

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского  
Серия «Биология, химия». Том 19 (58). 2006. № 3. С. 3-8.

УДК 577.4:612.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

*Архангельская Е.В., Грабовская Е.Ю., Коновальчук В.Н.*

В последнее время проблема взаимодействий человека и среды обитания вошла в число проблем первостепенной важности, требующих конструктивных решений в медико-биологическом и социальном аспектах. В связи с этим в центре внимания исследователей оказались такие разделы проблемы, как психофизиология функциональных состояний. Значительно активизировались исследования базисных нейрофизиологических и нейрохимических механизмов регуляции состояний активного бодрствования, изучение физиологических основ адаптивных возможностей и резервов организма в условиях предъявляемых социально-биологической средой психических и физических нагрузок.

В схеме слагаемых факторов эволюции и адаптации живых организмов ведущая роль принадлежит солнечной энергии и другим многократным воздействиям внешней среды. Ритмически повторяющиеся внешние воздействия стимулируют отражательную деятельность организма.

В этом плане следует сослаться на данные уникальных исследований А.Л. Чижевского [1], показавшего влияние ритмов солнечной активности на широкий круг биологических явлений на нашей планете.

Максимум активности Солнца – это период образования солнечных пятен, являющихся причиной серии мощных хромосферных вспышек. Заряженные частицы движутся от Солнца по спирали, направленной с запада на восток и достигают магнитосферы Земли примерно через 3 дня. Вспышки на Солнце оказывают отрицательное воздействие на биосферу Земли. Особенно подвержены негативному влиянию люди с ослабленным организмом и дети.

Для этих периодов характерно увеличение напряженности магнитного поля Земли, появление магнитных бурь, нарастание радиации и других явлений совпадающих с изменением реактивности организма, возбудимости нервной системы. Максимум солнечной активности совпадает с увеличением эпидемических заболеваний, рецидивов хронических заболеваний. Лишь частота эпилептических

припадков возрастает не с увеличением, а с уменьшением напряженности магнитного поля Земли. Как показывают многолетние клинические наблюдения синдромов психических нарушений, закономерности периодического повторения колебаний интенсивности болезненного процесса выступают тем отчетливее, чем больше структура синдромов обусловлена аффективной симптоматикой [2].

Современные электрофизиологические исследования убедительно иллюстрируют свойство нейрональных структур фиксировать и воспроизводить импульсные разряды в ритмическом режиме, наблюдаются изменения в спектре электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Вероятно, именно это свойство и составляет основу механизмов регуляции и саморегуляции церебральных функций. Имеется достаточно оснований считать, что в ряду приспособительных функций центральной нервной системы (ЦНС) периодичности принадлежит наиболее видная роль в интеграции функции отдельных клеточных структур и органов.

Изменения напряженности гелиогеомагнитного поля сказываются в основном на механизмах координации различных психофизиологических функций человека, которые осуществляются преимущественно ЦНС.

По-видимому, одна из причин болезней адаптации заключается в несовмещении ритмов морфофункциональных систем с ритмами внешних воздействий в биологическом и социальном смысле.

Целью данного исследования являлось изучение динамики спектра ЭЭГ человека и гелиогеофизической активности для выявления возможных корреляций.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В эксперименте принимали участие 48 студентов ТНУ им. В.И. Вернадского (обоих полов), возраст 19-22 года

Отведение биопотенциалов и анализ результатов осуществляли на базе автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа «Биоскрипт», интерфейса и персонального компьютера. Рабочей компьютерной программой являлась оригинальная программа «Poligraf» [3]. Программа позволяла регистрировать ритмы ЭЭГ испытуемого и проводить ее спектральный анализ.

Электроды для отведения ЭЭГ располагали в точках С3 и С4, что соответствует проекции на центральную область ассоциативной коры. Два индифферентных электрода располагали над сосцевидной костью черепа (на коже позади уха). Выбрана стандартная полоса регистрации (верхняя граница частотного диапазона 70 Гц и постоянная времени, определяющая нижнюю границу частотного диапазона – 0,3 с). После усиления сигнал подавался на вход специального интерфейса, включающего 10-и разрядный аналоговый преобразователь. Частота оцифровки ЭЭГ-сигнала составляла 100 Гц. Анализировались отрезки ЭЭГ длительностью 2,56 с, которые отводились каждые 15 с. Для расчета спектра ЭЭГ были выделены 4 спектральных полос: 1-4, 4-8, 8-13, 14-30 Гц, частотный диапазон которых соответствовал дельта-, тета-, альфа-, бета-ритмам.

