

П.Е. Григорьев, Л.В. Поскотинова, П.А. Цандеков, А.М. Вайсерман

## Зависимость слухомоторной реакции здорового человека от геомагнитной активности

*У 18 здоровых добровольцев в течение февраля–апреля 2008 г. проводили ежедневные мониторинговые измерения латентного времени простой слухомоторной реакции с помощью специализированного компьютерного теста. Проанализированы изменения слухомоторной реакции в диапазоне  $\pm 4$  сут относительно дат начала разделенных во времени геомагнитных возмущений и штилей. Установлено систематическое статистически значимое уменьшение скорости реакции за сутки до и в день начала геомагнитного возмущения, а также в день начала и через 2–3 сут после начала геомагнитного штиля. Таким образом, существенные отклонения (независимо от направления) от средних значений такого экологического фактора, как геомагнитная активность, могут неблагоприятно отразиться на функциональном состоянии центральной нервной системы. Вероятно, этим объясняются известные факты возрастания частоты аварий и других чрезвычайных происшествий в такие дни.*

*Ключевые слова: природные электромагнитные поля, геомагнитная активность, простая слухомоторная реакция.*

### ВВЕДЕНИЕ

Геомагнитные возмущения являются фактором риска обострения сердечно-сосудистых [14] и нервно-психических заболеваний [11], а также могут влиять на функциональное состояние здорового организма [3]. В частности, при повышении геомагнитной активности возрастают тревожность [5], чувство неудовольствия [27], агрессивность [26], ухудшаются кратковременная память, объем и интенсивность внимания [10, 17]. Геомагнитные штили (аномально пониженная геомагнитная активность) могут провоцировать обострения сердечно-сосудистых заболеваний [8, 28], шизофрении [16] и проявления нервно-психической неустойчивости у здоровых людей [2].

Однако недостаточно исследовано влияние фактора геомагнитной активности (особенно при ее экстремальных показателях) на сенсомоторные реакции здоро-

вого человека, что особенно актуально в связи с установленным влиянием геомагнитных возмущений на аварийность по причине человеческого фактора [9, 21]. В связи с этим стоит отметить, что изменения показателей слухомоторной реакции являются существенным индикатором состояния стресса у обследованных людей [4].

Цель данной работы – исследование зависимости слухомоторной реакции здоровых обследованных от геомагнитной активности.

### МЕТОДИКА

Простую слухомоторную реакцию (ПСМР) измеряли с помощью компьютерной программы, разработанной в Институте космических исследований РАН (авторы – Н.И. Хорсева и П.П. Григал). Измеряемый показатель – усредненное (по результатам 20 последовательных измерений) латентное время между предъявлением стимула на

© П.Е. Григорьев, Л.В. Поскотинова, П.А. Цандеков, А.М. Вайсерман

слух (характерный звонкий щелчок) и нажатием на клавишу ведущей рукой. ПСМР существенно отражает скорость взаимодействия сенсорной и моторной коры больших полушарий мозга.

В исследовании участвовали 18 добровольцев в возрасте от 19 до 21 года без признаков острых и хронических заболеваний. Измерения проводили ежедневно в интервале 12–14 ч по местному времени на протяжении февраля–апреля 2008 г. Временные ряды измерений ПСМР (отдельно для каждого обследованного) переводили из абсолютных значений (миллисекунды) в относительные единицы (отклонения в процентах от среднего значения).

Гелиогеофизические данные были получены в Институте земного магнетизма и распространения радиоволн РАН (г. Троицк Московской области). За период измерений было зарегистрировано 9 геомагнитных возмущений, 4 геомагнитных штиля. Все события были разделены во времени более чем на 4 сут.

Дальнейшую обработку проводили с помощью метода наложенных эпох [13], который позволяет выделять систематические эффекты изменений исследуемых показателей во временной окрестности гелиогеофизических событий определенного типа при нивелировании влияния других факторов. Отрезки измеренных рядов ПСМР усредняли в диапазоне  $\pm 4$  сут относительно нулевого дня – геомагнитного возмущения или штиля. Таким образом выявлялись общие эффекты вероятного влияния гелиогеофизического фактора на ПСМР. Для установления статистической значимости тенденций в изменениях показателя ПСМР применяли критерий *t* Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 и 2 представлены изменения латентного времени ПСМР в диапазоне дат

геомагнитных возмущений и штилей соответственно. Некоторые тенденции в изменениях ПСМР являются статистически значимыми: время ПСМР увеличивается за сутки до и в день геомагнитного возмущения ( $P=0,017$ ), а также в день начала и на 2-е, 3-и сутки после начала геомагнитного штиля ( $P=0,012$ ), по сравнению с другими днями. Таким образом, скорость слухо-моторной реакции уменьшается при существенном отклонении геомагнитной активности от средних значений в любую сторону – как при ее максимальных, так и минимальных значениях. Такой результат согласуется с данными Белишевой и соавт. [1]: однотипные неблагоприятные реакции мозга по данным энцефалографии могут возникать как при повышенной, так и при аномально пониженной геомагнитной активности. Таким образом, есть основания полагать, что оптимальным фоном для функционирования мозга человека являются средние фоновые значения геомагнитной активности, а ее значительные отклонения в любую из сторон приводят к ухудшению показателей его функционального состояния.

