

УДК: 504.06; 537.612

**ОЦЕНКА ВКЛАДА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЛНЕЧНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ
В СОПРЯЖЕННОСТЬ ВАРИАЦИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
УНЧ-, КНЧ-ДИАПАЗОНОВ И ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ЧЕЛОВЕКА**

Р.Н. Ахметшин, С.В. Побаченко, И.С. Филиппова

**ESTIMATION OF THE CONTRIBUTION OF SOLAR AND GEOMAGNETIC ACTIVITY
PARAMETERS TO INTERLINKING OF VARIATIONS OF ULF AND ELF ELECTROMAGNETIC
FIELDS AND INDIVIDUAL ELECTROENCEPHALOGRAM**

R.N. Ahmetshin, S.V. Pobachenko, I.S. Filippova

Развиваются основные положения концепции резонансных механизмов солнечно-земных связей о влиянии солнечной и геомагнитной активности на организм человека. Установлено, что изменения амплитудно-частотных характеристик электрогенеза мозговой активности человека в показателях электроэнцефалограммы (ЭЭГ) сопряжены с вариациями электромагнитных полей (ЭМП) УНЧ-, КНЧ-диапазонов. Выявлено, что текущие значения солнечной и геомагнитной активности в значительной степени определяют уровень сопряженности вариаций низкочастотных ЭМП и ЭЭГ человека, при этом оценивается вклад данных глобальных факторов в исследуемые зависимости.

Basic statements of the concept of resonant mechanisms of solar-terrestrial connections concerning the influence of solar and geomagnetic activity on human organism are developed. As established, changes in amplitude-frequency characteristics of electrogenesis of individual brain activity as shown by electroencephalogram (EEG) are related with variations of electromagnetic fields (EMF) of ULF and ELF ranges. It is revealed, that the current values of solar and geomagnetic activities substantially determine the level of interlinking of low-frequency EMF and EEG variations, and at that the contribution of the given global factors to dependences under study is estimated.

Введение

В контексте основных положений разрабатываемой концепции резонансных механизмов солнечно-земных связей [1] необходимо отметить, что влияние глобальных факторов солнечной и геомагнитной активности на состояние электромагнитного фона диапазона ультра- и крайненизких частот (УНЧ-КНЧ) в околоземной атмосфере в значительной степени опосредовано состоянием ионосферных резонаторов (шумановский и альфеновский резонаторы). При этом значения основных резонансных частот попадают в диапазон, соответствующий параметрам частотных «окон» максимальной биоэффективности воздействия электромагнитных полей (ЭМП) на регуляторные процессы нервной системы организма человека [2, 3]. В связи с этим возникли и развиваются представления о том, что именно вариации ЭМП данного диапазона выполняют функции одного из основных факторов, осуществляющих экзогенную регуляцию биоритмических процессов в живых системах, в частности, в организме человека [4].

Целью настоящей работы является оценка динамики сопряженности вариаций параметров электромагнитных полей КНЧ- и УНЧ-диапазонов с характеристиками электрической активности головного мозга человека при различных уровнях солнечной и геомагнитной активности по данным мониторинговых исследований.

Методика экспериментальных исследований

Экспериментальные процедуры мониторинговых исследований вариаций параметров ЭМП окружающей среды и характеристик ЭЭГ человека были реализованы на структурно-независимых измерительно-вычислительных комплексах, синхронизированных во времени по системному таймеру каждого из персональных компьютеров. Комплекс для регистрации параметров ЭМП окружающей среды по-

зволяет измерять в режиме непрерывного мониторинга вариации электромагнитных излучений в широком диапазоне частот (от 0.01 Гц до 30 МГц), в том числе в исследуемых в данной работе диапазонах 0.1–4, 6–16 Гц [5]. Для определения характеристик функционального состояния человека, в данном случае его ЭЭГ, использовался измерительный комплекс [6], в котором спонтанная электрическая активность мозга человека фиксировалась с помощью электроэнцефалографа «Нейроскоп-408А». При этом использовались 8 монополярных отведений, ориентированных по стандартной схеме (10–20).

Эксперименты проводились в режимах выборочно-го синхронного мониторинга. Общее количество статистики составило 15 экспериментальных серий, проведенных на одном испытуемом. Анализ совместных частотных параметров ЭМП и ЭЭГ проводился на базе стандартных статистических расчетов кросскорреляционной функции спектральных характеристик фиксируемых сигналов в диапазонах 0.1–4 и 6–16 Гц. Показатели солнечной и геомагнитной активности были взяты с сайтов Института прикладной геофизики и NOAA (Национальная администрация США по исследованию океана и атмосферы).

Результаты и обсуждение

Представлены данные 15-ти серий экспериментальных исследований в различные дни для одного испытуемого. Необходимо отметить, что уровни сопряженности и характер зависимости соответствуют полученным ранее результатам [7]. Изменения степени сопряженности характеристик ЭЭГ и параметров электромагнитного фона оценивались по совместной динамике с показателями солнечной активности (величиной потока рентгеновского излучения, рис. 1, а, б) и геомагнитной активности (суточные значения A_p -индексов, рис. 2, а, б).

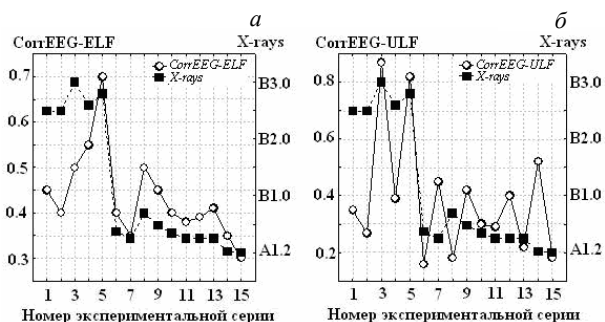


Рис. 1. Совместная динамика значений потока рентгеновского излучения (штриховая) и значений кросс-корреляционной функции ЭМП-ЭЭГ для диапазонов 6–16 Гц (а) и 1–4 Гц (б).

