

БИОТРОПНЫЕ ЭФФЕКТЫ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ И ИХ СЕЗОННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

© 2001 г. В.П. Кулешова, С.А. Пулинец, Е.А. Сазацова*, А.М. Харченко**

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН, 142092, Троицк Московской области;

**Медицинское объединение РАН, 142092, Троицк Московской области;*

***Физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 119899, Москва, Воробьевы горы*

Поступила в редакцию 20.04.98 г.

После доработки 07.10.98 г.

Выявлено статистически обоснованное с доверительной вероятностью $P \approx 0,95$ воздействие геомагнитных бурь на здоровье человека. Представлены количественные оценки биотропного эффекта. Так, частота появления всплесков, превышающих среднее число госпитализированных больных по поводу психических и сердечно-сосудистых заболеваний, во время магнитных бурь возрастает в ~ 2 раза относительно спокойных периодов (1983–84 гг.). Частота появления инфаркта миокарда, стенокардии, нарушения сердечного ритма, острого нарушения мозгового кровообращения в периоды бурь возрастает в 2,1; 1,6; 1,6; 1,5 раза соответственно по сравнению с магнитоспокойными интервалами времени (1992–96 гг.). Выявлено подобие сезонного распределения величины биотропного эффекта в случае инфаркта миокарда и числа магнитных бурь: максимум – в равноденствие, минимум – летом.

Ключевые слова: геомагнитные бури, биотропные эффекты.

Процессы, происходящие в биосфере, тесно связаны с солнечной активностью. На живые объекты действует не само аномальное событие на Солнце, а его отражение в околоземном пространстве. Таким экологическим фактором ряд авторов считают вариации геомагнитного поля в диапазоне сверхнизких частот (СНЧ). Выявлена высокая чувствительность биологических систем к этому фактору. Интенсивность СНЧ-диапазона максимальна по сравнению с другими частотными диапазонами в спокойные периоды и особенно во время геомагнитных бурь [1,2]. Модельные эксперименты обнаруживают биологическую активность слабых электромагнитных полей диапазона СНЧ, что проявляется в отклонениях от нормы параметров крови, сердечно-сосудистой и нервной систем [3,4]. В работе [5] показано, что даже в условиях Москвы, где уровень техногенных электромагнитных полей очень велик, в группе подопыт-

ных кроликов наблюдались синхронные изменения функциональных и биохимических показателей, вызванные большой геомагнитной бурей. В то же время, несмотря на большое число работ [6–8], в которых изучается воздействие геомагнитной активности на здоровье человека, четкой картины этого воздействия еще не сформировалось. Количественные оценки биотропного влияния естественных электромагнитных полей противоречивы.

В настоящей работе представлено исследование по выявлению биотропных эффектов геомагнитных бурь и их сезонных закономерностей, с использованием сведений о частоте появления психических и сердечно-сосудистых патологий. В работе [9] было показано, что в периоды магнитных бурь наблюдается всплеск суточного числа госпитализаций скорой помощью Москвы больных с психическими и сердечно-сосудистыми патологиями. Так, в 1983–84 гг. во время 87% всех бурь (а всего их было 107), независимо от их интенсивности, наблюдался всплеск суицидов (попыток самоубийств), 77% бурь – всплеск психических заболеваний, 83% бурь – всплеск инфарктов миокарда, 89%

Сокращения: СНЧ – сверхнизкие частоты, ИМ – инфаркт миокарда, СТ – стенокардия, НР – нарушение сердечного ритма, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения.

