

УДК 612.821

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЖЕНЩИН В ПОКОЕ И АКТИВНОМ БОДРСТВОВАНИИ В ДНИ С РАЗЛИЧНОЙ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКОЙ ЗЕМЛИ

^{1,2}Аллахвердиева А.А., ²Бабаев Э.С., ¹Аллахвердиев А.Р.

¹Институт физиологии им. академика Абдуллы Караева

Национальной академии наук Азербайджана, Баку, e-mail: ali_doctor@mail.ru;

²Бакинский государственный университет, Баку, e-mail: elchin.babayev@gmail.com

В работе представлен персонализированный 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 и при предъявлении испытуемым функциональной пробы с открыванием глаз. Было выявлено, что в дни с повышением геомагнитной активности Земли наблюдается нарушение реакции головного мозга на открывание глаз, отражающее адаптивную реактивность. При этом нарушения преимущественно проявляются в медленноволновом спектре и в медленночастотном диапазоне быстрой активности. Выявлена противоположная корреляция тета- и преимущественно дельта-волн с бета-ритмом низкой частоты. Открывание глаз сопровождается нарушением наблюдаемого в покое баланса между активирующими и деактивирующими механизмами неспецифических систем мозга, с подавляющим преобладанием активирующих процессов. Повышение же активности магнитной сферы при открывании глаз нарушает этот механизм, усиливая деактивирующий (тормозной) компонент и вызывая недостаточность активирующих процессов. При этом наиболее тесная противоположная взаимосвязь прослежена между дельта-индексом и индексом бета-ритма низкой частоты.

Ключевые слова: электроэнцефалография, частотно-амплитудный, индексный анализы, активное бодрствование, женщины, геомагнитно спокойные дни, геомагнитные возмущения

NONSPECIFIC BRAIN SYSTEMS OF WOMEN AT REST AND ACTIVE WAKEFULNESS ON DAYS WITH DIFFERENT HELIOGEOMAGNETIC CONDITIONS OF THE EARTH

^{1,2}Allakhverdieva A.A., ²Babaev E.S., ¹Allakhverdiev A.R.

¹Institute of Physiology named after Abdulla Qaraev of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, e-mail: ali_doctor@mail.ru;

²Baku State University, Baku, e-mail: elchin.babayev@gmail.com

The paper presents a personalized analysis of the bioelectrical activity of the brain (EEG) of practically healthy females aged 50-60 years on days of weak geomagnetic disturbances ($K_p=4$) and on geomagnetically quiet days. The EEG segments of both hemispheres were analyzed with the determination of the frequency-amplitude and index characteristics of the brain regions, in a state of calm wakefulness and when the subjects were presented with a functional test with eye opening, reflecting adaptive reactivity. In this case, disturbances are predominantly manifested in the slow-wave spectrum and in the slow-frequency range of fast activity. An opposite correlation of theta and predominantly delta waves with a low-frequency beta rhythm was revealed. Opening the eyes is accompanied by a violation of the balance observed at rest between the activating and deactivating mechanisms of nonspecific brain systems, with an overwhelming predominance of activating processes. An increase in the activity of the magnetic sphere when the eyes are opened disrupts this mechanism, strengthening the deactivating (inhibitory) component and causing insufficiency of activating processes. At the same time, the closest opposite relationship was traced between the delta index and the low frequency beta rhythm index.

Keywords: electroencephalography, frequency-amplitude, index analyses, active wakefulness, women, geomagnetically quiet days, geomagnetic disturbances

В онтогенезе, наряду с другими физиологическими системами, идет процесс формирования биоэлектрической активности головного мозга (ЭЭГ), перестройка ее структуры и адаптивных возможностей. Пик формирования – зрелый тип, подробно описанный многими исследователями [1]. По мере старения человека картина ЭЭГ также изменяется, и в то же время она не имеет четких закономерностей, позволяющих, как это происходит по мере взросления, однозначно описать динами-

ку изменений. Ранее нами был проведен сравнительный анализ структурной организации корковой активности практически здоровых женщин зрелого и пожилого возрастов [2]. Было отмечено, что у лиц женского пола в процессе перехода от зрелого возраста к пожилому наблюдается активация как септо-гиппокампулярной системы, так и в меньшей степени активности восходящих влияний ретикулярной формации. Учитывая важность влияния на головной мозг факторов внешней среды, среди ко-