Экспериментально установлено, что при возрастании геомагнитной активности снижается продукция мелатонина [23, 25]; слабые магнитные поля, подобные воздействию природных гелиогеофизических факторов, так же снижают функциональную активность эпифиза, в ответ на это активируются центральные регуляторные механизмы, которые уменьшают выделение глюкокортикоидов, катехоламинов, рилизинг-факторов [22]. Это, в свою очередь, приводит к усилению процессов торможения в структурах мозга млекопитающих вследствие активации нейронов, синтезирующих тормозные медиаторы ( $\gamma$ -аминомасляную кислоту, дофамин, опиодные нейропептиды и т.п.) [19].

Известно, что слабые переменные магнитные поля крайне низких частот поддер-

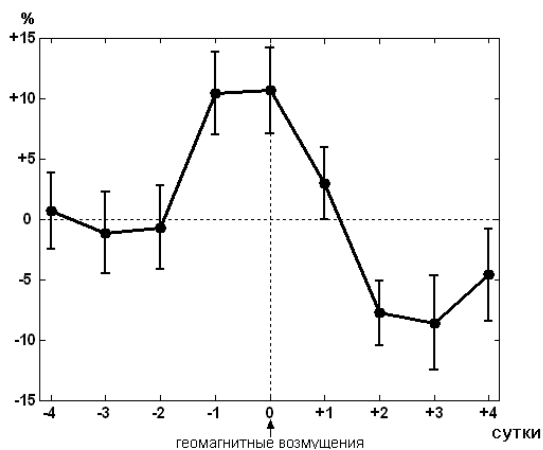
живают функцию таламических ритмозадающих структур, корково-подкорковые взаимодействия, обуславливая оптимальное соотношение процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе; поддерживают возбуждение вегетативных В-волокон, определяя нейростимулирующий эффект, имеют антистрессовый эффект благодаря модуляции нейромедиаторных механизмов [18]. Эти эффекты магнитных полей крайне низких частот используются в неврологической и реабилитационной практике [15, 20]. Вероятно, существенное снижение геомагнитной активности при геомагнитном шторме может обусловить “синдром дефицита магнитного поля” [24], выражающийся в снижении возбуждения в центральной нервной системе.

По статистике, на 2–3-и сутки после начала геомагнитного шторма, как правило, уже начинается повышение геомагнитной активности, к которому организм может быть более чувствителен после шторма в предшествующие сутки, нежели на фоне средних значений геомагнитной активности. Таким образом, вероятно, уменьшение скорости реакции на 2–3-и сутки после геомагнитного шторма вызваны теми же механизмами, которые действуют при геомагнитных возмущениях.

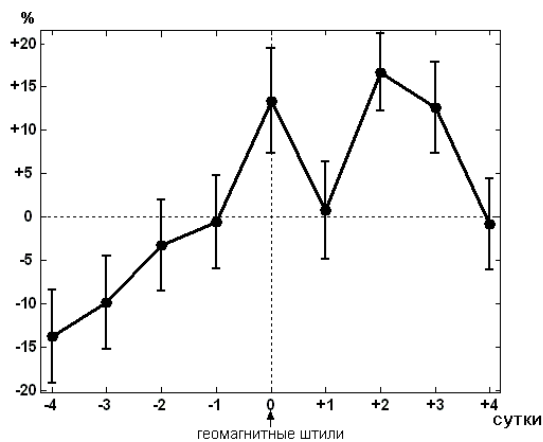
Анализ распределения латентного времени ПСМР в пределах геомагнитных возмущений и штормов (см. рисунок) свидетельствует о том, что скорость реакции максимальна на фоне постепенного снижения геомагнитной активности.

Неблагоприятные изменения в функциональном состоянии мозга человека могут находить свое выражение и в масштабе социума. Прежде всего, это касается социально-опасных процессов. Так, большинство серийных преступлений в разных странах совершаются на фоне резкого повышения геомагнитной активности, то есть за сутки до геомагнитного возмущения и в день его начала [12]; международная террористическая активность существенно возрастает в день начала геомагнитного возмущения, а также на 2-е и 3-и сутки после начала геомагнитного шторма [6].

