

УДК 612.82:616-073.7

## ОСОБЛИВОСТІ ТЕТА-АКТИВНОСТІ ЕЕГ МОЗКУ ОСІБ З РІЗНОЮ СИЛОЮ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ВЕРБАЛЬНОЇ ТА НЕВЕРБАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Т. Ф. ПОРУЧИНСЬКА\*, Т. Я. ШЕВЧУК, А. П. РОМАНЮК,  
О. Р. ДМИТРОЦА

*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки,  
кафедра фізіології людини і тварин  
43025, м. Луцьк, пр. Воли 13  
\*e-mail: tanya.poruch@gmail.com*

*Досліджували особливості тета-активності кори головного мозку осіб з різною силою нервових процесів, які виконували вербальні та невербальні когнітивні завдання. Аналізували показники питомої ваги тета-діапазону ЕЕГ чоловіків з низьким та високим рівнями сили нервових процесів. Встановлено, що із підвищенням рівня сили нервових процесів відмічали зростання питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ мозку у задніх відділах кори у стані спокою, переважно зниження їх значень у лівій півкулі при виконанні різних видів когнітивних завдань. В осіб з низьким рівнем сили нервових процесів під час різних видів когнітивної діяльності зростає питома вага тета-хвиль ЕЕГ, порівняно зі станом спокою. В осіб з високим рівнем СНП відмічене чітке лівопівкулеве переважання питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ незалежно від тестової ситуації, а також зниження їх питомої ваги у лівій півкулі при виконанні математичних завдань, порівняно зі станом спокою.*

*Ключові слова: сила нервових процесів, тета-діапазон електроенцефалограми, когнітивна діяльність, вербальна, невербальна діяльність.*

**Вступ.** Відомо, що ефективність розумової діяльності людини суттєво залежить від вроджених властивостей нервової системи, однак значною мірою визначається функціональним станом головного мозку людини в той чи інший момент часу (Макарчук та ін., 2002). Електроенцефалограма кожного індивіда є досить стійкою, при цьому характеристики окремих ритмів ЕЕГ у різних людей суттєво відрізняються (Голубева, 1989; Русалова, Калашникова, 1995), тому логічно припустити, що ці відмінності залежать від стійких властивостей вищої нервової діяльності.

Дослідження біоелектричної активності мозку показало, що вона може розглядатись як індикатор загальних властивостей нервової системи й займає провідне місце в структурі нейродинамічної конституції людини та деяких індивідуально-психологічних відмінностей, що лежать у їх основі (Анохин, 1988).

Пошук нейрофізіологічних корелятивів особистісних характеристик є актуальною проблемою сучасної психофізіології (Robinson, 2001; Stelmack, 2002). У нашій роботі проведено дослідження тета-активності кори головного мозку під час вербальної та невербальної

діяльності в осіб з різною силою нервових процесів.

**Матеріали та методи.** Досліджували питому вагу тета-діапазону ЕЕГ при вербальній та невербальній когнітивній діяльності в осіб з різною силою нервових процесів.

Дослідження проводили на 80 здорових добровольцях чоловічої статі, праворуких, віком 18–20 років.

Визначення показника сили нервових процесів (СНП) здійснювали за методикою М. В. Макаренка (Макаренко, 1999; Макаренко, 2006) на приладі «Діагност-1». Дослідження СНП проводили у режимі зворотного зв'язку з використанням предметних подразників. Реєстрацію проводили двічі, після виконання тренувальних тестів, враховували кращий результат. Результатом дослідження була кількість подразників, на які правильно відповів досліджуваний протягом 5 хвилин. За отриманими результатами, досліджуваних методом сигмальних відхилень поділили на 3 групи: з низьким, середнім та високим рівнями сили нервових процесів. Таким чином, до групи з низьким рівнем СНП увійшли 26 осіб (кількість вірно опрацьованих подразників у цій групі

становила < 583 подразників), до групи з середнім рівнем – 30 осіб (583–653 подразників) та до групи з високим рівнем сили нервових процесів – 24 особи (> 653 подразників). Для перевірки коректності поділу досліджуваних на вищевказані групи здійснили порівняльний міжгруповий аналіз показників СНП, виявили достовірні відмінності цих показників у всіх групах.

