

## Miya faoliyatining chastotaviy spektri va kognitiv jarayonlar o'rtasidagi bog'liqlik

Zuhra Yusupova Olim qizi-Urganch RANCH texnologiyalari universiteti 3-kurs talabasi [yzuhra53@gmail.com](mailto:yzuhra53@gmail.com)

**Annotatsiya:** Ushbu tezisdagi miya bioelektrik faoliyatining chastotaviy spektri (EEG ritmlari: delta, theta, alpha, beta va gamma diapazonlari) va insonning kognitiv jarayonlari (diqqat, xotira, idrok, tafakkur va qaror qabul qilish) o'rtasidagi bog'liqlik ilmiy-nazariy va eksperimental jihatdan tahlil qilinadi. EEG chastota bandlarining quvvati (power), fazasi va koherensiyasi kognitiv faollikning neyrofiziologik asosini tashkil etishi, shuningdek, kognitiv buzilishlar (subyektiv kognitiv pasayish, MCI, Alzheimer kasalligi) diagnostikasida muhim indikator ekanligi ko'rsatilgan. Tezisdagi xalqaro va mahalliy tadqiqotlar asosida har bir chastota diapazonining kognitiv jarayonlardagi roli batafsil yoritilgan: theta ritmi xotira kodlash va retrieval bilan, alpha ritmi inhibitor gating va diqqat bilan, beta va gamma ritmlari esa yuqori darajadagi integratsiya va muammolarni hal qilish bilan bog'liq. O'zbekiston tibbiyot va psixologiya adabiyotlarida ham EEG ning klinik psixologiyada qo'llanilishi (nevrozlar, depressiya, kognitiv rehabilitatsiya) alohida ta'kidlangan. Tezisning amaliy ahamiyati – neyropsixologik diagnostika, neyrofeedback terapiyasi va ta'lim jarayonlarini optimallashtirishda yangi yondashuvlar taklif etilgan. Tadqiqot natijalari miya faoliyatining chastotaviy dinamikasini monitoring qilish orqali kognitiv salomatlikni saqlash bo'yicha takliflar beradi.

**Kalit so'zlar:** miya faoliyati, chastotaviy spektr, EEG ritmlari, delta, theta, alpha, beta, gamma chastotalari, kognitiv jarayonlar, xotira, diqqat, neyrofiziologiya, neyrofeedback, kognitiv buzilishlar.

**Abstract:** This thesis analyzes the relationship between the frequency spectrum of the brain's bioelectric activity (EEG rhythms: delta, theta, alpha, beta and gamma bands) and human cognitive processes (attention, memory, perception, thinking and decision-making) from a scientific, theoretical and experimental perspective. It is shown that the power, phase and coherence of EEG frequency bands form the neurophysiological basis of cognitive activity, as well as an important indicator in the diagnosis of cognitive disorders (subjective cognitive decline, MCI, Alzheimer's disease). The thesis, based on international and local studies, details the role of each

frequency band in cognitive processes: the theta rhythm is associated with memory encoding and retrieval, the alpha rhythm with inhibitory gating and attention, and the beta and gamma rhythms with high-level integration and problem solving. The use of EEG in clinical psychology (neuroses, depression, cognitive rehabilitation) is also emphasized in the Uzbek medical and psychological literature. The practical significance of the thesis is that new approaches are proposed in neuropsychological diagnostics, neurofeedback therapy and optimization of educational processes. The results of the study provide suggestions for maintaining cognitive health by monitoring the frequency dynamics of brain activity.

**Keywords:** brain activity, frequency spectrum, EEG rhythms, delta, theta, alpha, beta, gamma frequencies, cognitive processes, memory, attention, neurophysiology, neurofeedback, cognitive disorders.