Результаты определения скорости сенсорных реакций здоровых людей в режиме мониторинга можно использовать в дальнейших исследованиях как физиологические критерии для вычисления “зоны экологического комфорта” амплитудно-частотных характеристик магнитного поля для жителей конкретного экологического окружения.



а



б

Изменения латентного времени простой слухомоторной реакции (ПСМР) в диапазоне  $\pm 4$  сут относительно дат геомагнитных возмущений (а) и штормов (б). По оси абсцисс — время до и после геомагнитных возмущений и штормов; по оси ординат — отклонение латентного времени ПСМР от среднего значения

## ВЫВОДЫ

1. Установлено уменьшение скорости ПСМР у здоровых людей молодого возраста накануне геомагнитных возмущений и во время геомагнитных штилей.

2. Максимальные и минимальные экстремальные значения, а также возрастание геомагнитной активности, могут быть неблагоприятными факторами для функционального состояния центральной нервной системы.

**П.Є. Григор'єв, Л.В. Поскотінова,  
П.А. Цандеков, О.М. Вайсерман**

## ЗАЛЕЖНІСТЬ СЛУХОМОТОРНОЇ РЕАКЦІЇ ЗДОРОВОЇ ЛЮДИНИ ВІД ГЕОМАГНІТНОЇ АКТИВНОСТІ

У 18 здорових добровольців протягом лютого–квітня 2008 р. проводили щоденні моніторингові вимірювання латентного часу простої слухомоторної реакції за допомогою спеціалізованого комп'ютерного тесту. Проаналізовані зміни показника слухомоторної реакції в діапазоні  $\pm 4$  дБ відносно дат початку розділених у часі геомагнітних збурювань і штилів. Установлено систематичне статистично значуще зменшення швидкості реакції за добу до початку і в день геомагнітного збурювання, а також в день початку і через 2–3 доби після геомагнітного штилю. Таким чином, істотні відхилення (незалежно від напрямку) від середніх значень такого екологічного фактора, як геомагнітна активність, можуть несприятливо позначитися на функціональному стані центральної нервової системи. Цілком імовірно, цим пояснюються відомі факти щодо підвищення частоти аварій та інших надзвичайних пригод у такі доби.

Ключові слова: природні електромагнітні поля, геомагнітна активність, проста слухо-моторна реакція.

**P. Ye. Grigoryev, L. V. Poskotinova,  
P. A. Tsandekov, A. M. Vaiserman**

## DEPENDENCE OF ACOUSTIC-MOTOR REACTION OF HEALTHY INDIVIDUALS FROM GEOMAGNETIC ACTIVITY

During February–April, 2008 using special computer test, a daily monitoring of simple acoustic-motor reaction was carried out in 18 healthy tested individuals. We found a significant decrease in the speed of acoustic-motor reaction the day before and the same day geomagnetic disturbance occurred, as well as the same and 2-3 days after a geomagnetic calm occurred. Presumably, either an essential increase or a decreases of geomagnetic activity are adverse factors for the functional state of

a central nervous system.

Key words: ambient electromagnetic fields, geomagnetic activity, simple acoustic-motor reaction.

*Tavrisheskiy Humanitarian-Ecological Institute, Simferopol, Crimea, Ukraine*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Белишева Н.К., Попов А.Н., Петухова Н.В. и др. Качественная и количественная оценка воздействия вариаций геомагнитного поля на функциональное состояние мозга человека // *Биофизика*. – 1995. – **40**, № 5. – С.1005–1012.
2. Белишева Н.К., Качанова Т.Л. Глобальная модуляция психоэмоционального состояния человека геокосмическими агентами // *Сб. научных докл. VII Междунар. конф. “Экология и развитие северо-запада России”*; 2–7 августа 2002 г. – СПб, 2002. – С.110–118.
3. Бреус Т. К., Раппопорт С. И. Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты. – М.: Сов. спорт, 2003. – 192 с.
4. Воробьева Е.В. Интеллект и мотивация достижения: психофизиологические и психогенетические предикторы: Автореф. дис. ... д-ра психол. наук. – Ростов-на-Дону, 2007. – 47 с.
5. Григорьев П.Е., Владимирская А.Б., Вайсерман А.М. Связь динамики психических состояний здоровых лиц с гелиогеофизическими факторами // *Таврич. мед.-биол. вестн.* – 2008. – **11**, № 11. – С. 82–88.
6. Григорьев П.Е., Владимирский Б.М. Эффекты космической погоды в террористической активности // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. – 2007. – **3**, № 1. – С. 15–29.
7. Григорьев П.Е., Поскотинова Л.В., Цандеков П.А. Динамика системных реакций организма человека на гелиогеофизические факторы // *Таврич. мед.-биол. вестн.* – 2008. – **11**, № 4 (44). – С. 124–134.
8. Григорьев П.Е., Рагульская М.В., Горго Ю.П. и др. Простые и системные реакции организма пожилых людей на квазипериодические гелиогеофизические события // *Изв. высш. учеб. заведений. Поволжск. регион. Мед. науки*. – 2008. – №2. – С. 38–44.
9. Зенченко Т.А., Мерзлый А.М., Бекетов В.В. и др. Связь динамики авиационных событий с гелиофизическими факторами // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. – 2007. – **3**, №1. – С. 30–36.
10. Кайбышев М.С. Изучение измерений работоспособности летного состава при геомагнитных возмущениях. – В кн.: *Солнце, электричество, жизнь*. – М.: Изд-во МОИП, 1976. – С. 31–33.
11. Каранина Т.Н., Скугаревский А.Ф., Виев В.Г. Отношение геомагнитной активности к течению эпилепсии // *Журн. невропатологии и психиатрии*. – 1969. – №2. – С. 146–147.
12. Китаев Н.Н., Пархомов В.А. О возможной корреля-

