

УДК 612.821

ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЖЕНЩИН 50–60 ЛЕТ ПРИ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДНИ СЛАБЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ И В ОТНОСИТЕЛЬНО СПОКОЙНЫЕ ДНИ

¹Аллахвердиев А.Р., ¹Аллахвердиева А.А., ²Бабаев Э.С.

¹*Институт физиологии им. А.И. Караева Национальной Академии наук Азербайджана, Баку, e-mail: ali_doctor@mail.ru;*

²*Шамахинская астрофизическая обсерватория им. Н. Туси Национальной Академии наук Азербайджана, Баку, e-mail: elchin.babayev@gmail.com*

В работе проведен персонализированный и общий групповой анализ биоэлектрической активности головного мозга (ЭЭГ) практически здоровых лиц женского пола 50–60 лет в дни слабых геомагнитных возмущений ($K_p = 4$) и в геомагнитно-спокойные дни. Анализировались отрезки ЭЭГ обоих полушарий с определением частотно-амплитудных и индексных характеристик областей мозга, в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами и при счете в уме. Было выявлено, что наблюдаемая в процессе умственной деятельности, как в спокойные, так и дни слабых геомагнитных возмущений перестройка структурной организации ЭЭГ свидетельствует о сдвиге синхронизирующих и десинхронизирующих механизмов неспецифических систем мозга в сторону усиления восходящих влияний активирующего звена. В спокойные дни активационные процессы в диапазоне высокочастотного бета-спектра затрагивают лобные и височные области, в дни же геомагнитного возмущения активация диффузная и затрагивает как низкочастотный, так и высокочастотный спектры бета-диапазона ЭЭГ. Снижение индекса и урежение частоты тета-ритма в дни слабых геомагнитных возмущений, в отличие от увеличения индекса тета-ритма в спокойные дни, свидетельствуют о меньшей степени успешности решения задачи.

Ключевые слова: электроэнцефалография, частотно-амплитудный, индексный анализы, счет в уме, женский пол, геомагнитно-спокойные дни, слабые геомагнитные возмущения

FEATURES OF THE BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE 50–60 YEARS OLD FEMALE BRAIN UNDER MENTAL ACTIVITY IN THE DAYS OF WEAK GEOMAGNETIC DISTURBANCES AND IN RELATIVELY QUIET DAYS

¹Allakhverdiev A.R., ¹Allakhverdieva A.A., ²Babaev E.S.

¹*Institute of Physiology named after A.I. Karaev of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, e-mail: ali_doctor@mail.ru;*

²*Shamakhy Astrophysical Observatory named after N. Tusi of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, e-mail: elchin.babayev@gmail.com*

This paper presents results of the personalized and general group analysis of the bioelectrical activity of the brain (EEG) and personal characteristics of healthy 50–60 years old females on days of weak geomagnetic disturbances ($K_p = 4$) and on relatively geomagnetically quiet days. segments of both hemispheres areas with the definition of frequency-amplitude and index characteristics in a state of quiet wakefulness with eyes closed and with the account in mind (mental arithmetic task). As a result of the study it was revealed that the restructuring of the EEG structural organization during both the geomagnetically quiet (calm) and weak geomagnetic disturbances testifies a shift of the synchronizing and desynchronizing mechanisms of non-specific brain systems towards the strengthening of the uprising effects of the activating link. Wherein, on geomagnetically quiet days, activation processes in the high-frequency beta-spectrum range affecting the frontal and temporal regions, while on days with geomagnetic disturbances activation is diffuse and affects both the beta- low-frequency and high-frequency of the EEG. Decrease in the index and a frequency of the theta-rhythm on days of weak geomagnetic disturbances, in contrast to an increase in the index of the theta-rhythm on quiet days, indicate a lower degree of success in solving the task.