**Аннотация:** В данной диссертации анализируется взаимосвязь между частотным спектром биоэлектрической активности головного мозга (ритмы ЭЭГ: дельта, тета, альфа, бета и гамма) и когнитивными процессами человека (внимание, память, восприятие, мышление и принятие решений) с научной, теоретической и экспериментальной точек зрения. Показано, что мощность, фаза и когерентность частотных диапазонов ЭЭГ формируют нейрофизиологическую основу когнитивной активности, а также являются важным показателем в диагностике когнитивных расстройств (субъективное снижение когнитивных функций, легкие когнитивные нарушения, болезнь Альцгеймера). В диссертации, основанной на международных и локальных исследованиях, подробно рассматривается роль каждого частотного диапазона в когнитивных процессах: тета-ритм связан с кодированием и извлечением информации из памяти, альфа-ритм — с ингибиторным фильтрованием и вниманием, а бета- и гамма-ритмы — с высокоуровневой интеграцией и решением проблем. В узбекской медицинской и психологической литературе также подчеркивается использование ЭЭГ в клинической психологии (неврозы, депрессия, когнитивная реабилитация). Практическая значимость диссертации заключается в предложении новых подходов в нейропсихологической диагностике, нейробиообратной связи и оптимизации образовательных процессов. Результаты исследования дают рекомендации по поддержанию когнитивного здоровья путем мониторинга частотной динамики мозговой активности.

**Ключевые слова:** мозговая активность, частотный спектр, ритмы ЭЭГ, дельта, тета, альфа, бета, гамма частоты, когнитивные процессы, память,

внимание, нейрофизиология, нейробиообратная связь, когнитивные расстройства.

**Kirish** Inson miyasi murakkab bioelektrik tizim bo‘lib, uning faoliyati chastotaviy spektr orqali tavsiflanadi. Elektroensefalografiya (EEG) usuli orqali qayd etiladigan ritmlar (0,5–100 Gts va undan yuqori) miyaning holatini, kognitiv yuklamani va patologik o‘zgarishlarni real vaqt rejimida aks ettiradi [1, 45–52 bet]. Kognitiv jarayonlar – bu idrok, diqqat, xotira, tafakkur va qaror qabul qilish kabi funksiyalar bo‘lib, ular miya tarmoqlari o‘rtasidagi sinxronlashuv va chastota modulyatsiyasi bilan chambarchas bog‘liq.

So‘nggi yillarda EEG chastota bandlarining kognitiv jarayonlardagi roli bo‘yicha tadqiqotlar ko‘paygan. Xususan, theta va gamma ritmlarining xotira konsolidatsiyasidagi ishtiroki, alpha ritmining inhibitor funktsiyasi va beta ritmining faol diqqat bilan bog‘liqligi isbotlangan [2]. O‘zbekiston tibbiyotida esa neyropsixologiya va klinik psixologiya sohasida EEG ning qo‘llanilishi hali yetarli emas, ammo mahalliy olimlarning ishlari (masalan, Z. Ibodullayevning tibbiyot psixologiyasi bo‘yicha tadqiqotlari) bu yo‘nalishni rivojlantirishga asos bo‘lmoqda [3, 210–235 bet].

Tezisning maqsadi – miya chastotaviy spektrining kognitiv jarayonlar bilan bog‘liqligini tizimli tahlil qilish, mahalliy va xalqaro adabiyotlar asosida ilmiy asos yaratish va amaliy takliflar berishdir. Vazifalar: chastota bandlarini tavsiflash, ularning kognitiv korrelyatsiyasini ko‘rsatish, O‘zbekistonda qo‘llash imkoniyatlarini baholash.

**Asosiy qism** Miya faoliyatining chastotaviy spektri beshta asosiy diapazonga bo‘linadi: delta (0,5–4 Gts), theta (4–8 Gts), alpha (8–13 Gts), beta (13–30 Gts) va gamma (>30 Gts). Har bir diapazon muayyan kognitiv jarayonlar bilan bog‘liq.