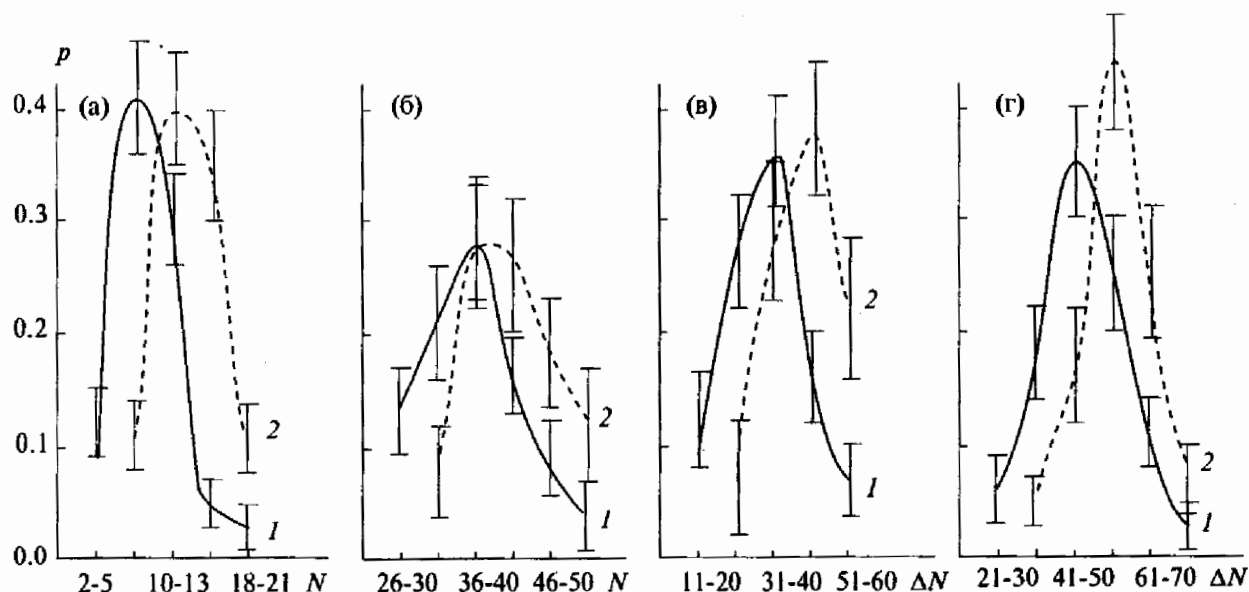


Рис. 1. Распределение частоты появления (p) отдельных диапазонов суточного числа госпитализаций N (а,б) или суточного числа госпитализаций без недельной вариации ΔN (в,г) по отдельным патологиям (n – число рассмотренных патологий): (а) – суицид ($n \approx 6600$); (б) – психические заболевания ($n \approx 2400$); (в) – инфаркт миокарда ($n \approx 33000$); (г) – поражение сосудов головного мозга ($n \approx 42000$) в магнитоспокойные периоды (кривые 1), в периоды геомагнитных бурь и в течение 2 сут после них (кривые 2) в 1983–84 гг.

бурь – всплеск поражения сосудов головного мозга. Существуют другие внешние факторы, влияющие на здоровье человека (метеоусловия, техногенные явления, социальные условия и др.) также вызывающие рост указанных патологий. Для того, чтобы показать, что результаты, приведенные в работе [9], не являются случайным совпадением периодов магнитных бурь и всплесков медицинских показателей, рассматривается распределение суточного числа госпитализаций больных по отдельным патологиям N во время геомагнитных бурь, а также в течение двух дней после бурь (эффект последствия) и в спокойные периоды. Следует отметить, что в случае инфаркта миокарда и поражения сосудов головного мозга наблюдается четкая недельная вариация с амплитудой 30–40 госпитализаций,

по-видимому, связанная с социальными причинами. Чтобы не исказить результаты исследований, эта вариация была исключена из первичных данных. ΔN – суточное число госпитализаций без недельной вариации. Как и в [9], в первичных медицинских данных, учитывалась сезонная (годовая) вариация, которая в интервале 1–5 сут (продолжительность магнитной бури) пренебрежимо мала. Все магнитные бури носили планетарный характер, т.е. сопровождалась развитием асимметричного экваториального кольцевого тока (D_{st} -вариация).

На рис. 1 представлены распределения частоты появления отдельных диапазонов суточного числа госпитализаций по исследуемым патологиям. Видно, что во всех случаях кривые

Таблица 1. Сравнение суммарной частоты появления госпитализаций по отдельным патологиям для диапазонов, превышающих среднесуточное число госпитализаций за весь период ($> \bar{N}$ или $\Delta \bar{N}$ – без недельной вариации) во время магнитных бурь (d) и без них (q) (Σp_d и Σp_q)

Периоды	Суицид Σp ($> \bar{N} = 11$)	Психические заболевания Σp ($> \bar{N} = 40$)	Инфаркт миокарда Σp ($> \Delta \bar{N} = 40$)	Поражение сосудов головного мозга Σp ($> \Delta \bar{N} = 50$)
Период магнитной бури (d)	0,69	0,61	0,62	0,78
Спокойный период (q)	0,33	0,30	0,23	0,39
$\Sigma p_d / p_q$	2,1	2,0	2,7	2,0