Keywords: electroencephalography, frequency-amplitude, index analyses, mental arithmetic, female, geomagnetically quiet days, weak geomagnetic disturbances

Исследования влияния факторов внешней среды на мозговую деятельность привлекали и продолжают привлекать внимание исследователей различных научных направлений. При этом особый интерес представляют исследования, затрагивающие возрастно-половые аспекты проблемы [1–3]. Среди факторов окружающей среды, влияние гелиофизических факторов на функциональную деятельность головного

мозга изучено недостаточно, а имеющиеся данные не отражают проблему в онтогенетическом ракурсе. С целью определения характера перестроек электрической активности головного мозга (ЭЭГ) в ответ на умственные нагрузки, в настоящей работе проведены персонализированные исследования в группе женщин 50–60 лет при счете в уме в дни со спокойной и слабо возмущенной геомагнитной обстановкой.

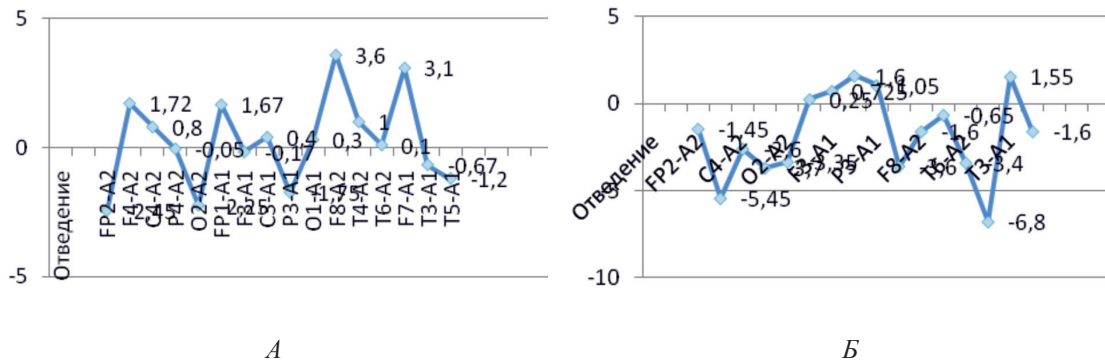


Рис. 1. Гистограмма распределения индексов тета-ритма при переходе из состояния покоя в состояние счета в уме в спокойные дни (А) и в дни со слабым геомагнитным возмущением (Б) у женщин 50–60 лет. По оси абсцисс – корковые области, по оси ординат – динамика, выраженная в виде разницы между величинами индекса тета-ритма при счете в уме и в состоянии покоя

Материалы и методы исследования

Устранение влияния вариабельности индивидуальных характеристик на результаты исследований достигалось проведением персонафицированных исследований. Регистрация ЭЭГ осуществлялась от лобных, центральных, теменных, затылочных, передневисочных, средневисочных и задне-височных отделов правого и левого полушарий мозга на компьютерном энцефалографе «Нейрон-Спектр-5» по международной схеме 10–20%, в группе практически здоровых женщин 50–60 лет (9 женщин) в дни со спокойной ($K_p = 1-2$) и слабо возмущенной геомагнитной обстановкой ($K_p = 4$). Прогноз гелиогеомагнитной обстановки в регионе обследования (г. Баку) представлялся Шамахинской астрофизической обсерваторией Национальной Академии наук Азербайджана. Безартефактные отрезки ЭЭГ (10 секунд) в состоянии расслабленного бодрствования и при счете в уме с закрытыми глазами анализировались по программам «Нейрон-Спектр-NET» фирмы «Нейрософт» (Россия). Состояние счета в уме создавалось, предъявлением испытуемым решения арифметических задач. Анализу подвергались частотно-амплитудные и индексные показатели для дельта-, тета-, альфа-, бета-1 (низкочастотного) и бета-2 (высокочастотного) ритмов ЭЭГ. В дальнейшем, с помощью программы «Microsoft Excel» проводился сравнительный анализ характеристик ЭЭГ при решении счета в уме с состоянием покоя, для дней с $K_p = 1-2$ и $K_p = 4$, с последующим построением и представлением гистограмм, отражающих разницу в величинах показателей.