Анализировали показатели амплитуды (мкВ), мощности (мкВ<sup>2</sup>) спектра ЭЭГ в каждой частотной полосе. Значения показателей спектра рассчитывали для каждого отрезка ЭЭГ и для каждого полушария в отдельности. Для получения спектра

сигнала использовалось Фурье-преобразование временного ряда. Данные группировались отрезками по 256 значений. Все отрезки подвергались анализу на наличие артефактов и в случае обнаружения таковые отбрасывались. Оценивали прирост амплитуды и мощности по каждой полосе ЭЭГ, а также рассчитывали коэффициент межполушарной функциональной асимметрии (МФА).

В качестве проявлений гелиогеофизической активности в нашем исследовании применяли следующие показатели: числа Вольфа или индекс Rz (относительное количество солнечных пятен на видимом диске Солнца), индекс Кр – планетарный индекс геомагнитной активности.

В данном исследовании анализировали результаты длительного эксперимента, который проводился с 1996-го года по 2001 год. 1996 год – год с минимальной солнечной активностью (СА), а в 1999-2001 гг. – фаза роста СА.

Данные обрабатывали с помощью стандартного пакета компьютерных программ. Использовали параметрические и непараметрические (критерий Манна-Уитни) критерии.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Известно, что функциональное состояние различных физиологических систем имеет сложную временную организацию, которая зависит от ряда не только внутренних, индивидуальных, но и внешних стимулов. При формировании ответных реакций на действие гелиогеофизических факторов определяющую роль играет его пространственно-временная неоднородность. На рисунке 1 отмечены значения чисел Вольфа (Rz) и Кр-индекса для каждой даты эксперимента. Как видно, динамика изменений значений этих 2-х показателей имеет сложную временную неоднородность. При низких значениях гелиомагнитной активности наблюдаются относительно высокие значения Кр-индекса. Результаты корреляционного анализа между значениями чисел Вольфа и Кр-индекса показали взаимную отрицательную корреляцию ( $r=-0,15$ ).

Анализ записей ЭЭГ в данном исследовании выявил достоверно положительную корреляцию между мощностью дельта- и альфа-ритмами левого полушария и суммой Кр ( $r = 0,38$ ). Амплитуда высокочастотного диапазона ритмов ЭЭГ обоих полушарий отрицательно коррелировала со значениями гелиомагнитной активности.

По результатам нашего исследования между ритмами фоновой ЭЭГ обоих полушарий отмечена положительная корреляция ( $p<0,01$ ). Мощность ритмов ЭЭГ правого полушария была выше у 87 % испытуемых.

Рассматривая фоновое состояние и индивидуальную чувствительность организма как неравновесное состояние различных физиологических показателей, можно считать магнитное поле дестабилизирующим фактором. Известно, что преобладающие частоты ЭЭГ мозга человека и низкочастотных пульсаций геомагнитного поля имеют определенное сходство. Доказано также, что химические, физиологические и поведенческие изменения, вызываемые слабыми полями, наблюдаются только в определенных пределах – «частотных и энергетических окнах» (частотный диапазон лежит в интервале от 6 до 20 Гц).

Слабые переменные магнитные поля крайне низкой частоты, как существенные факторы гелиогеофизического происхождения, оказывают выраженное влияние на биосферу. Они проникают с малым затуханием во все среды [4].

Для выявления более тонких взаимоотношений ЭЭГ-коррелятов с геомагнитной активностью использовали не абсолютные значения Кр-индекса, а дисперсию индекса Кр и сумму 3-х часовых значений Кр. Взаимоотношение этих показателей имели достоверную положительную корреляцию ( $r=+0,32$ ).