торых большое значение имеет состояние гелиогеомагнитной обстановки Земли, нами были изучены особенности мозговой деятельности пожилых женщин в различных функциональных ситуациях в периоды со спокойной и повышенной геомагнитной обстановкой. Придавая особое значение состояниям, в которых в течение дня пребывает человек, мы подвергли анализу ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования и в процессе умственной деятельности. Был показан различный характер активности головного мозга в покое, а также представлена различная динамика показателей при смене состояний в спокойные дни и в дни с геомагнитным возмущением. Несомненно, что наряду с исследованными интерес представляют и другие состояния бодрствования, отражающие адаптивные возможности мозга.

Цель исследования – проведение сравнительного анализа структуры биоэлектрической активности мозга пожилых женщин в дни с различной геомагнитной активностью в состояниях покоя и активного бодрствования.

Материалы и методы исследования

Для сравнения динамики характеристик электрической активности мозга проводились лонгитудинальные исследования, позволяющие избежать воздействия личностных показателей, имеющих различную степень выраженности. Учитывая то, что показана большая связь локального Кр-индекса с изменениями ЭЭГ характеристик, чем с планетарным Ар-индексом [3], мы для анализа геомагнитной ситуации использовали Кр-индекс. Исследования проводились в группе здоровых лиц женского пола (50–60 лет) в дни с $K_p = 1$ (отсутствие возмущения) и с $K_p = 4$ (слабое возмущение). Прогноз геомагнитной ситуации в г. Баку представлялся кафедрой астрофизики Бакинского государственного университета. Регистрация электрической активности мозга осуществлялась от областей обоих полушарий мозга на энцефалографе фирмы «Нейрософт» (Российская Федерация), по схеме 10–20%. Обследование проводилось в расслабленном положении с закрытыми глазами. Для оценки реактивности головного мозга применялась проба с открыванием глаз, переход из спокойного в активное бодрствование. Лишенные артефактов отрезки ЭЭГ в состоянии спокойного и активного бодрствования анализировались по программам фирмы «Нейрософт» (Россия). Анализировались частоты, амплитуды и индексы для всего спектра

ЭЭГ ритмов. По программам «Microsoft Excel» определялась динамика характеристик при смене состояний в различные геомагнитные дни, с построением графиков, отражающих отклонения в величинах показателей.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате анализа были получены индексные и частотно-амплитудные характеристики электрической активности коры головного мозга, раскрывающие структуру ЭЭГ лиц женского пола пожилого возраста в состоянии расслабленного (глаза закрыты) и активного бодрствования (глаза открыты) в дни с различной степенью геомагнитной активности. Для выявления особенностей динамики данных ЭЭГ при смене функциональных состояний, проводился сравнительный анализ всего спектра показателей, с построением диаграмм, отражающих величины изменений. В периоды спокойных и дней с гелиогеомагнитными возмущениями в динамике показателей были выявлены как общие закономерности, так и различия в структурной организации биоэлектрической активности. При этом значимые различия были выявлены в индексных показателях. В показателях же частот и амплитуд существенная динамика не прослеживалась. Компьютерный анализ полученных данных ЭЭГ представлен на диаграммах (рис. 1).

Данные диаграммы свидетельствуют о диффузном снижении индекса альфа-ритма при открывании глаз как в спокойные дни, так и в дни повышения магнитной активности. Хорошо известно, что у подавляющего большинства здоровых лиц, при отсутствии внешнего раздражителя, в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами более высокие показатели альфа-ритма отмечаются в каудальных отделах обоих полушарий мозга (основной затылочный ритм). При открывании глаз, в состоянии напряженного внимания, на ЭЭГ прослеживается хорошо выраженная реакция активации, то есть снижение амплитуды и мощности альфа-ритма, наблюдается так называемая реакция десинхронизации альфа-ритма [4]. Реакция десинхронизации альфа-ритма означает переход головного мозга от покоя к активному состоянию. Еще Ганс Бергер в 1929 г. обнаружил эффект блокирования альфа-ритма при открывании глаз [5]. Проба с открыванием глаз, характеризующая реактивность мозговой активности, широко используется в клинической практике в дифференциальной диагностике заболеваний головного мозга.