Результаты исследования и их обсуждение

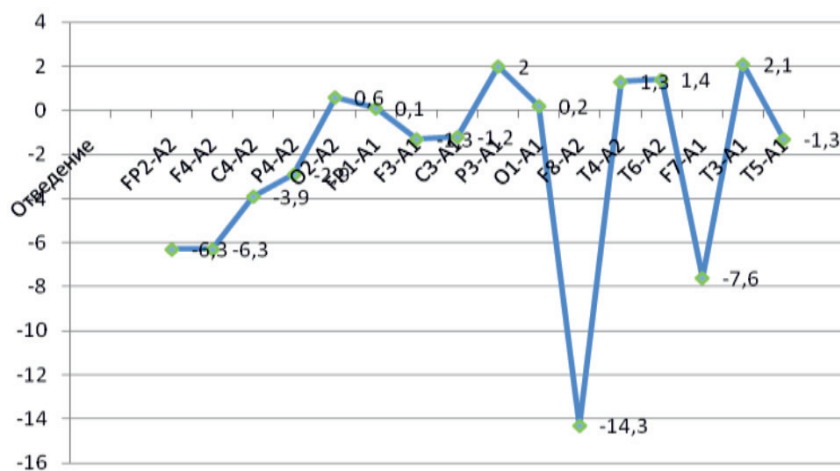
Для наглядного отражения динамики изменений характеристик ЭЭГ при переходе из одного состояния в другое, нами после периодометрического анализа был проведен сравнительный анализ исследуемых показателей, состоящий в разнице соответствующих величин между состоянием решения арифметической задачи и состоянием покоя. В результате исследований установлены наиболее значимые изменения, касающиеся индексных и частотных характеристиках тета-, бета-1 и бета-2 ритмов.

В дни со спокойной геомагнитной обстановкой счет в уме сопровождается увеличением тета-индекса, главным образом в височных областях, а в дни слабых геомагнитных возмущений наблюдается обратная динамика – снижение индекса, в основном диффузное, в том числе и в височных отделах (рис. 1). Известно, что в процессе мыслительной деятельности отмечается перестройка частотно-амплитудных характеристик ЭЭГ [4–6]. Обычно нарастание медленных частот в ЭЭГ отражает процесс снижения функциональной активности коры, наблюдаемый при переходе от состояния бодрствования к дремоте и далее к медленному сну. В то же время было показано, что усиление медленноволновой активности тесно коррелирует с интенсивностью интеллектуального напряжения [7], что дало основание высказать предположение о роли медленных ритмов в процессах адаптивных перестроек, направленных на оптимизацию текущей деятельности. Имеются сведения о том, что степень выраженности тета-ритма положительно коррелирует

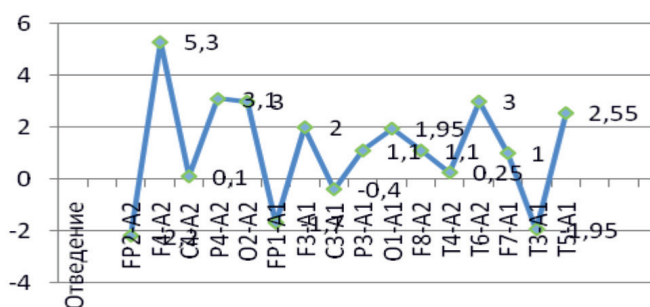
лирует со степенью успешности решения задачи. Выявленные изменения индекса тета-ритма свидетельствуют о том, что в геомагнитно-спокойные дни при счете в уме отмечается диффузное увеличение тета-индекса, с акцентом в височных областях, а в дни геомагнитного возмущения, наоборот – прослеживается тенденция к снижению индекса тета-ритма. Если считать, что увеличение выраженности тета-ритма отражает успешность решения задачи, то снижение тета-индекса при возмущении геомагнитной обстановки, вероятно, свидетельствует о менее удачно сложившихся в корковых отделах связях для достижения поставленных целей. Также различия при решении арифметической задачи в сравнении с состоянием покоя в геомагнитно-спокойные дни и в дни возмущения геомагнитной обстановки наблюдались в индексах

низко- и быстро-частотного бета-ритмов (рис. 2, 3).

Как видно из гистограммы (рис. 2), в спокойные дни наблюдается снижение индекса бета-1-ритма, главным образом, в височных областях. В дни же слабых геомагнитных возмущений наблюдается диффузное увеличение индекса низко-частотного бета-1-ритма. Динамика же быстрочастотного бета-2-ритма в целом прослеживалась однонаправленная. Различия отмечались в степени выраженности и в корковом распределении. В спокойные дни увеличение индекса бета-2-ритма отмечалось преимущественно в лобных и в правой височной областях, а в дни слабых геомагнитных возмущений увеличение процентной представленности быстрочастотного бета-2-ритма наблюдалось во всех корковых областях.