Реєстрацію електричної активності мозку здійснювали за допомогою системи комп'ютерної електроенцефалографії «DX-5000 Prastis». Реєстрацію EEG здійснювали монополярно з референтним вертекс-електродом, за міжнародною системою 10/20 у шістнадцяти симетричних точках кори: передньо-, задньо- та латерально-фронтальних, передніх і задніх скроневих, центральних, тім'яних і потиличних. У функціональних пробах аналізували 60-секундні відрізки. EEG реєстрували у наступних тестових ситуаціях: стані спокою з розплющеними очима та під час виконання вербальних та невербальних когнітивних завдань. Вербальними завданнями були просторові тести (пари тривимірних фігур, повернутих одна відносно іншої у просторі), невербальними – математичні завдання (арифметичні дії з одно-, дво- та тризначними числами) та анаграми.

Для досягнення поставленої мети досліджували питому вагу тета-хвиль EEG у стані спокою та під час вербальної і невербальної когнітивної діяльності в осіб з низьким та високим рівнями сили нервових процесів.

Отримані результати опрацьовували методами варіаційної статистики з урахуванням параметричних та непараметричних критеріїв при порівнянні середніх величин. Визначали: середнє значення показників (M), величин середньої помилки (m), критерії достовірності Стьюдента (t) при порівнянні середніх величин та Мана-Уїтні (W) при порівнянні медіан і

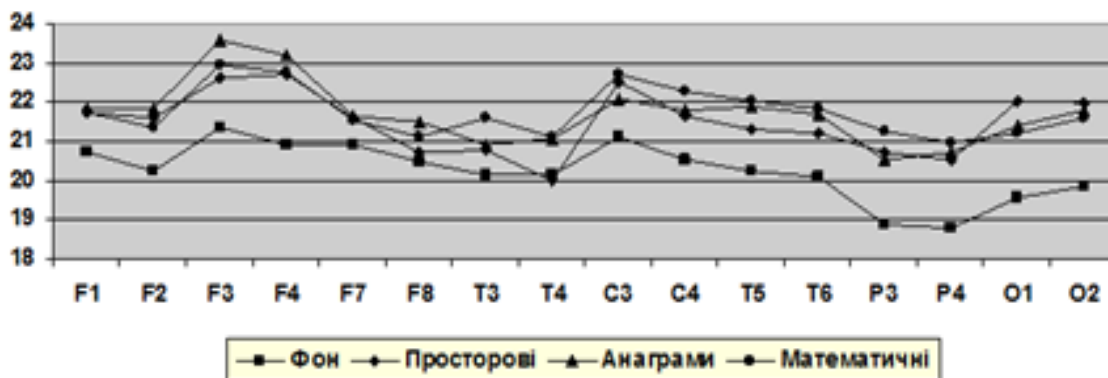
ступінь вірогідності (p). При  $p \leq 0,05$ ;  $t \geq 2,1$ ;  $W \geq 2,1$ , різниця вважалась достовірною.

**Результати та обговорення.** У роботі досліджували відмінності питомої ваги тета-діапазону хвиль EEG у різних тестових ситуаціях в межах кожної досліджуваної групи.

Вивчення питомої ваги тета-хвиль EEG в осіб з низьким рівнем СНП виявило загалом подібні тенденції розподілу цього показника по скальпу як у спокої, так і при виконанні когнітивних завдань різного типу (рис. 1). У всіх тестових ситуаціях питома вага тета-хвиль EEG була найвищою у лобових та центральних структурах кори, а найнижчою – у тім'яних зонах лівої та правої півкуль головного мозку. Питома вага тета-хвиль EEG у стані спокою була найменшою, порівняно з іншими тестовими ситуаціями і коливалась у межах від 18,77 % (у правій тім'яній ділянці) до 21,35 % (у лівій задньо-лобовій ділянці). При виконанні когнітивних завдань частка тета-діапазону EEG помітно зростала (рис. 1).

