патологией к настоящему времени не проводилось. Это связано еще и с тем, что число жителей в этих районах во много раз меньше, чем в средних широтах. Кроме того, в высоких широтах живут, как правило, люди более молодые и более здоровые, чем в средних широтах, куда обычно переезжают северяне после выхода на пенсию. Все это приводит к тому, что число больных с сердечно-сосудистой патологией среди северян часто недостаточно для уверенных статистических выводов.

Целью данной работы является исследование влияния космической погоды на сезонные вариации инфарктов миокарда в субавроральных широтах, куда могут проникать высокоширотные геомагнитные возмущения при большой геомагнитной активности. Работа основана на данных о вызовах бригад СМП в г. Якутске (геомагнитные координаты: широта – 56° , долгота – 200°).

Использованные данные

В работе анализируется информация о вызовах бригад СМП г. Якутска по поводу ИМ в 1992 г. (424 случая) и 1998 г. (287 случаев). В качестве основного фактора космической погоды используется уровень геомагнитной возмущенности, определяемый планетарными геомагнитными индексами K_p и АЕ.

Заметим, что 1992 г. был годом начала спада солнечной активности и характеризовался среднегодовым значением индекса солнечной активности $W_p = 94.3$. Предыдущий, т.е. 1991, год с $W_p = 145.7$ был годом максимума солнечной активности. 1998 г. ($W_p = 64.3$) относится к фазе начала роста солнечной активности после минимума в 1996 г. ($W_p = 8.6$). Однако известно, что максимумы солнечной и геомагнитной активности не совпадают, и максимум геомагнитной активности отстает от максимума солнечной активности на 1–2 года. Поэтому в нашем случае мы можем считать 1992 г. (суммарное годовое значение $K_p = 7320$) годом, относящимся к эпохе максимума, а 1998 г. (суммарное годовое значение $K_p = 5889$) – годом вблизи эпохи минимума.

Результаты исследования

Прежде всего отметим, что общее число вызовов бригад СМП по поводу ИМ в 1992 г. в 1.5 раза превышает таковое в 1998 г., т.е. с увеличением геомагнитной активности число инфарктов возрастает.

Было проведено сопоставление числа случаев появления ИМ с K_p -индексом, характеризующим планетарный уровень геомагнитной возмущенности. Для этого использовались суммированные за месяц данные о числе вызовов бригад СМП в г. Якутске по поводу ИМ и значения K_p -индекса. На рис. 1 представлены сезонные вариации этих величин за 1992 и 1998 г. Видно, что почти каждый пик геомагнитной возмущенности (K_p)

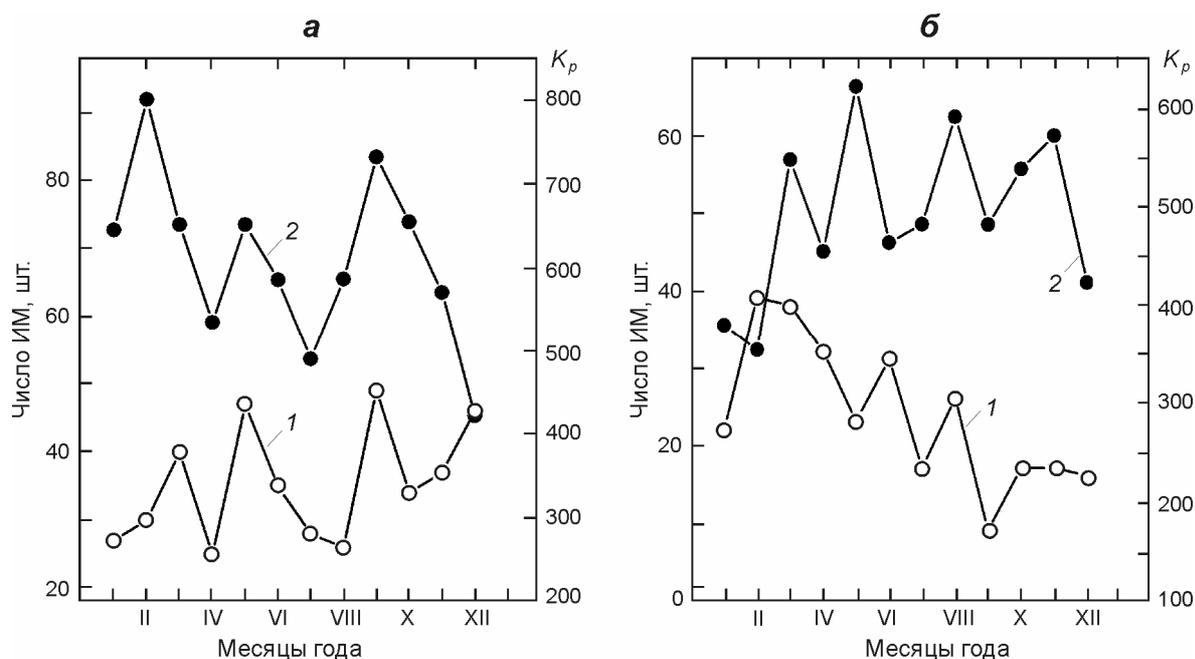


Рис. 1. Вариации месячных значений ИМ (1) и индекса планетарной геомагнитной активности (2) в 1992 (а) и 1998 (б) гг.

сопровождался возрастанием числа ИМ. Однако тренд геомагнитной возмущенности не совпадает с трендом случаев ИМ, что может свидетельствовать о том, что инфаркты связаны лишь с более резкими и значительными геомагнитными возмущениями.