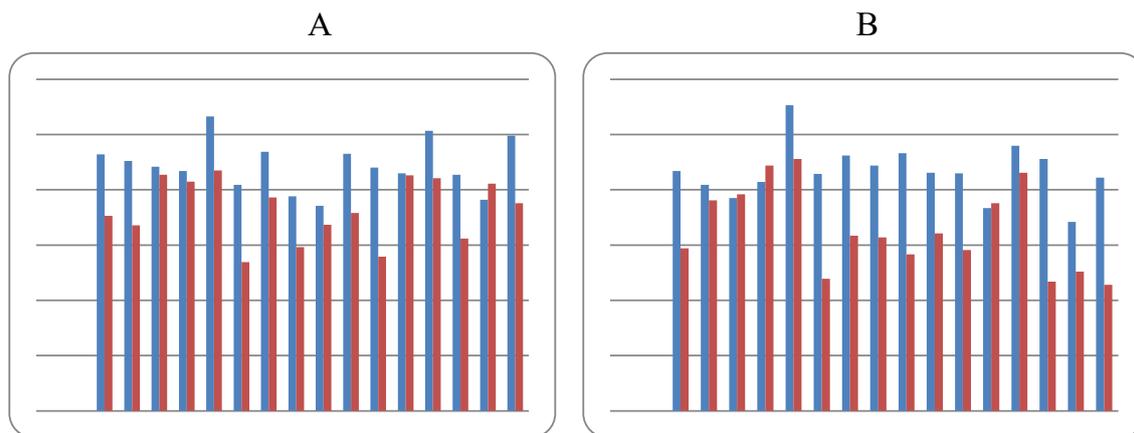


Рис. 1. Диаграмма индексных показателей альфа-ритма в состоянии покоя (синий цвет) и при открывании глаз (красный цвет) в спокойные (А) и геомагнитно активные дни (В) у пожилой женщины. По оси абсцисс – области коры, по оси ординат – процентное выражение

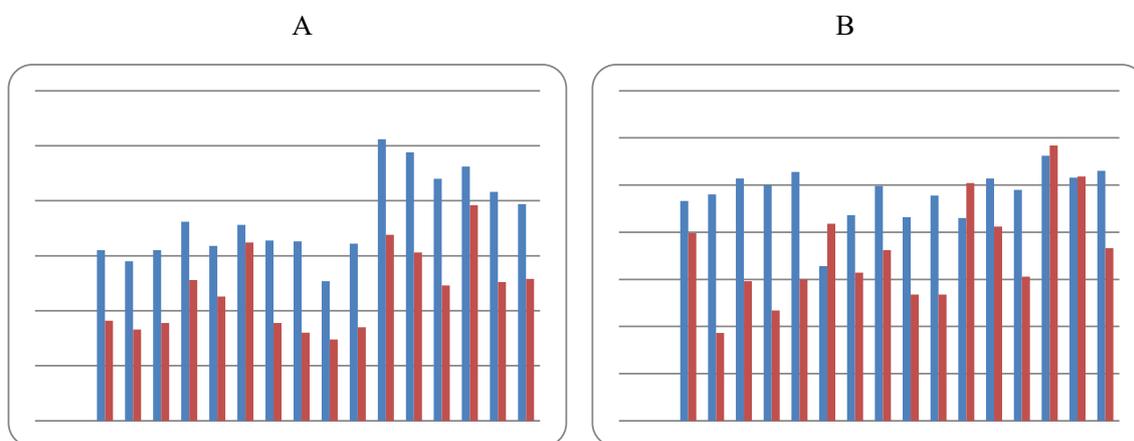


Рис. 2. Диаграмма индексных показателей тета-ритма в состоянии покоя (синий цвет) и при открывании глаз (красный цвет) в спокойные (А) и геомагнитно активные дни (В) у пожилой женщины. По оси абсцисс – области коры, по оси ординат – процентные значения индексов

Наряду с индексом альфа-ритма также изменения наблюдались и в индексных показателях тета-ритма (рис. 2).