1. **Delta ritmi.** Past chastotali delta to‘lqinlari chuqur uyqu va dam olish holatida kuchayadi, ammo uyg‘oq holatda ichki konsentratsiya, emotsional inhibisiya va xotira konsolidatsiyasida ishtirok etadi [4]. Kognitiv jarayonlarda delta quvvatining oshishi qaror qabul qilish va murakkab muammolarni hal qilishda kuzatiladi. Subyektiv kognitiv pasayish (SCD) holatida delta quvvati oshishi kognitiv buzilishning dastlabki belgisi sifatida baholanadi [1]. O‘zbek adabiyotida delta ritmining nevroz va depressiyadagi o‘zgarishi ta’kidlangan [3, 220 bet].

2. **Theta ritmi.** Theta to‘lqinlari xotira kodlash (encoding), retrieval va ishchi xotira (working memory) bilan eng kuchli bog‘liq. Hippokampusdan chiqadigan theta ritmi ma’lumotni vaqtincha saqlash va yangi assotsiatsiyalarni yaratishda muhim rol o‘ynaydi [5]. Tadqiqotlarda theta quvvatining oshishi xotira vazifalarida

muvaffaqiyatli natijalarni bashorat qiladi. Masalan, loci usuli yordamida yodlash vaqtida theta amplitudasi sezilarli oshishi kuzatilgan [6]. Kognitiv buzilishlarda (MCI) theta quvvati yuqori bo‘ladi, bu esa prognoz uchun indikator [2].

3. **Alpha ritmi.** Alpha ritmi miyaning “dam olish” holatini aks ettiradi va inhibitor gating funksiyasini bajaradi – ya’ni, keraksiz axborotni bloklaydi. Yuqori alpha quvvati diqqatni jamlaganda va kreativ tafakkurda kuzatiladi [7]. Alpha chastotasining pasayishi (alpha peak frequency) kognitiv pasayish bilan bog‘liq [8]. O‘zbekiston klinik psixologiyasida alpha ritmining emotsional holat va stressda o‘zgarishi (alpha pasayishi, beta oshishi) nevroz diagnostikasida qo‘llaniladi [3, 225–230 bet].

4. **Beta ritmi.** Beta to‘lqinlari faol fikrlash, diqqat va muammolarni hal qilish bilan bog‘liq. Beta quvvatining oshishi sensor-motor integratsiya va qaror qabul qilishda kuzatiladi [9]. Yuqori beta (15–20 Gts) tashqi diqqat va ijro funksiyalarini ta’minlaydi. Kognitiv vazifalarda beta ritmining sinxronlashuvi yuqori intellekt darajasi bilan korrelyatsiya qiladi [10].

5. **Gamma ritmi.** Gamma chastotalari (>30 Gts) yuqori darajadagi kognitiv integratsiya – “binding” jarayoni uchun mas’ul. Gamma to‘lqinlari turli miya hududlarini birlashtirib, murakkab idrok va ongni yaratadi [11]. Gamma quvvati xotira recall va muammolarni hal qilishda oshadi. Kognitiv buzilishlarda gamma pasayishi kuzatiladi.

Chastotalar o‘zaro ta’sirda bo‘ladi: theta-gamma coupling xotirada muhim, alpha-beta o‘zaro ta’siri diqqatni tartibga soladi [12]. O‘zbek tadqiqotlarida (masalan, neyropsixologik testlarda EEG monitoring) bu bog‘liqlik tasdiqlangan [13].

**Muhokama** Tahlil shuni ko‘rsatadiki, chastotaviy spektr kognitiv jarayonlarning neyrodinamik asosini tashkil etadi. Past chastotalar (delta, theta) ichki holat va xotira bilan, yuqori chastotalar (beta, gamma) esa faol integratsiya bilan bog‘liq. Bu bog‘liqlik individual farqlarga (yosh, jins, kognitiv zahira) bog‘liq [1; 8]. Klinik jihatdan, EEG chastota o‘zgarishlari kognitiv buzilishlarni erta aniqlashga yordam beradi (masalan, theta oshishi – MCI belgisi).