За 1992 г. мы также имели месячные данные об общей смертности от ИМ в Болгарии [Иванова и др., 2002], т.е. на низких широтах. Мы сопоставили эти данные, нормализованные на общее число случаев, с месячными данными о вызовах бригад СМП по поводу ИМ в г. Якутске, также нормализованными на общее число случаев. Результаты сопоставления приведены на рис. 2; там же показаны вариации геомагнитной активности (K_p). Четко видно, что сезонный ход случаев ИМ на низких широтах (Болгария) и в субавроральной зоне (г. Якутск) различен. В Болгарии – это пологий минимум в летние месяцы, а в г. Якутске – несколько максимумом, в основном совпадающих с резкими пиками магнитной активности.

Известно, что типичным проявлением геомагнитной активности в высоких широтах является развитие магнитосферных суббурь, т.е. усиление в ионосфере авроральных электроструй, что проявляется при наземных геомагнитных наблюдениях появлением в ночном секторе бухтообразных магнитных возмущений длительностью 1–3 ч. Обычно их амплитуда максимальна в послеполуночные часы местного геомагнитного времени и быстро уменьшается с широтой. Индексом, характеризующим планетарную суббуревую активность, является АЕ-индекс (или просто АЕ). Были вычислены суммированные за месяц значения АЕ-индекса в течение исследуемых годов. Полученные значения сравнивались с вариациями месячных величин K_p (рис. 3). Выявилась хорошая корреляция их максимумов, что свидетельствует о том, что усиление планетарной геомагнитной активности всегда сопровождается усилением суббуревых возмущений.

С ростом геомагнитной активности область, в которой наблюдаются суббури, смещается в более низкие широты. Таким образом, совпадение максимумов случаев ИМ с максимумами K_p (см. рис. 1) может быть результатом смещения геомагнитной активности из авроральных в субавроральные широты. Покажем это на примере отдельных

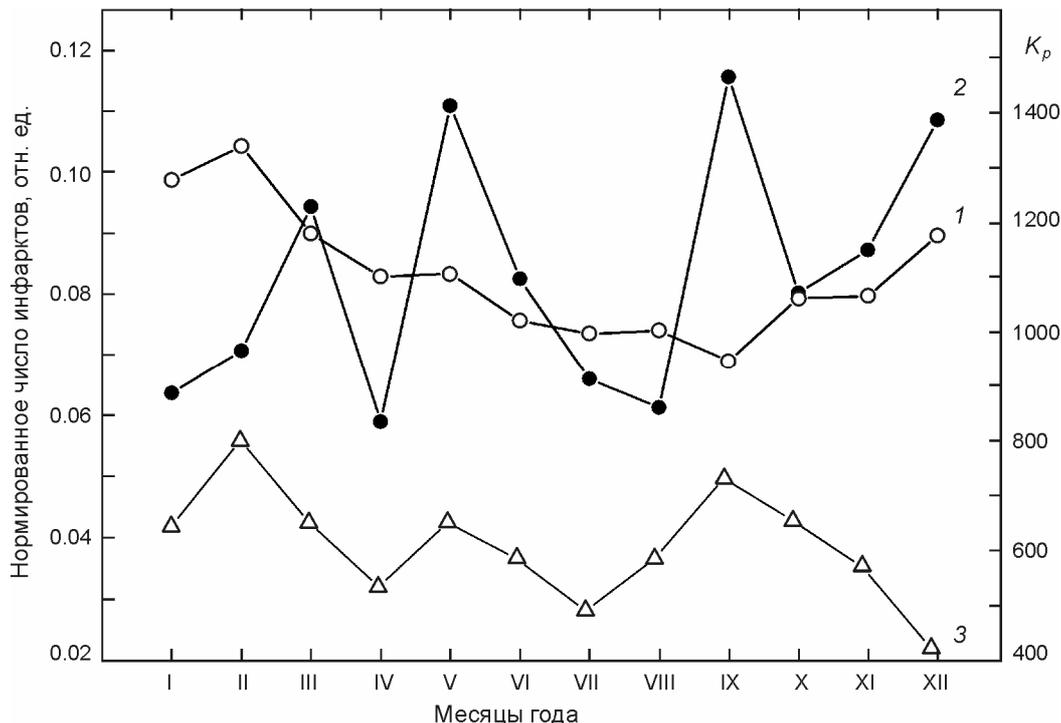


Рис. 2. Вариации месячных значений показателя общей смертности от ИМ в Болгарии (1) и числа вызовов бригад СМП в г. Якутске по поводу ИМ (2) и планетарной геомагнитной активности (3) в 1992 г.