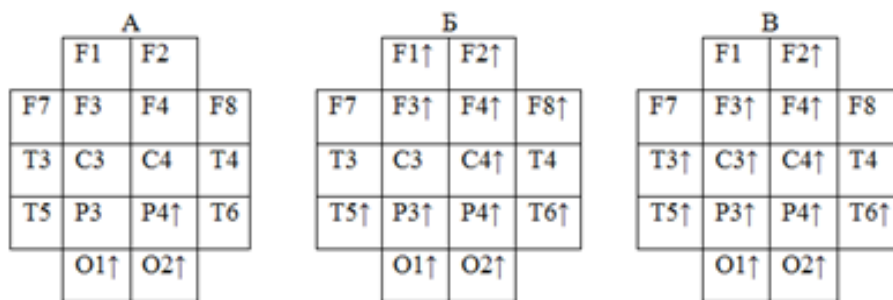
Порівняльний аналіз показників частки тета-хвиль EEG у різних тестових ситуаціях виявив статистично достовірне зростання показників під час виконання усіх когнітивних завдань, порівняно з фоном. Однак, у процесі виконання просторових завдань ці відмінності були досить локальними і охоплювали праву тім'яну та обидві потиличні зони кори головного мозку. Натомість під час вербальної діяльності питома вага тета-хвиль EEG зростала у переважній більшості структур кори головного мозку (рис 2).

Отже, в осіб з низьким рівнем сили нервових процесів під час когнітивної діяльності зростає питома вага тета-хвиль EEG, порівняно зі станом спокою; локально – у процесі виконання невербальних (просторових) завдань та більш генералізовано – під час вербальної когнітивної діяльності (рішення анаграм та просторових завдань).



**Рис. 1.** Питома вага тета-хвиль EEG (%) у стані спокою (фон) та при виконанні когнітивних завдань (просторових, математичних та анаграм) в осіб з низьким рівнем сили нервових процесів.

**Fig. 1.** The share of theta-waves EEG (%) at rest (background) and in the performance of cognitive tasks (spatial, mathematical and anagrams) in persons with low strength of nervous processes.



**Рис. 2. Порівняльний аналіз показників питомої ваги тета-хвиль EEG(%%) у стані спокою та при когнітивній діяльності в осіб з низьким рівнем сили нервових процесів.**

**Fig. 2. The comparative analysis of the proportion of theta wave EEG (%%) at rest and in cognitive activities in persons with low strength of nervous processes.**

Примітка: ↑ – достовірне зростання значень питомої ваги тета-діапазону EEG при переході зі стану спокою до когнітивної діяльності (А – розв’язання просторових завдань, Б – рішення анаграм, В – виконання математичних завдань).

Note: ↑ - a significant increase in the share values of theta-band EEG in the transition from rest to cognitive activities (A - perform spatial tasks, B - decision anagrams, C - perform mathematical tasks).

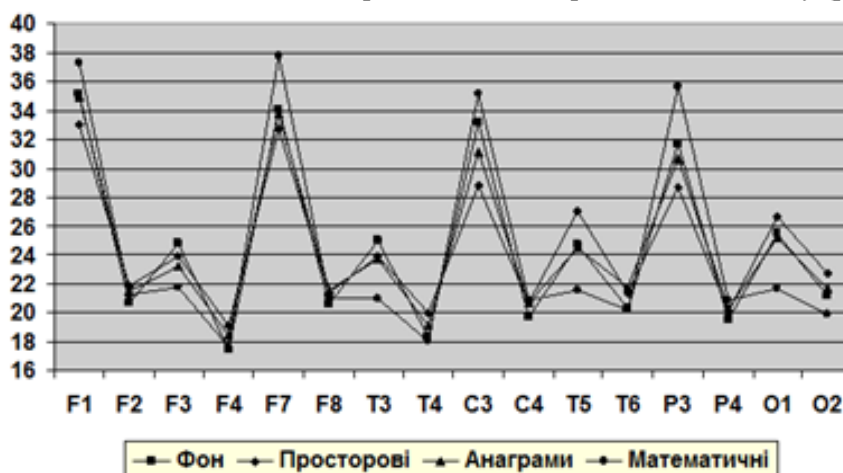
Вивчення питомої ваги тета-хвиль EEG у досліджуваних з високим рівнем сили нервових процесів виявило подібні тенденції розподілу по скальпу як у стані спокою, так і при виконанні різних когнітивних завдань. Характерною особливістю просторового розподілу є чітке й істотне переважання питомої ваги тета-хвиль у лівій півкулі мозку; особливо високі показники зафіксовані у предньо- та латерально-лобових, центральній та тім’яній зонах кори головного мозку (рис 3). У процесі виконання когнітивних завдань виявлені наступні відмінності, порівняно зі станом спокою з розплющеними очима. Локальне зниження ( $p \leq 0,05$ ) частки тета-хвиль у лівій центральній зоні зареєстроване під час виконання просторових завдань. При виконанні математичних завдань спостерігається тенденція до зниження питомої ваги тета-хвиль EEG у лівій півкулі, зокрема у задньо- та латерально-лобових, скроневих та потиличній зонах кори