А



Б

Рис. 2. Гистограмма распределения индексов бета-1-ритма при переходе из состояния покоя в состояние счета в уме в спокойные дни (А) и в дни со слабым геомагнитным возмущением (Б) у женщин 50–60 лет. По оси абсцисс – корковые области, по оси ординат – динамика, выраженная в виде разницы между величинами индекса тета-ритма при счете в уме и в состоянии покоя

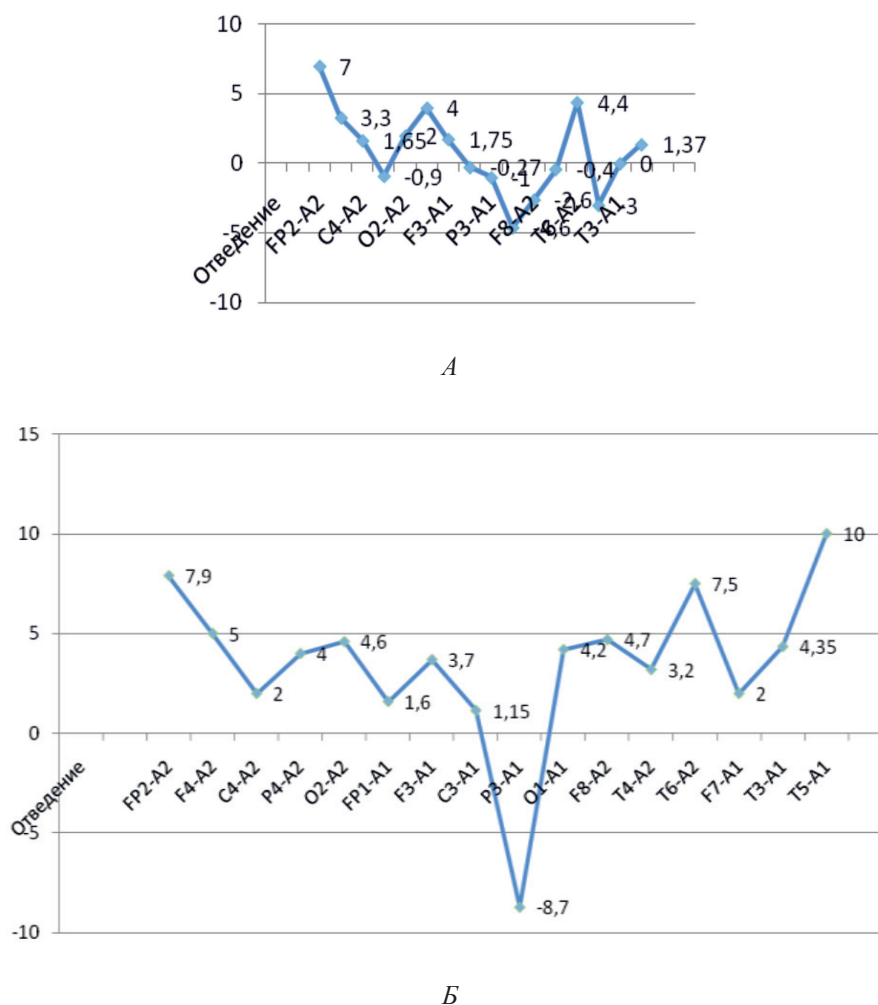


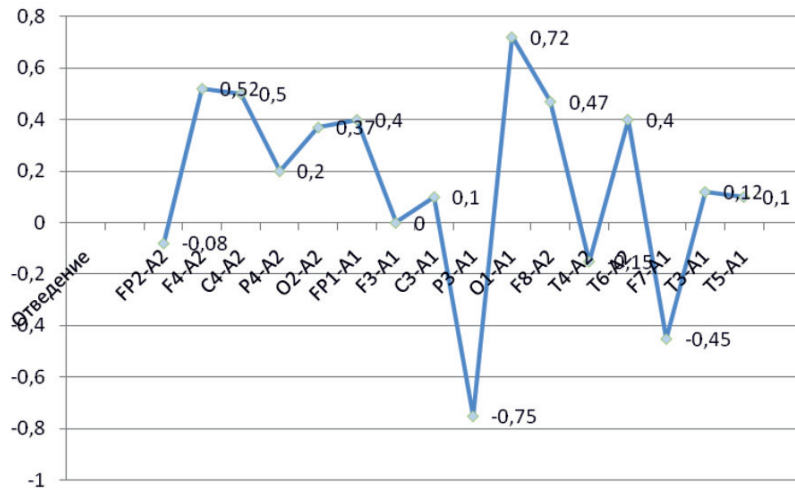
Рис. 3. Гистограмма распределения индексов бета-2-ритма при переходе из состояния покоя в состояние счета в уме в спокойные дни (А) и в дни со слабым геомагнитным возмущением (Б) у женщин 50–60 лет. По оси абсцисс – корковые области, по оси ординат – динамика, выраженная в виде разницы между величинами индекса тета-ритма при счете в уме и в состоянии покоя

Различия в индексах бета-ритма свидетельствуют о том, что в спокойные дни в процессе решения арифметической задачи наблюдается активация лобных и височных областей только на высоких частотах бета-спектра, а в дни слабых геомагнитных возмущений – отмечается диффузная активация и на низких и высоких частотных диапазонах бета-ритма. Диффузное увеличение в структурной организации