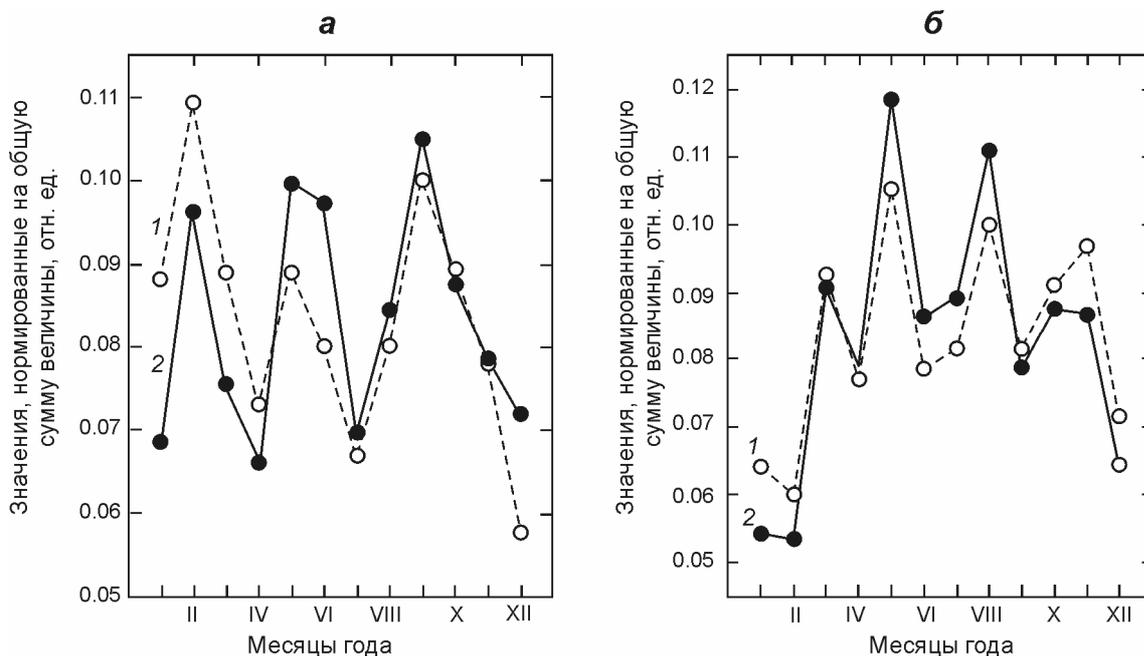


Рис. 3. Вариации месячных значений индексов планетарной геомагнитной активности (1) и АЕ (2) в 1992 (а) и 1998 (б) гг.

больших магнитных бурь, являющихся главным фактором космической погоды, для чего воспользуемся данными магнитных наблюдений проекта «210-й Магнитный меридиан» в 1998 г. на профиле станций, расположенных на различных геомагнитных широтах приблизительно вдоль геомагнитного меридиана 210° (напомним, что геомагнитная долгота г. Якутска равна 200°).

Рассмотрим магнитную бурю 10.03.1998 г., обусловившую пик планетарной магнитной активности (K_p -индекс) в марте 1998 г. (см. рис. 1). На рис. 4, *a* приведены магнитограммы высокоширотных станций, расположенных на разных долготах, в том числе трех станций вблизи якутского меридиана: Тикси (ТИХ), Зырянка (ЗЫК) и Магадан (МГД). Последние две станции находятся на час восточнее г. Якутска (геомагнитная