Таблица 2. Сравнение среднесуточной частоты появления (p) отдельных патологий с доверительным интервалом ($p \pm \Delta p$) для доверительной вероятности $P \approx 0,95$ во время магнитных бурь (d) и без них (q)

Патология	Период	1992–1993 гг. $d = 285$ дней, $q = 446$ дней			1992–96 гг. $d = 285$ дней, $q = 446$ дней		
		n^*	$p, p \pm \Delta p$	p_d/p_q	n^*	$p, p \pm \Delta p$	p_d/p_q
ИМ	d	152	$0,47 < 0,53 < 0,59$	2,5	355	$0,50 < 0,54 < 0,58$	2,1
	q	96	$0,17 < 0,21 < 0,25$		304	$0,23 < 0,26 < 0,29$	
СТ	d	53	$0,14 < 0,18 < 0,25$	–	145	$0,19 < 0,22 < 0,25$	1,6
	q	54	$0,09 < 0,12 < 0,15$		164	$0,12 < 0,14 < 0,16$	
НР	d	91	$0,27 < 0,32 < 0,37$	1,4	237	$0,32 < 0,36 < 0,40$	1,6
	q	96	$0,18 < 0,22 < 0,25$		269	$0,20 < 0,23 < 0,26$	
ОНМК	d	85	$0,25 < 0,30 < 0,35$	1,9	204	$0,27 < 0,31 < 0,35$	1,5
	q	71	$0,13 < 0,16 < 0,20$		246	$0,18 < 0,21 < 0,24$	

* n – Число патологий.

распределения в периоды бурь смещены в сторону больших значений числа госпитализаций относительно распределений в магнитоспокойные периоды. Выполнение критерия $np(1-p) > 9$ (где n – число суток, p – частота появления отдельного диапазона суточного числа госпитализаций) позволяет использовать метод оценки вероятности события по доверительным интервалам. На кривых распределения обозначены доверительные интервалы ($\pm \Delta p$) для уровня значимости $P = 0,95$. Видно, что доверительные интервалы в возмущенные и магнитоспокойные периоды практически не перекрываются, что свидетельствует о связи числа госпитализаций больных по поводу психических и сердечно-сосудистых патологий с геомагнитными бурями. Проведенный анализ позволяет дать количественную оценку выявленного биотропного эффекта. В табл. 1 представлена суммарная частота госпитализаций по отдельным патологиям Σp для диапазонов, превышающих среднее число госпитализаций за весь период ($> \bar{N}$ или $\Delta \bar{N}$), а также отношение этих величин в возмущенные d и магнитоспокойные q периоды ($\Sigma p_d / \Sigma p_q$). Видно, что для всех патологий это отношение не менее 2 (а для инфаркта миокарда $\sim 2,7$), т.е. во время геомагнитных бурь частота появления всплесков, превышающих среднее число госпитализаций, возрастает по крайней мере в два раза относительно спокойного периода, что свидетельствует о достаточно большой интенсивности биотропного эффекта геомагнитных бурь.

В работе [10] по данным реанимационного отделения ЦКБ №3 МПС было показано, что в 1992–93 гг. в периоды геомагнитных бурь и в течение двух дней после частота появления инфарктов миокарда, острых нарушений мозгового кровообращения, стенокардии и нарушений сердечного ритма возрастает в 2,5; 2,0; 1,5; 1,5 раза соответственно по сравнению с магнитоспокойными периодами. В настоящем исследовании, дополненном до 1996 г. включительно сведениями по указанным патологиям, полученными из двух больниц МО РАН, представлены статистические оценки полученных результатов, что не было сделано в работе [10]. Учитывая, что суточная интенсивность этих данных была невелика (0–3 случая), исследовали суммарное число патологий за несколько лет. В табл. 2 за периоды 1992–93 и 1992–96 гг. представлены частоты появления отдельных патологий, приведенные к суткам, во время магнитных бурь и без них (p_d и p_q). Указаны также доверительные интервалы ($\pm \Delta p_d$ и $\pm \Delta p_q$) для уровня значимости $P \approx 0,95$ (критерий $np(1-p) > 9$ выполнялся во всех случаях). Из данных, полученных в 1992–96 гг., видно, что доверительные интервалы частоты появления всех патологий во время бурь и без них не перекрываются, что указывает на биотропный характер геомагнитных бурь. В период 1992–93 гг. не удалось выявить влияние геомагнитной активности на появление стенокардии, что скорее всего связано с недостаточной статистикой. От-