ЭЭГ индекса всего частотного спектра бета-ритма указывает на активацию десинхронизирующих механизмов неспецифических систем и усиление ее восходящего влияния на корковые области головного мозга. В спокойные же дни при решении арифметических задач наблюдается избирательная активация лобных и височных областей на более высоких частотных диапазонах бета-ритма,

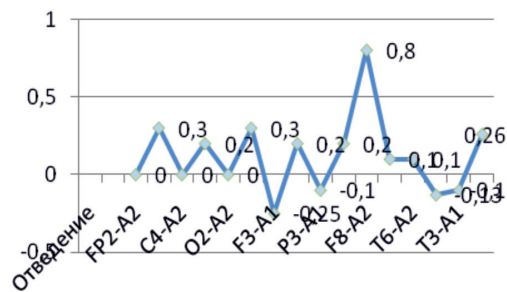
отражающая более оптимальный вариант реагирования на умственную нагрузку.

Частотные характеристики ритмов также отражают различную динамику при переходе в состояние счета в уме, зависящую от геомагнитной обстановки. Так, в спокойные дни при переходе от состояния покоя к решению арифметической задачи отмечалось увеличение, главным образом, частоты бета-2-ритма (рис. 4, А), а в дни геомагнитного возмущения наблюдалось увеличение частоты как низкочастотного, так и высокочастотного бета-ритмов (рис. 4, Б, В).

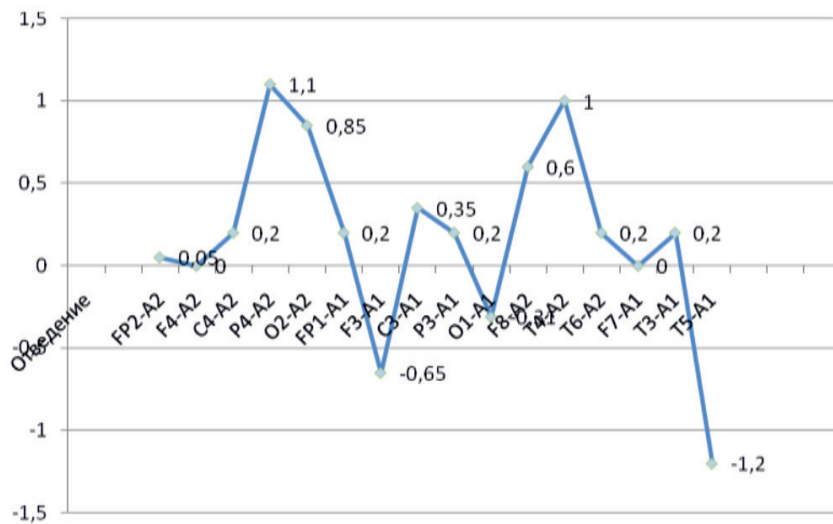
Частотные показатели тета-ритма в геомагнитно-спокойные дни, за исключением увеличения в височной области правого полушария, значимо не изменялись, в то время как в дни геомагнитного возмущения они снижались по всем областям (рис. 5).