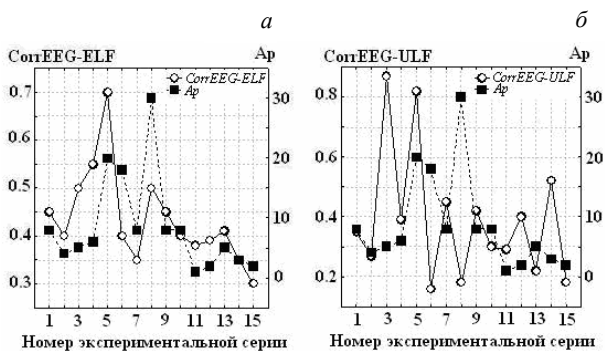


Рис. 2. Совместная динамика значений A_p -индексов и значений кросс-корреляционной функции ЭМП-ЭЭГ для диапазона 1–4 Гц (а) и 6–16 Гц (б).

Анализ изменения усредненных за серию значений кросс-корреляционной функции ЭМП-ЭЭГ (CorrEEG-ELF и CorrEEG-ULF) для диапазонов основных мод шумановского и альфвеновского резонансов и соответствующих значений величины потока рентгеновского излучений от Солнца (см. рис. 1, а, б) в различные дни позволяет констатировать наличие значимой зависимости исследуемых характеристик для обоих исследуемых диапазонов. Достаточно выражена идентичность тенденций изменения отражаемых величин. Линейный корреляционный анализ данных величин показал, что коэффициенты корреляции являются статистически значимыми и составляют величины -0.711 (Corr.EEG-ELF с X-rays) и -0.559 (Corr.EEG-ULF с X-rays) для $\alpha=0.95$.

При этом можно констатировать общую закономерность: с увеличением уровня солнечной возмущенности увеличивается степень сопряженности между показателями мозгового электрогенеза у человека и параметрами КНЧ-, УНЧ-вариаций естественного электромагнитного фона окружающей среды. Таким образом, получено дополнительное подтверждение данного феномена для диапазона первых мод шумановского резонанса и выявлено наличие аналогичной стохастической зависимости для диапазона альфвеновского резонанса.

В то же время, оценка зависимости уровня влияния фоновых ЭМП на ЭЭГ от геомагнитной активности показала наличие статистически значимой связи для диапазона частот 6–16 Гц (рис. 2, а) с ко-

эффициентом корреляции 0.537 ($\alpha=0.95$) и ее отсутствие для диапазона частот 1–4 Гц (рис. 2, б).

Можно предположить, что подобные различия могут быть связаны либо со спецификой проявления индивидуальной регуляторной активности ЭЭГ в исследуемых диапазонах, либо, что более соответствует действительности, с особенностями воздействия факторов геомагнитной природы на состояние резонаторных систем и соответственно на параметры электромагнитного фона среды обитания.

Заключение

Таким образом, на основе анализа экспериментальных данных, полученных в режимах синхронного мониторинга, установлено, что характеристики электрогенеза мозговой активности человека достоверно сопряжены с изменениями параметров электромагнитного поля КНЧ-диапазона (шумановские резонансы), а также с параметрами УНЧ-диапазона (альфвеновские резонансы) в среде обитания. При этом, степень сопряженности вариаций биоэлектрической активности головного мозга человека с вариациями ЭМП УНЧ-КНЧ-диапазонов в существенной степени детерминирована уровнем солнечной активности. Максимумы корреляционных соотношений соответствуют повышенному уровню гелиоактивности, в то время как уровень геомагнитной активности достоверно сказывается только для диапазона 6–16 Гц, соответствующего первым модам шумановских резонансов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесник А.Г., Бородин А.С., Колесник С.А., Побаченко С.В. Резонансный механизм солнечно-земных связей // Изв. ВУЗов. Физика. 2003. № 8. С. 23–30.
2. Эйди У.Р. Частотные и энергетические окна при воздействии слабых электромагнитных полей на живую ткань // ТИИЭР. 1980. Т. 68, № 1. С. 140–147.
3. Лысков Е.Б., Алексанян З.А., Йоусмяки В. Нейрофизиологические эффекты краткосрочной экспозиции ультранизкочастотного магнитного поля // Физиология человека. 1993. Т. 20, № 6. С. 121–132.
4. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А. Космос и биологические ритмы. Симферополь, 1995. 200 с.
5. Колесник А.Г., Колесник С.А., Нагорский П.М., Шинкевич Б.М. Радиотехнический комплекс диагностики и контроля параметров электромагнитного фона в канале Земля–ионосфера // Ионосферные исследования. Казань. 1997. С. 244–252.
6. Бородин А.С., Колесник С.А., Побаченко С.В., Потахов П.Ю. Программно-технический комплекс мониторинга естественной динамики функционального состояния организма человека // Ионосферные исследования. Казань. 1997. С. 253–257.
7. Побаченко С.В., Колесник А.Г., Бородин А.С., Калюжин В.В. Сопряженность параметров энцефалограммы мозга человека и электромагнитных полей шумановского резонатора по данным мониторинговых исследований // Биофизика. 2006. Т. 51. Вып. 3. С. 534–538.

Томский государственный университет, Томск