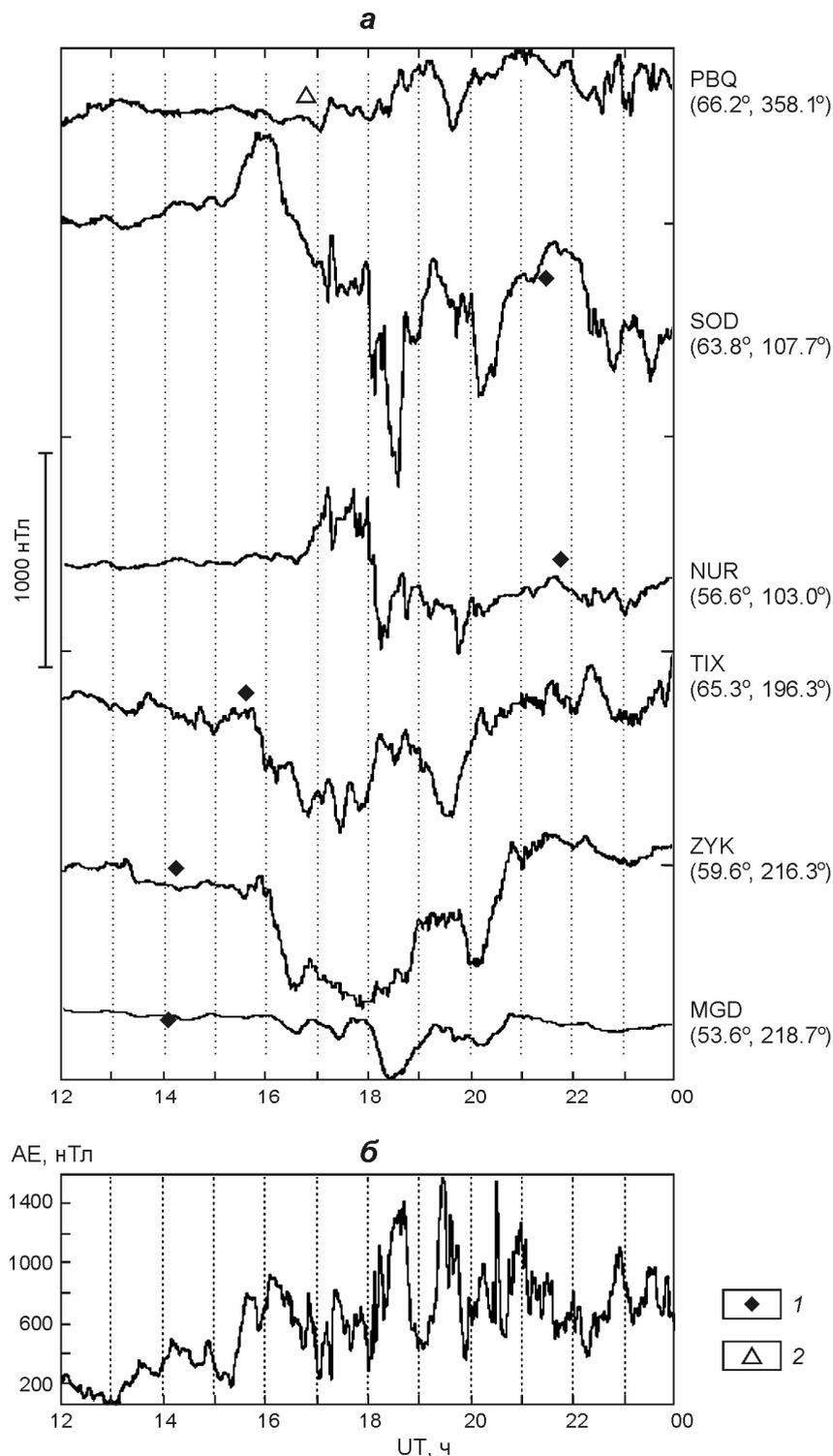


Рис. 4. Записи геомагнитных наблюдений на мировой сети станций и профили «Меридиан 210» (*a*) и вариации АЕ-индекса (*б*) в магнитную бурю 10.03.1998 г.

Справа на рис. 4, *a* приведены международные коды станций и их геомагнитные координаты. 1 – местная геомагнитная полночь; 2 – местный геомагнитный полдень

полночь в г. Якутске – в 15.15 UT). По геомагнитной широте г. Якутск располагается между Зырянкой и Магаданом. Выбран интервал времени, соответствующий максимуму данной магнитной бури с $K_p = 7+$. Видно, что наиболее сильные геомагнитные возмущения наблюдаются в ночном секторе – от предполуночных (SOD, NUR) до ранних утренних (TIX, ZYK) часов местного магнитного времени. В дневном секторе (PBQ) магнитных возмущений в это время практически нет. Зато магнитосферная суббуря наблюдается на геомагнитном меридиане г. Якутска, находящемся в ночном секторе, и даже в г. Магадане, т.е. южнее г. Якутска. Таким образом, геомагнитные возмущения во время магнитной бури 10.03.1998 г., безусловно, отмечались и в г. Якутске, т.е. могли оказывать негативное влияние на больных, приводя к увеличению числа ИМ.

В то же время в мае 1998 г. большой максимум значений K_p не сопровождался увеличением числа ИМ. Рассмотрим этот интервал времени подробнее. Резкий рост суммарных значений K_p в мае был обусловлен сильной магнитной бурей, при этом максимум геомагнитной возмущенности наблюдался 4 мая ($K_p = 9$). На рис. 5, а приведены магнитограммы высокоширотных станций, расположенных на разных долготах, во время максимума бури. Как и в магнитной буре 10.03.1998 г. (см. рис. 4), наиболее сильные геомагнитные возмущения наблюдались в ночном секторе – от предполуночных (СМО, PBQ) до ранних утренних (PBQ, NAQ, LRV) часов местного магнитного времени. Геомагнитный меридиан г. Якутска находился в дневном (послеполуденном) секторе местного магнитного времени, где существенных геомагнитных возмущений и суббурь не отмечалось. Вполне логично предположить, что отсутствие суббурь стало причиной того, что вопреки ожиданию, увеличения числа случаев ИМ не произошло.

Во время обеих рассмотренных выше магнитных бурь значения планетарного АЕ-индекса были высокими. Однако во время магнитной бури 10.03.1998 г. высокие значения АЕ-индекса (~1400 нТл) наблюдались в 18–20 UT, что соответствует ранним утренним часам местного магнитного времени, т.е. типичному времени развития магнитосферных суббурь, которые в это время и наблюдались в г. Якутске. Такая геофизическая ситуация привела к увеличению числа ИМ.

Во время магнитной бури 04.05.1998 г. высокие значения АЕ-индекса (~2500 нТл) отмечались в 03–04 UT, что соответствует местному магнитному полдню в г. Якутске, т.е. времени, когда, как правило, магнитосферных суббурь не наблюдается. Это способствовало отсутствию увеличения числа ИМ, несмотря на высокие значения планетарных K_p и АЕ-индексов.

Таким образом, установлено, что негативные эффекты на больных ИМ могут оказывать только те планетарные геомагнитные возмущения, развитие которых приходится на местное ночное время, типичное для магнитосферных суббурь. Это значит, что использование при проведении корреляционных анализов индексов планетарной геомагнитной активности не всегда корректно.

Понятно, что говорить о влиянии магнитных бурь и суббурь на больных ИМ на энергетическом уровне абсурдно. Поэтому в работе [Клейменова, Трошуккая, 1992] было высказано предположение, что биотропное действие магнитных бурь и суббурь зависит от их волновой структуры и спектра геомагнитных пульсаций, представляющих так называемую тонкую структуру магнитной бури. Геомагнитные пульсации – это короткопериодные колебания геомагнитного поля в диапазоне частот от тысячных долей герца до нескольких герц. Одним из наиболее «перспективных» типов геомагнитных пульсаций, возможно, оказывающих влияние на сердечно-сосудистую систему человека, могут быть геомагнитные пульсации Pc1, периоды которых находятся в диапазоне сердечных сокращений. В работах [Клейменова и др., 2007; Клейменова, Козырева, 2008]