Таблица 3. Сравнение сезонной среднесуточной частоты появления (p) отдельных патологий во время магнитных бурь (d) и без них (q) в период 1992–96 гг. с доверительным интервалом ($p \pm \Delta p$) для доверительной вероятности $P \approx 0,95$

Патология	Период	Зима		Равноденствие		Лето	
		$p, p \pm \Delta p$	P_d/p_q	$p, p \pm \Delta p$	P_d/p_q	$p, p \pm \Delta p$	P_d/p_q
ИМ	d	0,56 < 0,63 < 0,70	2,2	0,43 < 0,50 < 0,57	2,4	0,40 < 0,48 < 0,56	1,8
	q	0,24 < 0,29 < 0,34		0,16 < 0,21 < 0,26		0,22 < 0,26 < 0,30	
СТ	d	0,16 < 0,22 < 0,28	-	0,20 < 0,25 < 0,30	1,8	0,11 < 0,16 < 0,21	-
	q	0,10 < 0,14 < 0,18		0,10 < 0,14 < 0,18		0,12 < 0,15 < 0,18	
НР	d	0,33 < 0,40 < 0,47	2,2	0,28 < 0,34 < 0,40	-	0,28 < 0,36 < 0,44	-
	q	0,14 < 0,18 < 0,22		0,22 < 0,27 < 0,32		0,21 < 0,25 < 0,29	
ОНМК	d	0,30 < 0,37 < 0,44	1,9	0,20 < 0,25 < 0,30	-	0,25 < 0,32 < 0,39	1,6
	q	0,15 < 0,19 < 0,23		0,19 < 0,24 < 0,29		0,16 < 0,20 < 0,24	

ношение P_d/p_q дает количественную оценку биотропного эффекта. Из таблицы видно, что в 1992–96 гг. во всех случаях $P_d/p_q > 1$, а именно частота появления инфаркта миокарда, стенокардии, нарушения сердечного ритма, острого нарушения мозгового кровообращения во время геомагнитных бурь и до двух дней после них возрастает в ~ 2,1; 1,6; 1,6; 1,5 раза соответственно относительно спокойного периода.

За период 1992–96 гг. рассмотрены сезонные особенности появления острых сердечно-сосудистых патологий во время бурь и без них. Даны количественные оценки биотропности в разные сезоны. Из табл. 3 видно, что в случае инфаркта миокарда воздействие наблюдается во все сезоны и отношение P_d/p_q изменяется от ~ 1,8 летом до ~ 2,4 в период равноденствия. Частота появления нарушения сердечного ритма во время бурь возрастает в ~ 2,2 раза только зимой. В остальные сезоны доверительные интервалы в возмущенные и спокойные периоды перекрываются. Эффект геомагнитных бурь в случае острого нарушения мозгового кровообращения наблюдается зимой (1,9) и летом (1,6). Воздействие магнитных бурь на рост частоты появления стенокардии наблюдается в равноденствие ($P_d/p_q = 1,8$). Делать вывод об отсутствии влияния геомагнитных бурь на появление указанных патологий в другие сезоны нельзя. По-видимому, это влияние не удалось выявить из-за малой статистики. На рис. 2 представлено сравнение сезонных распределений числа всех магнитных бурь (в процентах) и P_d/p_q в случае инфаркта миокарда за период 1992–96 гг. Вид-

но, что в обоих случаях максимум приходится на равноденствие, минимум – на лето. Подобие этих распределений также подтверждает влияние геомагнитных бурь на здоровье человека.

На основании исследования двух массивов медицинских данных, разной протяженности и интенсивности, можно сделать следующие выводы:

1. Выявлено статистически обоснованное с доверительной вероятностью $P \approx 0,95$ воздействие геомагнитных бурь, независимо от их интенсивности, на состояние здоровья человека, выраженное в увеличении числа психических и сердечно-сосудистых заболеваний относительно магнитоспокойных периодов.

