

## СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА

**Д.Д. Брюховецкий**

*Научный руководитель: доцент, канд. биол. наук. С.В. Побаченко*

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

E-mail: dimabryhov228@gmail.com

**Аннотация.** Представлены результаты анализа особенностей суточной динамики амплитудных показателей электрической активности мозга человека в условиях свободной жизнеактивности. По данным трех суток измерений для выборки волонтеров в динамике электроэнцефалограммы можно выделить два типа «всплесков» значений спектральной мощности в диапазоне 8–13 Гц: первый связан с физической и умственной активностью и второй, проявляющийся независимо в утренние и вечерние часы, вероятно опосредован коррекцией биоритмов вариациями фоновых электромагнитных полей диапазона шумановских резонансов.

**Ключевые слова:** электромагнитные поля, крайне низкий диапазон, шумановские резонансы, электроэнцефалограмма.

### Введение

На протяжении всего времени существования жизни на Земле, живые организмы находились под постоянным воздействием электромагнитных полей (ЭМП). Одним из важных значений ЭМП является обеспечение ритмозадающей функции, определяющей стабильное функционирование основных систем организмов. В соответствии с представлениями Кениг [1], Побаченко [2, 3], Сарока [4] наибольшее значение в этом контексте играют ЭМП крайне низкого частотного (КНЧ) диапазона, так как их вариации проявляются на некоторых частотах за счет системы глобального шумановского резонатора (7,8 – 32,4 Гц) и соответствуют частотным диапазонам процессов в живых системах. Наиболее реактивной на воздействия является нервная система, состояние которой можно оценивать по

показателям электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Оценку влияния внешних факторов целесообразно проводить на продолжительных интервалах мониторинга (суточных) для выявления биоритмических компонент динамики. Сигнал ЭЭГ достаточно сложный и отражает широкий спектр отклика нервной системы на различные воздействия. В связи с этим необходимо оценить суточную динамику показателей ЭЭГ с выделением потенциальных детерминант изменения активности.

### **Материалы и методы**

Для проведения экспериментальных исследований была использована стандартизованная аппаратура фирмы «Медиком» электроэнцефалографический комплекс «Энцефалан ЭЭГР – 19-26» [5], позволяющий реализовывать точную запись параметров ЭЭГ по Холтеровскому типу. Система состоит из периферической части, включающей электроэнцефалографические электроды, а также электроды для съема электроокулограммы и электромиограммы, необходимые для устранения артефактов записи ЭЭГ и автономного блока пациента с набором биоусилителей, индикаторным устройством, отражающим текущие импедансные значения «электрод-ткань» и флеш-памяти для записи фиксируемых сигналов, с которой, по окончании измерений, данные переносятся в специализированную среду на компьютер. Кроме того, на основе Bluetooth-соединения реализуется телеметрия для оперативного контроля записи. Блок-схема представлена на рисунке 1.

Проведено три серии круглосуточных экспериментальных измерений для трех волонтеров (ПН – муж., 22 года, АА – жен., 47 лет, БВ – муж., 20 лет). В дни проведения измерений магнитная обстановка была невозмущенной, Ар индекс 1–3.



Рис. 1. Блок-схема проведения эксперимента

Расчеты спектральной плотности мощности (СПМ) проводились на основе стандартного математического обеспечения «Медиком» и собственных программ, реализованных в среде Python. На основе Фурье-преобразований рассчитывались значения СПМ ЭЭГ в диапазоне частот 8–13 Гц на 10-секундных интервалах в течении суток.

### Результаты

Для анализа выбраны центральные, теменные и височные отведения, их выбор обусловлен функциональной специфичностью [4, 5]. На рисунках 2–4 представлена суточная динамика значений спектральной мощности показателей ЭЭГ в диапазоне 8 – 13 Гц для 3-х серий измерений. Данные рисунков аппроксимированы экспоненциальной функцией (красная линия).

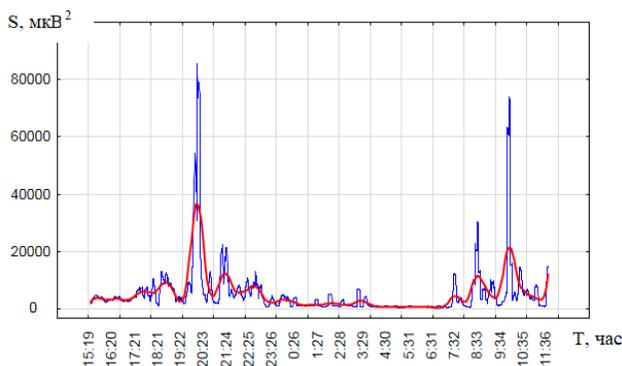


Рис. 2. Околосуточная динамика значений спектральной плотности мощности показателей ЭЭГ в диапазоне 8–13 Гц (канал С4, волонтер ПН)