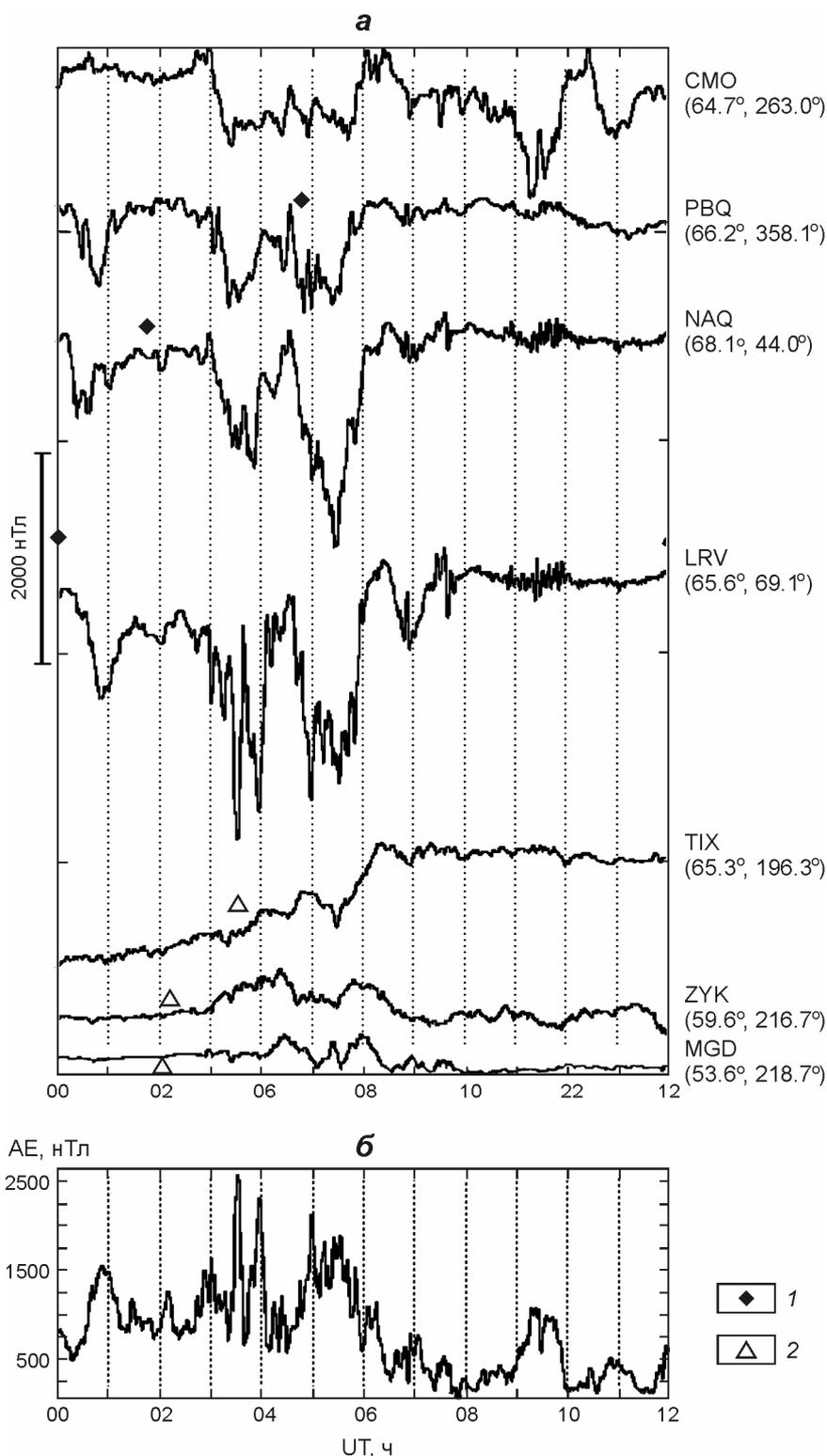


Рис. 5. То же, что на рис. 4, для магнитной бури 04.05.1998 г.

показана хорошая корреляция сезонного хода ИМ в Болгарии (низкие геомагнитные широты) с сезонным ходом длительности геомагнитных пульсаций Pc1 в средних широтах. Среднеширотные пульсации Pc1 характерны для восстановительной фазы магнитных бурь, т.е. для периода после окончания главной фазы магнитной бури, когда планетарная геомагнитная возмущенность невысока. Увеличение числа клинических

случаев ИМ с появлением пульсаций Pc1 на записях земных токов было ранее отмечено в работе [Новикова, Рывкин, 1971]. Анализ данных о вызовах бригад СМП по поводу ИМ в г. Москве в 1979–1981 гг. показал [Клейменова и др., 2007], что в 69 % случаев они по времени коррелировали с появлением геомагнитных пульсаций Pc1 в записях обсерватории «Борок», расположенной в средних широтах.

В высоких и субавроральных широтах во время магнитных суббурь всегда наблюдается другой вид геомагнитных пульсаций в том же диапазоне частот, что и пульсации Pc1, но в отличие от Pc1 они имеют не монохроматический, а шумовой спектр. Это типичные для ночных и утренних часов геомагнитные пульсации Pi1. Их спектр также попадает в диапазон сердечных сокращений человека. К сожалению, регистрация пульсаций этого диапазона в г. Якутске не проводится. Однако можно рассмотреть особенности пульсаций Pi1 на другом геомагнитном меридиане в субавроральных широтах, например в Скандинавии.