Как видно из рисунка, в относительно спокойные дни при открывании глаз отчетливо прослеживается значительное снижение процентной представленности тета-ритма по всем отведениям (рис. 2), в то время как в дни геомагнитных возмущений отмечается менее выраженная реакция. В то же время, как было показано ранее [6], в дни повышения магнитной активности отмечается увеличение представленности тета-активности, свидетельствующее об активации септо-гиппокампальной системы и снижении восходящих влияний активирующего звена регуляторных механизмов. Повышенный ее уровень в геомагнитно ак-

тивные дни, по-видимому, и является причиной менее выраженной реакции. Если учесть, что мощность тета-ритма коррелирует с вегетативной активностью и уровнем эмоциональной возбудимости [7, 8], то можно предположить, что изначально высокий их уровень в дни магнитной активности поддерживается как в спокойном, так и в активном бодрствовании. На связь тета-активности с геомагнитными флуктуациями указано и в работах [9], отмечавших снижение коэффициента когерентности тета-ритма между лобными и затылочными областями при работе на компьютере в дни умеренной магнитной бури в сравнении со спокойными днями.

Выраженную динамику при смене состояний прослеживает и дельта-индекс (рис. 3).

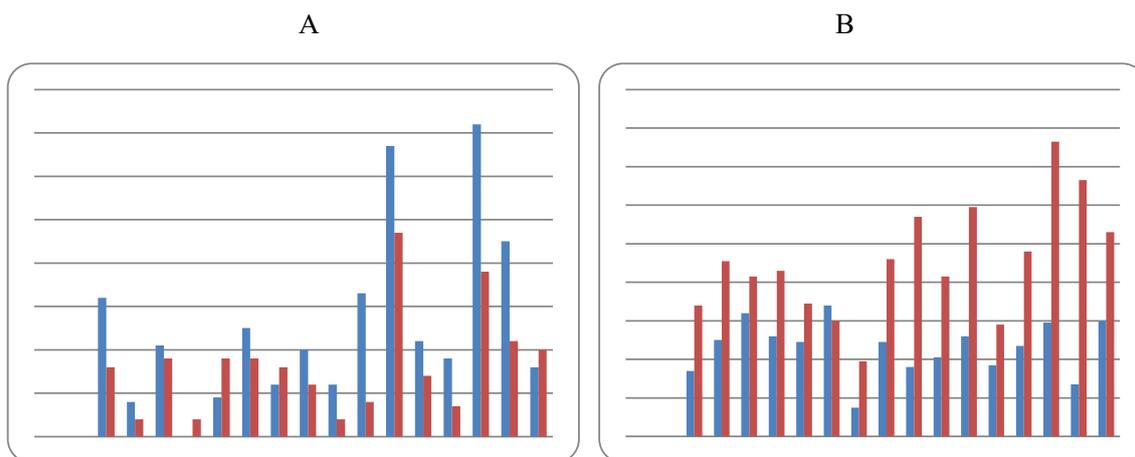


Рис. 3. Диаграмма индексных показателей дельта-ритма в состоянии покоя (синий цвет) и при открывании глаз (красный цвет) в спокойные (А) и геомагнитно активные дни (В) у пожилой женщины. По оси абсцисс – области коры, по оси ординат – процентное значение индексов