A

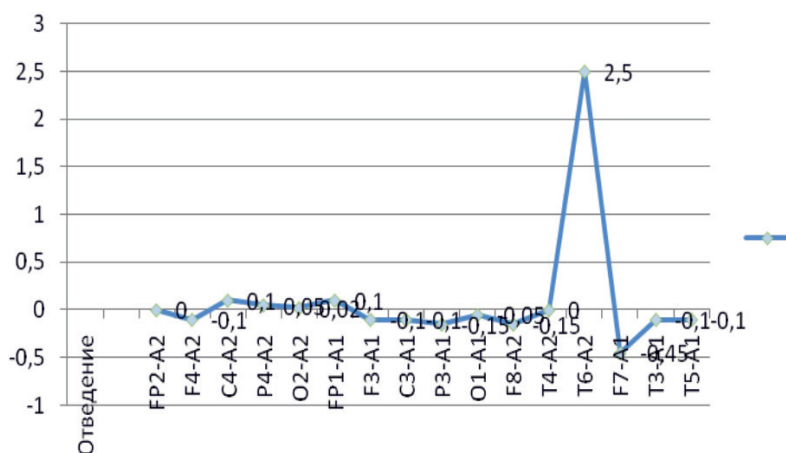


B

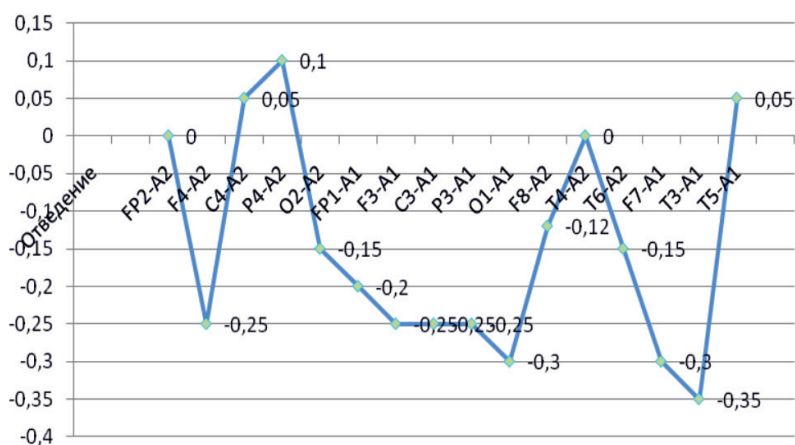


B

Рис. 4. Гистограмма распределения частоты бета-2-ритма при переходе из состояния покоя в состояние счета в уме в спокойные дни (A) и распределения частоты бета-1 (Б) и бета-2 (С) в дни со слабым геомагнитным возмущением у женщин 50–60 лет. По оси абсцисс – корковые области, а по оси ординат – динамика, выраженная в виде разницы между величинами индекса бета-ритма при счете в уме и в состоянии покоя



А



Б

Рис. 5. Гистограмма распределения частоты тета-ритма при переходе из состояния покоя в состояние счета в уме в спокойные дни (А) и в дни со слабым геомагнитным возмущением (Б) у женщин 50–60 лет. По оси абсцисс – корковые области, по оси ординат – динамика, выраженная в виде разницы между величинами индекса тета-ритма при счете в уме и в состоянии покоя

Выводы

Обобщая полученные результаты, следует отметить, что представленные общегрупповые данные составлены на основании персонифицированных исследований, что позволило избежать влияния вариабельности индивидуальных характеристик ЭЭГ на процесс динамики показателей. Вышеизложенные результаты в дни со спокойной и возмущенной геомагнитной обстановкой, при переходе из состояния покоя в состояние умственной деятельности, наряду со схожими перестройками в структуре биоэлектрической активности головного мозга, отражают и различную динамику частот-