На рис. 6 показана спектрограмма пульсаций Pi1, сопровождающих магнитную суббурю, полученная в обсерватории Соданкюля (SOD) (геомагнитный меридиан 63.8°) в Скандинавии во время магнитной бури 10.03.1998 г. Видно, что каждое геомагнитное возмущение (минисуббуря) сопровождается всплеском шумовых пульсаций Pi1 в диапазоне частот от 0.5 до 3–4 Гц.

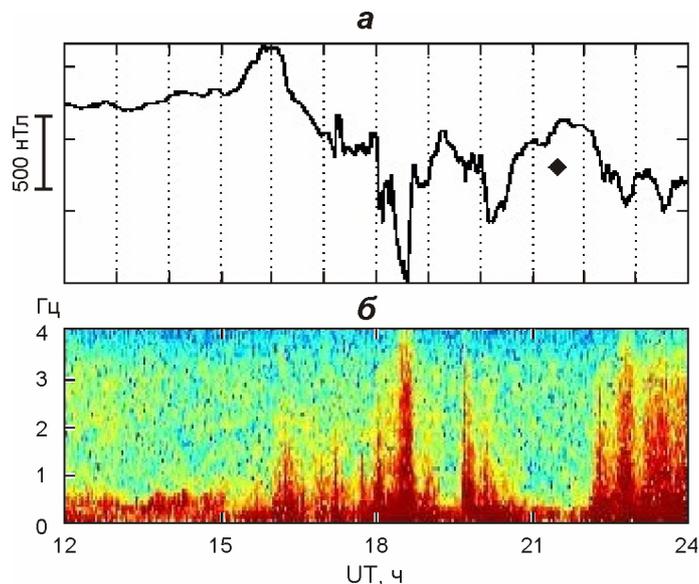


Рис. 6. Пример типичной спектрограммы геомагнитных пульсаций Pi1, полученной на авроральной обсерватории Соданкюля (геомагнитная широта – 63.8°) во время магнитной бури 10.03.1998 г.

Подобные наблюдения на более низких широтах в Скандинавии были начаты в 2000 г. На рис. 7 для примера показана спектрограмма пульсаций Pi1, сопровождающих магнитную суббурю во время магнитной бури 15.12.2006 г., полученная в обсерватории Нурмиерви (NUR) (геомагнитный меридиан 56.6°), расположенной на тех же геомагнитных широтах, что и г. Якутск.

Можно предположить, что именно пульсации Pi1 являются тем биотропным агентом, который, подобно пульсациям Pc1 в средних широтах, может оказывать негативное влияние на больных ИМ в субавроральных и высоких широтах. В ряде работ (см., например, [Темурьянц и др., 1992; Птицына и др., 1998]) приведены многочисленные примеры биологических эффектов переменных электромагнитных полей очень малых напряженностей.

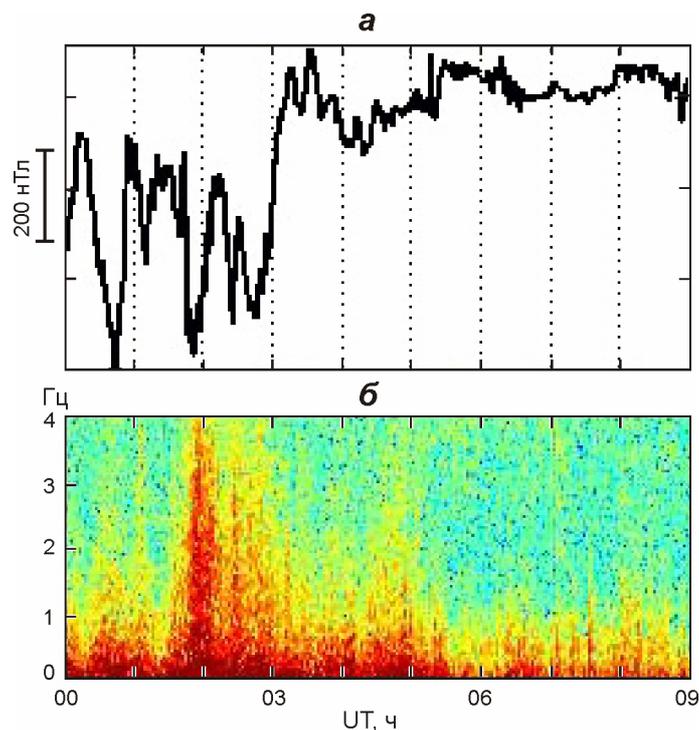


Рис. 7. Пример типичной спектрограммы геомагнитных пульсаций Pi1 на геомагнитной широте 56.6°, сопровождающих магнитосферную суббурю 15.12.2006 г.

**Распределение больных инфарктом миокарда по полу и возрасту
по данным вызовов бригад СМП г. Якутска**

Возраст, лет	Пол	1992 г.		1998 г.	
		Число вызовов с ИМ	%*	Число вызовов с ИМ	%*
30–39	М	62	27.8	12	9.02
	Ж	6	3.26	5	3.47
40–49	М	33	14.8	30	22.56
	Ж	12	6.52	13	9.03
50–59	М	58	26.01	36	27.07
	Ж	86	46.74	65	45.14
60–69	М	36	16.14	27	20.3
	Ж	44	23.92	26	18.05
70 и выше	М	34	15.25	28	21.05
	Ж	36	19.56	35	24.31
Всего	М	223	54.79	133	48.01
	Ж	184	45.21	144	51.99

Примечание. М – мужчины; Ж – женщины. * – проценты от общего числа вызовов бригад СМП по поводу ИМ.