2. Представлены количественные оценки биотропности геомагнитных бурь, а именно во

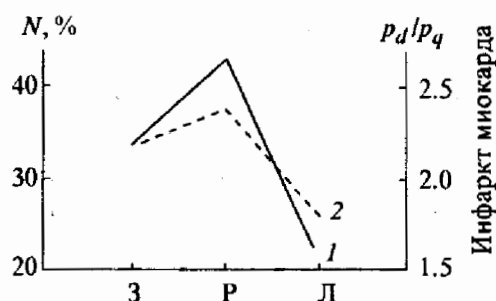


Рис. 2. Сезонное распределение числа всех магнитных бурь ($N, \%$) (кривая 1) и P_d/p_q для инфаркта миокарда в период 1992–96 гг. (кривая 2). По оси абсцисс – обозначения сезонов: З – зима; Р – равноденствие; Л – лето.

время бурь и в течение двух суток после них частота появления всплесков, превышающих среднее число госпитализации больных по поводу психических и сердечно-сосудистых патологий за весь рассматриваемый период (1983–84 гг.) скорой помощью Москвы, возрастает, по крайней мере, в ~ 2 раза относительно магнитоспокойных периодов. По данным отдельных клиник Москвы (1992–96 гг.) во время бурь и до двух дней спустя частота появления инфаркта миокарда стенокардии, нарушения сердечного ритма и острого нарушения мозгового кровообращения возрастает в $\sim 2,1; 1,6; 1,6; 1,5$ раза соответственно относительно спокойных периодов.

3. Определены сезонные особенности и даны количественные оценки воздействия геомагнитных бурь на появление сердечно-сосудистых патологий зимой, в период равноденствия и летом в период 1992–96 гг. Показано подобие сезонных распределений числа магнитных бурь и p_d/p_q в случае инфаркта миокарда.

4. Полученные результаты могут представлять интерес при исследовании механизмов воздействия геомагнитных бурь на здоровье человека, а также для предупреждения указанных патологий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 98-05-64286.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. М.: Гидрометеоздат, 1974, 176 с.
2. Темурияц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. Киев: Наук. думка, 1992. 186 с.
3. Вольнский А.А., Владимирский Б.М. // Солнечно-земная физика. М., 1969. Вып. 1. С. 294.
4. Темурияц Н.А. // Природа. 1994. № 9. С. 14.
5. Чибисов С.М., Бреус Т.К., Левитин А.Е., Дрогова Г.М. // Биофизика. 1995. Т. 40, вып. 5. С. 959.
6. Комаров Ф.И., Бреус Т.К., Рапопорт С.И., Мусин М.М., Наборов И.В. // Итоги науки и техники. Сер. Медицинская география. М.: ВИНТИ, 1989. Т. 18. 170 с.
7. Биофизика. 1992. Т. 37, вып. 3,4.
8. Биофизика. 1995. Т. 40, вып. 4,5.
9. Ораевский В.Н., Кулешова В.П., Гурфинкель Ю.И., Гусева А.В., Рапопорт С.И. // Биофизика. 1998. Т. 43, вып. 5. С. 844–848.
10. Гурфинкель Ю.И., Кулешова В.П., Ораевский В.Н. // Биофизика. 1998. Т. 43, вып. 4. С. 654–658.

Biotropic Effects of Geomagnetic Storms and their Seasonal Regularities

V.P. Kuleshova*, S.A. Pulinets*, E.A. Sazanova**, and A.M. Kharchenko***

*Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Waves Propagation, Russian Academy of Sciences, Troitsk, Moscow Region, 142092 Russia

**Medical Union, Russian Academy of Sciences, Hospital of Troitsk, Moscow Region, 142092 Russia

***Physical Department Lomonosov Moscow State University, Vorob'evy Gory, Moscow, 119899 Russia

A substantial effect of geomagnetic storms on human health with a confidential probability $P \approx 0.95$ was revealed. The quantitative estimates of the biotropic effect are presented. For example, the frequency of occurrence of bursts exceeding the average number of hospitalized patients with mental and cardiovascular diseases during magnetic storms increases ~ 2 times compared with quiet periods (based on the data of 1983–84). The frequency of occurrence of myocardial infarction, angina pectoris, violation of cardiac rhythm, acute violation of brain blood circulation during storms increases 2.1; 1.6; 1.6; 1.5 times, respectively compared with magnetically quiet periods (based on the data of 1992–96). A similarity of the seasonal distribution of the magnitude of the biotropic effect is revealed in the case of myocardial infarction and the number of magnetic storms: a maximum in the equinox and a minimum in summer.

Key words: geomagnetic storms, biotropic effects