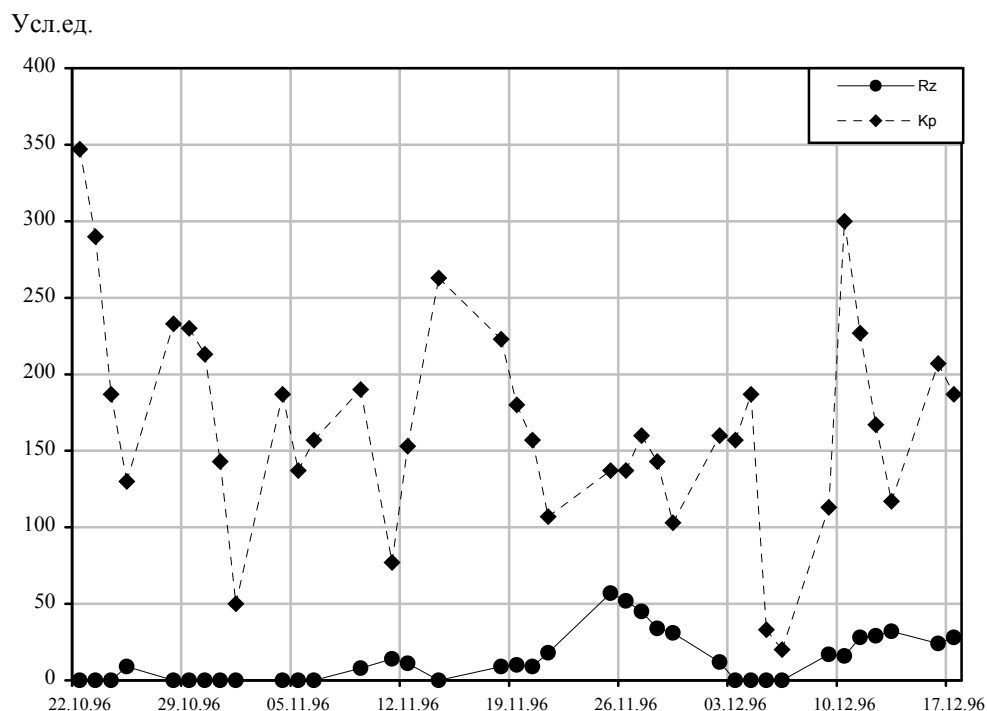


Рис. 1. Динамика гелиогеомагнитной активности в даты эксперимента

В данном исследовании был проведен сравнительный анализ динамики мощности и амплитуды ритмов ЭЭГ в зависимости от вариаций дисперсии Кр. В дни с высокой дисперсией Кр отмечено достоверное снижение амплитуды альфа- и бета-ритмов обоих полушарий по сравнению со значениями амплитуды этих ритмов в дни с низкой дисперсией Кр ( $p<0,05$ ).

Исследования О.С. Раевской [5] показали, что в дни с высокой дисперсией Кр индекса ухудшаются показатели внимания, удлиняется время простой двигательной реакции, снижается ее уровень, ухудшаются показатели кратковременной и долговременной памяти, возрастает величина КГР. В эти дни установлено увеличение выраженности тета- и альфа-ритмов, что может свидетельствовать о снижении уровня активации ЦНС и одновременно о возникновении

эмоционального напряжения. При значительных и внезапных изменениях величин Кр-индексов в организме человека возможно происходит формирование новых взаимоотношений физиологических функций, в основном изменение их временных показателей. Этот процесс характеризуется развитием стресс - состояния, имеющего индивидуальную выраженность.

По данным Н.А. Аладжаловой [6] в ЭЭГ проявляется результирующая динамика всей сложной интеграции реакций афферентных систем. При этом, как правило, уменьшается по амплитуде альфа-ритм, усиливаются ритмы с более высокими частотами. Микроритмы обнаруживают зависимость от величины физической нагрузки, от физиологического состояния организма, поэтому, имея эндогенную природу, в какой-то степени зависят от ритмики окружающей среды.

В нашем исследовании достоверное уменьшение мощности бета-ритмов обоих полушарий соответствовал высоким значениям индекса Rz ( $r = -0,48$ ).

Существует четкая корреляция между функциональным состоянием человека и частотно-амплитудными характеристиками ЭЭГ. При улучшении функционального состояния увеличивается частота колебаний ЭЭГ и уменьшается их регулярность и амплитуда, т.е. происходит блокада альфа-ритма и усиливаются колебания в бета-диапазоне.