Интересный вывод был получен нами и в медицинском аспекте. В таблице приведено распределение по полу и возрасту больных ИМ по данным вызовов бригад СМП в г. Якутске. Из данных таблицы следует, что общее число вызовов бригад СМП по поводу ИМ в 1992 г. превышало число таких вызовов в 1998 г. в среднем в 1.5 раза

(у мужчин – в 1.7 раза, у женщин – в 1.3 раза). Кроме того, в год вблизи минимума активности (1998 г.) большее число ИМ наблюдалось у женщин, а в год вблизи максимума активности (1992 г.) – у мужчин, причем преимущественно у мужчин 30–40-летнего возраста. Можно предположить, что увеличение гелиогеофизической активности приводит к увеличению числа ИМ в первую очередь у мужчин, особенно у мужчин в возрасте 30–40 лет.

Обсуждение результатов

Выявленное совпадение максимумов геомагнитной возмущенности с максимумами случаев ИМ, а также превышение числа ИМ в год вблизи максимума гелиогеофизической активности (1992 г.) по сравнению с годом вблизи минимума активности (1998 г.) указывает на возможное влияние геомагнитных возмущений на больных инфарктом миокарда людей в субавроральных широтах. Безусловно, что в городских условиях проявление гелиобиологических эффектов завуалировано влиянием антропогенных факторов окружающей среды. Поскольку интенсивность природных электромагнитных полей чрезвычайно низкая, концепция воздействия естественных электромагнитных полей на живые организмы долгое время не получала должного оформления. Заметный прогресс в решении этого вопроса наметился в связи с успехами в теории и практических исследованиях переходов, индуцированных шумом (см., например, работу [Horschemke et al., 1984]). Так, стало известно, что слабые (на уровне шума) сигналы играют важную роль в самоорганизации открытых нелинейных систем, каковыми являются биологические объекты. В качестве одного из физических механизмов в теории индуцированных шумом переходов рассматривается стохастический резонанс. Он описывает захват частоты слабого внешнего периодического сигнала (который сам по себе не может оказать воздействие на биологическую систему) под влиянием слабого шума, инициирующего стохастические (хаотические) переходы системы из одного равновесного состояния в другое, модулированные периодическим сигналом. При этом только шум определенной интенсивности позволяет осуществить такой захват. Этот физический механизм объясняет главное противоречие проблемы: почему слабые естественные электромагнитные поля в данном случае «работают», а более интенсивные антропогенные «не работают».

Исходя из вышеизложенного, геомагнитные пульсации P11, как и пульсации Pс1 в диапазоне частот 0.5–4.0 Гц могут оказаться важным биотропным агентом влияния космической погоды на частоту возникновения ИМ. Однако следует отметить, что несмотря на многочисленные исследования, действующий агент и механизм взаимодействия до сих пор достоверно не установлены.

Заключение

Проведенные авторами настоящей статьи исследования и анализ литературных данных показали, что в отличие от низких и средних широт в субавроральных широтах (вероятно, также и в авроральных) сезонное распределение случаев ИМ у людей определяется не только медицинскими, но и геомагнитными факторами, т.е. космической погодой. При этом негативные эффекты на больных ИМ могут оказывать только те планетарные геомагнитные возмущения, развитие которых приходится на местное ноч-

ное время – время, типичное для магнитосферных суббурь. Это значит, что при проведении корреляционных исследований использование индексов планетарной геомагнитной активности будет не всегда корректным.

Если в средних широтах действующим биотропным агентом могут быть геомагнитные пульсации $Pc1$, типичные для восстановительной фазы магнитной бури после окончания геомагнитных возмущений, то в субавроральных широтах (вероятно, и в авроральных) такую же роль могут играть ночные геомагнитные пульсации $Pi1$, сопровождающие каждую суббурю. Частотный диапазон обоих типов пульсаций попадает в диапазон сердечных сокращений человека.

Благодарности

Авторы выражают благодарность доценту Медицинского института Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова А.А. Стрекаловской за предоставление данных о случаях инфаркта миокарда в г. Якутске.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 12-02-98508-р_восток_a, № 12-05-98522-р_восток_a, № 13-05-00263_a).

Литература

- Авдюшин С.И., Данилов А.Д.* Рассказ о космической погоде. Л.: Гидрометеоздат, 1993. 160 с.
- Андропова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П.* Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека. Л.: Медицина, 1982. 247 с.
- Белишева Н.К., Конрадов А.А.* Значение вариаций геомагнитного поля для функционального состояния организма человека в высоких широтах // Геофизические процессы и биосфера. 2005. Т. 4, № 1/2. С. 44–52.
- Бреус Т.К., Рапопорт С.И.* Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты. М.: Сов. спорт, 2003. 192 с.
- Владимирский Б.М., Кисловский Л.Д.* Солнечная активность и биосфера. М.: Знание, 1982. 63 с.
- Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Самохвалов В.П.* Космос и биологические ритмы. Симферополь: СГУ, 1995. 206 с.
- Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., Мартынюк В.С.* Космическая погода и наша жизнь. Фрязино: Век-2, 2004. 224 с.
- Гневнышев М.Н., Новикова К.Ф., Оль А.И., Токарева Н.В.* Скоропостижная смерть от сердечно-сосудистых заболеваний и солнечная активность // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. М.: Наука, 1971. С. 179–187.
- Гурфинкель Ю.И.* Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность. М.: ИИКЦ «Эльф-3», 2004. 170 с.
- Иванова П.К., Клейменова Н.Г., Гамбурцев А.Г.* Смертность от инфаркта миокарда в Болгарии // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 3. Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объекты взаимодействия. М.: Янус-К, 2002. С. 561–563.
- Клейменова Н.Г., Козырева О.В.* Магнитные бури и инфаркты: всегда ли бури опасны // Геофизические процессы и биосфера. 2008. Т. 7, № 3. С. 5–24.