ных, амплитудных и индексных характеристик ЭЭГ. При этом значимыми различиями в структурной организации ЭЭГ, зависящими от степени геомагнитной возмущенности при переходе из состояния покоя в состояние умственной деятельности, были изменения следующих характеристик:

1. Индекс тета-ритма в спокойные дни увеличивался, а в дни слабых геомагнитных возмущений – снижался;

2. В геомагнитно спокойные дни отмечалось увеличение индекса бета-2-ритма в лобных и в височных областях, а в дни слабых геомагнитных возмущений наблюдалось диффузное увеличение индекса низ-

кочастотного бета-1 и быстрочастотного бета-2-ритмов;

3. В спокойные дни отмечалось увеличение частоты бета-2, а в дни слабых геомагнитных возмущений наблюдалось диффузное увеличение частоты бета-1 и бета-2-ритмов;

4. Частотная характеристика тета-ритма в дни со спокойной геомагнитной обстановкой, за исключением височной области правого полушария, существенно не изменялась, в дни же геомагнитного возмущения отмечалось диффузное снижение частоты.

Изложенные выше закономерности позволяют прийти к следующим заключениям. Наблюдаемая в процессе умственной деятельности, как в спокойные, так и в геомагнитно-возмущенные дни, перестройка структурной организации ЭЭГ свидетельствует о сдвиге сбалансированных в покое соотношений синхронизирующих и десинхронизирующих механизмов неспецифических систем головного мозга в сторону усиления восходящих влияний активирующего звена. При этом на уровне коры больших полушарий головного мозга в спокойные дни активационные процессы в диапазоне высокочастотного бета-спектра носят локальный характер, затрагивая преимущественно лобные и височные области, в дни же с возмущенной геомагнитной обстановкой активация диффузная и затрагивает как низкочастотный, так и высокочастотный спектры бета-диапазона биоэлектрической активности. В отличие от диффузного увеличения индексных показателей тета-ритма в спокойные дни, в геомагнитно-возмущенные дни снижение индекса и урежение частоты тета-ритма по всем областям свидетельствуют, по-видимому, о меньшей степени успешности решения арифметической задачи.

Таким образом, результаты персонализированных исследований биоэлектрической активности головного мозга практически здоровых женщин 50–60 лет позволяют предположить менее оптимальный вариант сложившейся структуры корковой активности в процессе умственной деятельности (при решении арифметической задачи) в геомагнитно-возмущенные дни, в сравнении со структурной организацией ЭЭГ в дни со спокойной геомагнитной обстановкой.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант № EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/11/1.

Список литературы

1. Варенцова И.А., Чеснокова В.Н., Соколова Л.В. Сезонное изменение психофункционального состояния студентов с разным типом вегетативной регуляции сердечного ритма // Экология человека. 2011. № 2. URL: http://www.nsmu.ru/human_ecology/chitat/arhiv.php (дата обращения: 18.11.2018).
2. Водолажская М.Г., Водолажский Г.И. Половые различия метеочувствительности здоровых взрослых людей, регистрируемые на реоэнцефалограмме и энцефалограмме // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2014. Т. 48. № 5. С. 27–32.
3. Павлов К.И., Мухин В.Н., Клименко В.М. Зависимость уровня активации коры головного мозга женщин от различных экологических факторов // Геофизические процессы и биосфера. 2015. Т. 14. № 4. С. 22–36.
4. Лобасюк Б.А., Боделан М.И., Мартынюк В.В., Аймедов К.В. Системный анализ электрогенеза при счете в уме // Психиатрия, неврология и медицинская психология. 2015. Т. 2. № 2 (4). Р. 17–22.
5. Каратыгин Н.А. Электрофизиологические корреляты различной результативности интеллектуальной деятельности: автореф. дис...канд. биолог. наук. Москва, 2015. 25 с.
6. Новикова С.И. Ритмы и когнитивные процессы // Современная Зарубежная Психология. 201. Т. 4. № 1. С. 91–108.
7. Марютина Т.М., Кондаков И.М. Психофизиология: учебник для вузов. М.: МГППУ, 2004. 183 с.