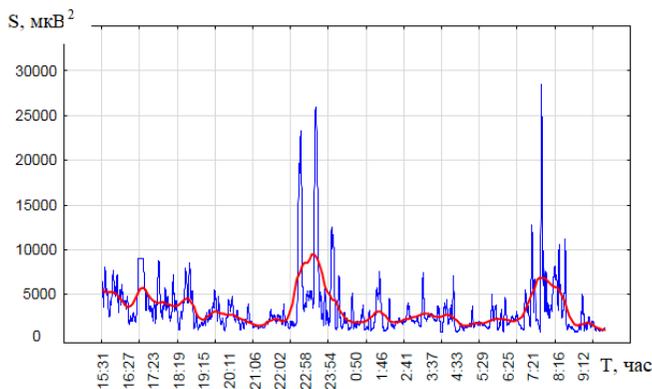


Рис. 3. Околосуточная динамика значений спектральной плотности мощности показателей ЭЭГ в диапазоне 8–13 Гц (канал С4, волонтер АА)

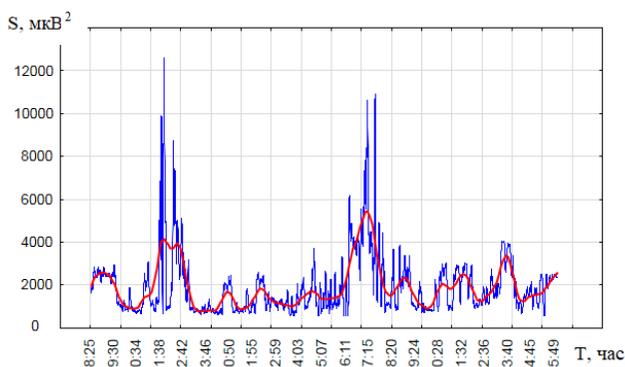


Рис. 4. Околосуточная динамика значений спектральной плотности мощности показателей ЭЭГ в диапазоне 8–13 Гц (канал С4, волонтер БВ).

Общий анализ изменения амплитудных показателей ЭЭГ по всем экспериментальным сериям позволяет выделить два типа всплесков. Первый тип обусловлен, согласно отчетам дневников волонтеров, проявлением в первую очередь физической и, в меньшей степени, интеллектуаль-

ной активностью. Соответственно, данные вариации проявляются в дневное время суток. Второй тип существенно увеличения амплитудных значений, согласно отчетам, не связан с тем или иным видом деятельности и закономерно проявляется в утренние и вечерние часы: у волонтера ПН в 9:50 – 10:00 и в 19:20 – 20:40 (рис. 2), у АА в 8:50-9:10 и в 19:20- 20:40 (рис. 3) и у БВ в 6:10 – 8:20 и в 20:40 – 23:10 (рис. 4) местного времени. Очевидно, что подобные возмущения отражают функциональные изменения в биоритмической структуре нервно-регуляторной деятельности организма, которые, в свою очередь, могут быть детерминированы влиянием внешних ритмозадающих факторов. В связи с этим, при дальнейшем анализе влияния электромагнитных полей КНЧ диапазона на этих периодах целесообразно сосредоточить внимание.

### **Заключение**

По данным анализа динамики амплитудных параметров ЭЭГ можно выделить 2 типа существенного увеличения амплитудных значений. Первый тип - всплески  $\alpha$  – ритма наблюдаются в периоды физической и интеллектуальной активности. Второй тип не связан на прямую с определенной активностью, и вероятней всего, является характеристикой функционирования регуляторной системы организма и возможно связан с формированием экзогенной биоритмики вследствие влияния внешнего раздражителя, предположительно, в виде ЭМП КНЧ-диапазона.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Biologic effects of environmental electromagnetism / H.L. Koenig, A.P. Krueger, S. Lang ET AL. – New York : Springer, 1981. – 332 p.
2. Сопряженность параметров ЭЭГ мозга человека и электромагнитных полей шумановского резонатора по данным мониторинговых

- исследований / С.В. Побаченко, А.Г. Колесник, А.С. Бородин и др. // Биофизика. – 2006. – Т. 51, вып. 3. – С. 523–528.
3. Колесник А.Г., Колесник С.А., Побаченко С.В. Электромагнитная экология // Томск : ТМЛ-Пресс, 2009. – 336 с.
  4. Saroka K.S., Vares D.E., Persinger M.A. Similar spectral power densities within the schumann resonance and a large population of quantitative electroencephalographic profiles: supportive evidence for Koenig and Pobachenko // PLoS ONE. – Vol. 11. – e0146595. – URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146595>.
  5. Электроэнцефалограф-регистратор «Энцефалан-ЭЭГР-19/26». Основная модификация // Медиком МТД. – 2014. – URL: <http://medicom-mtd.com/htm/Products/eegr-main.html>
  6. Saroka K.S. A fugal discourse on the electromagnetic coupling of electromagnetic processes in the earth-ionosphere and the human brain. – Sudbury, Ontario : The Faculty of Graduate Studies Laurentian University Sudbury, 2016. – 228 p.