- Клейменова Н.Г., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации как один из экологических факторов среды // Биофизика. 1992. № 37, вып. 3. С. 429–439.
- Клейменова Н.Г., Козырева О.В., Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Сезонные вариации инфарктов миокарда и возможное биотропное влияние короткопериодных пульсаций геомагнитного поля на сердечно-сосудистую систему // Биофизика. 2007. Т. 52, вып. 6. С. 1112–1119.
- Комаров Ф.И., Бреус Т.К., Рапопорт С.И. и др. Гелиогеофизические факторы и их воздействие на циклические процессы в биосфере. М., 1989. 175 с. (Итоги науки и техники. Сер. Медицинская география).
- Новикова К.Ф., Рывкин Б.А. Солнечная активность и сердечно-сосудистые заболевания // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. М.: Наука, 1971. С. 164–179.
- Птицына Н.Г., Виллорези Дж., Дорман Л.И., Юччи Н., Тясто М.И. Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья // Успехи физических наук. 1998. Т. 168, № 7. С. 767–791.
- Рапопорт С.И. Мелатонин: перспективы применения в клинике. М.: Има-пресс, 2012. 176 с.
- Самсонов С.Н. Параметры космической погоды и состояние сердечно-сосудистой системы человека: групповые и популяционные эффекты // Биотропное воздействие космической погоды / Под ред. М.В. Рагульской. СПб.: ВВМ, 2010. С. 69–90.
- Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. Киев: Наук. думка, 1992. 188 с.
- Холодов Ю.А. Шестой незримый океан. М.: Знание, 1978. 112 с.
- Чибисов С.М., Овчинникова Л.К., Бреус Т.К. Биологические ритмы сердца и «внешний» стресс. М.: РУДН, 1998. 288 с.
- Ягодинский В.Н. Нами правит космос. М.: РИПОЛ КЛАССИК, 2003. 576 с.
- Baevsky R.M., Petrov V.M., Cornelissen G. et al. Meta-analyzed heart rate variability, exposure to geomagnetic storms, and the risk of ischemic heart disease // Scripta Medica. 1994. V. 70. P. 99–204.
- Breus T., Cornelissen G., Halberg F., Levitin A.E. Temporal associations of life with solar and geophysical activity // Ann. Geophys. 1995. V. 13. P. 1211–1222.
- Horsthemke W., Lefever R. // Noise-induced transitions: Theory and applications in physics, chemistry and biology. Berlin; Tokyo: Springer, 1984. 395 p.

Сведения об авторах

САМСОНОВ Сергей Николаевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Институт космофизических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН. 677980, г. Якутск, просп. Ленина, д. 31. Тел.: +7 (924) 166-56-33. E-mail: s_samsonov@ikfia.ysn.ru

КЛЕЙМЕНОВА Наталья Георгиевна – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, г. Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: +7 (916) 070-46-17. E-mail: kleimen@ifz.ru

КОЗЫРЕВА Ольга Васильевна – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, г. Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10. Тел.: +7 (499) 254-30-68. E-mail: kozyreva@ifz.ru

ПЕТРОВА Пальмира Георгиевна – доктор медицинских наук, профессор, директор, Медицинский институт Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Амосова. 677027, г. Якутск, ул. Белинского, д. 58. Тел. +7 (914) 272-74-71. E-mail: mira_44@mail.ru

INFLUENCE OF SPACE WEATHER ON DISEASES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM OF A HUMAN BEING IN SUBAURORAL LATITUDES

S.N. Samsonov¹, N.G. Kleimenova^{2,3}, O.V. Kozyreva^{2,3}, P.G. Petrova⁴

¹ Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy, Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

² Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³ Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁴ Institute of Medicine of the Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

Abstract. In the work a relationship of the number of calls for the emergency medical care (EMC) concerning myocardial infarctions in Yakutsk (subauroral geomagnetic latitudes) to space weather parameters during years in proximity to the maximum (1992) and minimum (1998) of geomagnetic disturbances is investigated. A comparison of seasonal change of the number of calls for EMC to patients at subauroral latitudes with a simultaneous seasonal change of deaths from myocardial infarctions at low latitudes (Bulgaria) has shown their significant difference. So, in Bulgaria the maximum of myocardial infarction was registered in winter, and the minimum was in summer, and in Yakutsk a few maxima coinciding with sharp and significant increases of a level of planetary geomagnetic disturbance were observed. The analysis of experimental results has allowed to assume that at subauroral latitudes unlike low latitudes a great role in aggravations of myocardial infarction the increase of geomagnetic activity plays, namely, the occurrence of night magnetospheric substorms which are also observed at subauroral latitudes at geomagnetic disturbed time. Substorms are always accompanied by irregular geomagnetic Pi1 pulsations with the periods of (0.5–3) Hz. These pulsations can be biotropic, as well as steady quasi-sinusoidal geomagnetic Pc1 pulsations at mid- and low latitudes.

Keywords: space weather, subauroral latitudes, geomagnetic pulsations, geomagnetic disturbance, cardiovascular system, myocardial infarctions.