Анализ показателей функциональной межполушарной асимметрии в наших исследованиях обнаружил, что при значительных флуктуациях напряженности геомагнитного поля (дисперсия  $Kp > 200$ ) отмечалась смена доминирования полушарий по активности альфа-и бета-ритмов, а кроме того, происходило сглаживание межполушарной асимметрии. Нивелирование происходило в основном за счет изменения активности левого полушария, уменьшалась альфа-активность и возрастала выраженность колебаний в бета-диапазоне ЭЭГ.

Одним из основных показателей сдвигов функционального состояния при действии электромагнитных полей (ЭМП) служит изменение биоэлектрической активности различных отделов мозга, т.к. действующие частотные модуляции внешних магнитных полей имеют один порядок с частотами электроэнцефалограммы.. Особенности ЭЭГ здорового человека свидетельствуют, с одной стороны, о наличии нестационарных составляющих, а с другой – процессов квазипериодического типа – ритмической активности, обладающей свойствами стационарного процесса [4, 7].

Внешние электромагнитные поля различных диапазонов, превышая естественный электромагнитный фон, могут нарушать сложный механизм электромагнитной координации в системе среда - живой организм. Следствием такой разрегулировки может явиться патология со стороны сердечно-сосудистой, нервной и эндокринной систем. Клинически возникают церебральные нарушения в форме невроза, артериальной гипертонии, стенокардии, болезни желудочно-кишечного тракта [8].

Существуют неспецифические механизмы адаптации ЦНС и внутренних воздействий на организм. Особая эффективность слабых, но ритмически организованных внешних сигналов определяет как повышенную чувствительность

живых организмов к колебаниям геомагнитного поля и к различным прерывистым воздействиям, так и механизмы адаптационных реакций, резонансные явления в ЦНС. При адаптационной реакции организма важен уровень системных процессов рефлекторного происхождения, а также обнаруживается умеренное понижение магниточувствительности, активации механизма синхронной работы мозговых структур, импульсной активности нейронов, повышение общей неспецифической резистентности организма [7].

Таким образом, зависимость между функциональным состоянием мозга и локальными вариациями гелигеомагнитного поля имеет сложный нелинейный характер, значительные флуктуации уровня гелигеомагнитной активности, а также возникновение аperiodических возмущений могут приводить к неустойчивому состоянию головного мозга.

### ВЫВОДЫ

1. Анализ записей ЭЭГ выявил достоверно положительную корреляцию между мощностью дельта-, альфа – ритмов левого полушария и индексом геомагнитной активности Кр ( $r=0,38$ ).

2. По данным наших исследований в даты с относительно низкой дисперсией Кр-индекса выявлена положительная корреляция между альфа-, бета-ритмами ЭЭГ обоих полушарий, тета-ритма левого полушария ( $r=0,26$ ). А в даты с высокими значениями дисперсии индекса Кр достоверных корреляционных взаимоотношений не отмечено.

3. В данном исследовании достоверное уменьшение мощности бета-ритмов ЭЭГ обоих полушарий соответствовал высоким значениям индекса Rz ( $r=-0,48$ ).

### Список литературы

1. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. – М: Наука., 1973. – 348 с.
2. Самохвалов В.П. Эффекты космофизических флуктуаций при психических заболеваниях // Проблемы космической биологии. Биофизические и клинические аспекты гелиобиологии. – Л.: Наука, 1989. – Т. 65. – С. 23-26.
3. Сухинин А.В. Динамика линейных и нелинейных параметров ЭЭГ человека при субъективной оценке времени: Автореф. дисс... к.б.н., Симферополь, 1997. – 25 с.
4. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу. – М.: МНЭПУ, 2000. – 374 с.
5. Раевская О.С., Рыжиков Г.В. Изменения геомагнитного поля и динамика межполушарной асимметрии // Физиология человека. – 1984, – Т.10, №3. – С. 471-474.
6. Аладжалова Н.А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга. - М.: Наука, 1979. – 213 с.
7. Сидякин В.Г. Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему. – Киев: Наукова думка, 1986. – 160 с.
8. Моисеева Н.И., Любицкий Р.Е. Воздействие гелигеофизических факторов на организм человека. –Л.: Наука, 1986. – С. 32-33.

*Поступила в редакцию 20.03.2006 г.*