O‘zbekistonda neyrofeedback terapiyasi (alpha oshirish, theta pasaytirish) stress va kognitiv pasayishni davolashda samarali bo‘lishi mumkin [3, 240 bet]. Cheklovlar: EEG signallari artefaktlarga sezgir, individual farqlar katta. Kelajak tadqiqotlari – fMRI bilan birlashtirilgan EEG va sun’iy intellekt yordamida chastota tahlili.

**Xulosa va takliflar** Miya chastotaviy spektri kognitiv jarayonlarning muhim neyrofiziologik ko‘rsatkichi bo‘lib, har bir diapazon muayyan funksiyalarni

ta'minlaydi. Tezis natijalari EEG ni diagnostika va reabilitatsiyada keng qo'llash zarurligini tasdiqlaydi.

Takliflar:

1. O'zbekiston tibbiyot muassasalarida EEG-laboratoriyalarni kengaytirish va neurofeedback dasturlarini joriy etish.
2. Ta'limda loci usuli va EEG monitoring orqali xotira treninglarini o'tkazish.
3. Kognitiv buzilishlarning milliy skrining protokollarini ishlab chiqish.
4. Yoshlar va qariyalar orasida kognitiv salomatlik monitoringini tashkil etish.

Ushbu yondashuv miya faoliyatini chuqurroq tushunish va kognitiv salomatlikni saqlashga xizmat qiladi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Perez V. et al. EEG frequency bands in subjective cognitive decline: A systematic review of resting state studies // *Biological Psychology*. – 2024. – Vol. 187. – P. 108–120.
2. Zhao R. et al. Electroencephalogram-based objective assessment of cognitive impairment in patients with age-related hearing loss // *Frontiers in Aging Neuroscience*. – 2023. – Vol. 15. – P. 108–115.
3. Ibodullayev Z. *Tibbiyot psixologiyasi*. – Toshkent: “O‘zbekiston”, 2018. – 450 b. (210–235, 220–240 betlar).
4. Roohi-Azizi M. et al. Changes of the brain's bioelectrical activity in cognition, consciousness, and some mental disorders // *Journal of Medical Signals and Sensors*. – 2017. – Vol. 7(4). – P. 245–250.
5. Liu T. The relationship between EEG band power, cognitive processing and intelligence in school-age children // *PTAM Journal*. – 2025. – P. 260–270.
6. Tigay R.A. va boshq. Yodlash vaqtida Loci usuli yordamida asosiy EEG ritmlarining faolligini o'rganish // *Biologiya va integrativ tibbiyot*. – 2024. – № 3(68). – B. 93–100 (CyberLeninka).
7. Klimesch W. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2012. – Vol. 16(12). – P. 606–617.
8. Liu H. et al. The relationship and pathways between resting-state EEG power and cognitive function in older adults // *BMC Geriatrics*. – 2024. – Vol. 24. – P. 450–460.

9. Newson J.J., Thiagarajan T.C. EEG Frequency Bands in Psychiatric Disorders: A Review of Resting State Studies // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2019. – Vol. 12. – P. 521.
10. Juras L. et al. Resting-State Brain Oscillations and Working Memory // *Journal of Cognitive Science*. – 2026. – Vol. 2(1). – P. 6–20.
11. Kucewicz M.T. et al. High frequency oscillations in human memory and cognition // *Brain*. – 2024. – Vol. 147(9). – P. 2966–2980.
12. de Munck J.C. et al. Interactions between different EEG frequency bands and their effect on the fMRI BOLD signal // *NeuroImage*. – 2009. – Vol. 47. – P. 69–78.
13. Jo‘rayeva B. Neyropsixologiyada miya tuzilmalari va kognitiv jarayonlar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik // *Modern Science and Research*. – 2025. – Vol. 4(12). – B. 150–160.