- ции действий серийных убийц по сексуальным мотивам с геофизическими факторами // Вестн. ИГЭА. – 2001. – №3 (28). – С.49–57.
13. Мустель Э.Р. Метод наложения эпох // Бюл. науч. информ. фстроном. совета АН СССР. – 1968. – № 10. – С.8.
14. Новикова К.Ф., Гневыхев М.Н., Токарева Н.В. и др. Влияние солнечной активности на заболеваемость и смертность от инфаркта миокарда // Кардиология. – 1968. – № 4. – С. 109–112.
15. Панкратова Ж.К., Бузаинский В.М., Побуцкий О.Е. Влияние постоянного магнитного поля на проводимость нервного волокна. – В кн.: Механизмы действия магнитных и электромагнитных полей на биологические системы различных уровней организации. – Ростов-на-Дону, 1989. – С.78.
16. Рудавина Л.В. Закономерности влияния гелиогеофизических факторов на психическую патологию по данным клинических наблюдений за два 11-летних цикла солнечной активности. – В кн.: Успехи психиатрии, неврологии, нейрохирургии и наркологии / Под ред. И.И. Кутько, П.Т. Петрюка. – Х., 1996. – Т. 3. – С. 325–326.
17. Рыжиков Г.В., Раевская О.С. Влияние геомагнитного поля на некоторые показатели психической деятельности // Психол. журн. – 1982. – № 6. – С. 73–75.
18. Темуриянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы антистрессорного действия слабых переменных магнитных полей крайне низких частот // Магнитология. – 1992. – № 1. – С. 16–21.
19. Темуриянц Н.А., Мартынюк В.С., Малыгина В.И. Состояние симпатoadренальной системы при изолированном и комбинированном с гипокинезией действием переменного магнитного поля сверхнизкой частоты // Физика живого. – 2007. – 15, № 2. – С. 40–48.
20. Холодов Ю.А. Способы использования магнитных полей в медицине и пути воздействия этих полей на организм // Магнитология. – 1991. – № 1. – С.6–11.
21. Alania M.V., Gil A., Modzelewska R. On statistical relationship of solar, geomagnetic and human activities // Adv. Space Res. – 2004. – 34, № 7. – P. 1602–1606.
22. Kavaliers M., Hirst M., Terkey G.C. Ageing, opioid analgesia and the pineal gland // Life Sci. – 1983. – № 32. – P. 2279–2287.
23. Kay R.W. Geomagnetic Storms: Association with Incidence of Depression as Measures by Hospital Admission // Brit. J. Psychiatry. – 1994. – № 164. – P. 403–409.
24. Nakagawa M., Kyoichi M. Magnetic Field Deficiency Syndrome and Magnetic Treatment // Jap. Med. J. – 1975. – № 2745. – P. 31–40.
25. Olcese J., Reuss S., Vollrath L. Evidence for the involvement of the visual system in mediating magnetic field effects on pineal melatonin system in the rat // Brain Res. – 1985. – № 333. – P. 382–384.
26. Persinger M.A. Wars and increased solar- geomagnetic activity: aggression or change in intraspecies dominance? // Perceptual and Motor Skills. – 1999. – № 88. – P.1351–1355.
27. Persinger M.A. Weak-to-moderate correlations between global geomagnetic activity and reports of diminished pleasantness: a nonspecific source for multiple behavioral correlates? // Percept Mot Skills. – 2004. – 98, № 1. – P.78–80.
28. Stoupel E. Cardiac arrhythmia and geomagnetic activity // Indian Pacing Electrophysiol. J. – 2006. – 6, № 1. – P.49–53.

*Таврич. гуманит.-экол. ин-т, Симферополь;  
Ин-т природных адаптаций Уральского отделения  
РАН  
E-mail: 33946@mail.ru*

*Материал поступил в  
редакцию 27.01.2009*