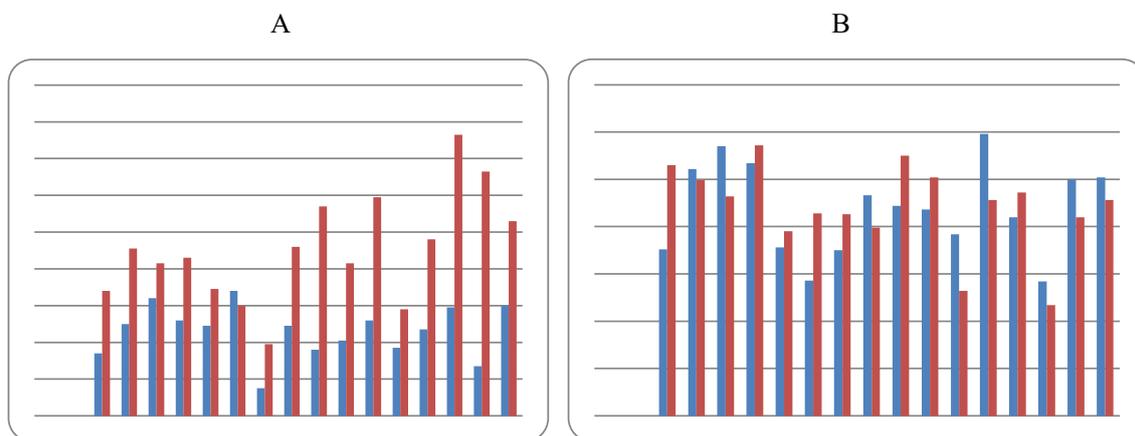


Рис. 4. Диаграмма индексных показателей низкочастотного бета-ритма, в покое (синий цвет) и при открывании глаз (красный цвет) в спокойные (А) и геомагнитно активные дни (В) у пожилой женщины. По оси абсцисс – области коры, по оси ординат – процентное значение индексов

При этом, в сравнении со спокойными днями, в дни с повышенной активностью магнитной сферы отмечается противоположная реакция, проявляющаяся в диффузном усилении выраженности дельта-ритма. Увеличение выраженности дельта-ритма является проявлением усиления синхронизирующих механизмов центральных аппаратов головного мозга. Наблюдаемая в дни с $K_p = 1$ при открывании глаз депрессия дельта-ритма отражает адекватный вариант реактивности, увеличение же дельта-активности по всем корковым областям в дни с $K_p = 4$ свидетельствует о нарушении этого процесса и преобладании тормозных механизмов.

При смене состояний в динамике быстрой частотной активности различия наблюдаются в показателях низкочастотного спектра бета-ритма (рис. 4). В возмущенные геомагнитные дни, в сравнении со спокойными днями, реакция увеличения процента низкочастотного бета-ритма менее выражена, в то время как в показателях индекса быстрой частотной бета-ритма существенная разница не прослеживалась (рис. 5).

В структуре биоэлектрической активности мозга бета-ритм наблюдается в бодрствующем состоянии, при открытых глазах, при сфокусированном внимании, когда человек наблюдает за происходящими событиями, при сосредоточении на решении каких-либо проблем.

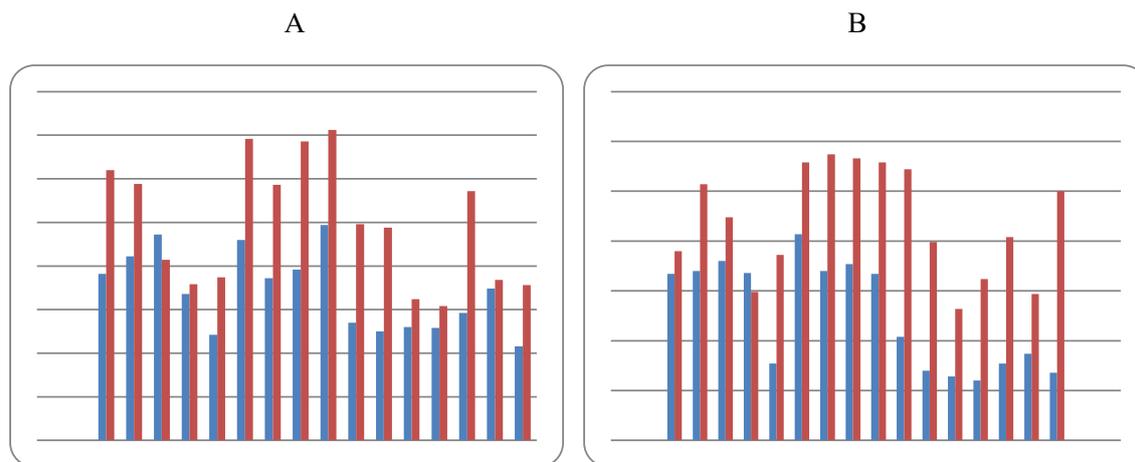


Рис. 5. Диаграмма индексных показателей быстрочастотного бета-ритма в состоянии покоя (синий цвет) и открывании глаз (красный цвет) в спокойные (А) и геомагнитно активные дни (В) у пожилой женщины. По оси абсцисс – области коры, по оси ординат – процентное значение индексов

Бета-ритм является отражателем активации мозга в ответ на различного рода воздействия, оказанные на образование ретикулярной формации ствола. На связь изменений бета-ритма с реакцией активации на ЭЭГ указывается в исследованиях [4], в которых появление быстроволновой активности в структуре биоэлектрической активности мозга интернет-независимых лиц в состоянии покоя с открытыми глазами, сопровождается преимущественным увеличением индекса волн бета-1 диапазона. В наших же исследованиях в дни геомагнитного возмущения, в отличие от спокойных дней при открывании глаз реакция усиления быстрой активности страдает именно за счет волн низкого диапазона бета-ритма. Что свидетельствует о том, что в реакции активации мозга при открывании глаз участвует компонент бета-ритма низкой частоты, который и подвергается воздействию геомагнитного возбуждения.

Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в дни повышения геомагнитной активности Земли наблюдается нарушение реакции головного мозга на открывание глаз, отражающей адаптивную реактивность. При этом нарушения преимущественно проявляются в медленноволновом спектре и в медленночастотном диапазоне быстрой активности. Выявлена противоположная корреляция тета- и преимущественно дельта-волн с бета-ритмом низкой частоты.

Полученные в работе данные можно охарактеризовать с позиций деятельности

центральных регуляторных систем мозга, участвующих в организации функциональных состояний организма и настройке специфических систем на осуществление текущей деятельности на протяжении всего цикла бодрствование – сон. Важнейшим звеном центральных регуляторных систем головного мозга являются несинхронизирующие (активирующие) и синхронизирующие (деактивирующие, тормозные) механизмы. Баланс этих механизмов является необходимым условием нормальной функциональной деятельности головного мозга. Нарушение этого баланса сопровождается соответствующими поведенческими эффектами. Открывание глаз сопровождается нарушением наблюдаемого в покое баланса между активирующими и деактивирующими механизмами неспецифических систем мозга, с подавляющим преобладанием активирующих процессов. Повышение же активности магнитной сферы при открывании глаз нарушает этот механизм, усиливая деактивирующий (тормозной) компонент и вызывая недостаточность активирующих процессов. При этом наиболее тесная противоположная взаимосвязь прослежена между дельта-индексом и индексом бета-ритм низкой частоты.

Не вызывает сомнений влияние на данные, полученные в группе практически здоровых пожилых женщин, и возрастного фактора. В связи с этим интерес представляет возрастно-половой аспект проблемы, поэтапное решение которой планируется нами в дальнейших исследованиях.

Список литературы

1. Поддубный С.К., Аикин В.А., Васильев В.Н., Елохова Ю.А. Возрастная динамика биоэлектрической активности головного мозга у подростков // Вестник Медицинского института РЕАВИЗ. 2016. № 4. С. 121–127.
2. Аллахвердиева А.А., Аллахвердиев А.Р. Структурная организация биоэлектрической активности головного мозга женщин зрелого и пожилого возрастов // Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования. 2018. № 4. С. 5–11.
3. Кануников И.Е., Белов Д.Р., Гетманенко О.В. Влияние геомагнитной активности на электроэнцефалограмму человека // Экология человека. 2018. С. 6–11.
4. Рабаданова А.И., Черкесова Д.У., Бабаева Э.М., Ашурбекова М.И. Электрическая активность мозга и межполушарные взаимодействия при формировании интернет-зависимости // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 2 (3). С. 518–522.
5. Berger H. Uber das Elektroenkephalogramm des Menschen. 1 st report. Arch. Psychiat Nervenkr. 1929. Vol. 87. P. 527–570.
6. Аллахвердиев А.Р., Аллахвердиева А.А., Бабаев Э.С. Особенности функционального состояния головного мозга пожилых женщин в состоянии покоя и умственного напряжения в дни с различной геомагнитной обстановкой // Журнал «Физиология человека». 2020. Т. 46. №. 4. С. 71–80.
7. Гришко Е.А., Бутова О.А. Индукционные отношения нейронов коры головного мозга у военнослужащих силовых структур Российской Федерации // Журнал «Наука. Инновации. Технологии». 2014. № 2. С. 189–191.
8. Русалов В.М., Русалова М.Н., Стрельникова Е.В. Электрофизиологическое исследование мотивации выбора у человека // Успехи физиологических наук. 2002. Т. 33. № 2. С. 68–82.
9. Новак О.Б., Смирнов Ф.А. Геомагнитная буря уменьшает когерентность электрических колебаний головного мозга при работе на компьютере. Биофизика. 2013. Т. 58. Вып. 3. С. 554–560.