головного мозку. Під час розв’язання анаграм частка тета-хвиль істотно не змінюється, порівняно зі станом спокою (рис. 4).

Отже, отримані у групі з високим рівнем СНП результати свідчать про чітке лівопівкулеве переважання питомої ваги тета-хвиль EEG незалежно від тестової ситуації, а також зниження питомої ваги тета-хвиль EEG у лівій півкулі при виконанні математичних завдань, порівняно зі станом спокою.

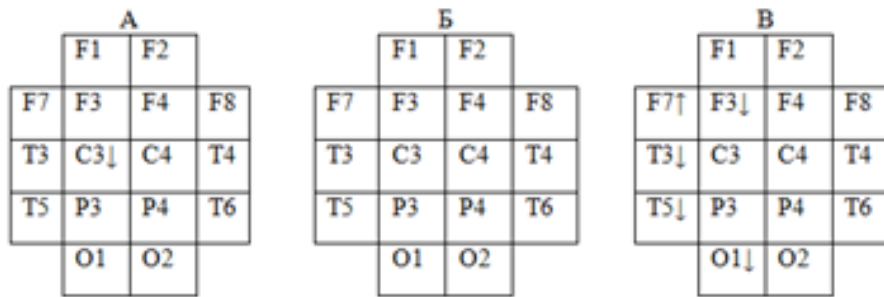
Ще одним завданням цього дослідження було порівняти показники питомої ваги тета-хвиль EEG у різних тестових ситуаціях в осіб з високим рівнем сили нервових процесів, порівняно з відповідними показниками у осіб з низьким рівнем сили нервових процесів.

У стані спокою показники питомої ваги тета-хвиль EEG були вищими в осіб із високим рівнем сили нервових процесів переважно у задніх відділах кори головного мозку (рис. 5).



**Рис. 3. Питома вага тета-хвиль EEG (%%) у стані спокою (фон) та при виконанні когнітивних завдань (просторових, математичних та анаграм) в осіб з високим рівнем сили нервових процесів.**

**Fig. 3. The share of theta-waves EEG (%%) at rest (background) and in the performance of cognitive tasks (spatial, mathematical and anagrams) in persons with high strength of nervous processes.**



**Рис. 4. Порівняльний аналіз показників питомої ваги тета-хвиль EEG (%) у стані спокою та при когнітивній діяльності в осіб з високим рівнем сили нервових процесів.**

**Fig. 4. The comparative analysis of the proportion of theta-wave EEG (%) at rest and in cognitive activities in persons with high strength of nervous processes.**

Примітка: ↑ – достовірне зростання значень питомої ваги тета-діапазону EEG при переході зі стану спокою до когнітивної діяльності (А – розв’язання просторових завдань, Б – рішення анаграм, В – виконання математичних завдань); ↓ – достовірно нижчі значення питомої ваги тета-діапазону EEG під час когнітивної діяльності, порівняно зі станом спокою.

Note: ↑ - a significant increase in the share values of theta-band EEG in the transition from rest to cognitive activities (A - perform spatial tasks, B - decision anagrams, C - perform mathematical tasks).

При виконанні математичних завдань в осіб із високим рівнем сили нервових процесів спостерігається зниження показників питомої ваги тета-хвиль EEG у лівій півкулі і, одночасно, підвищення у лобово-скроневих структурах правої півкулі, порівняно з відповідними показниками в осіб із низьким рівнем сили нервових процесів.

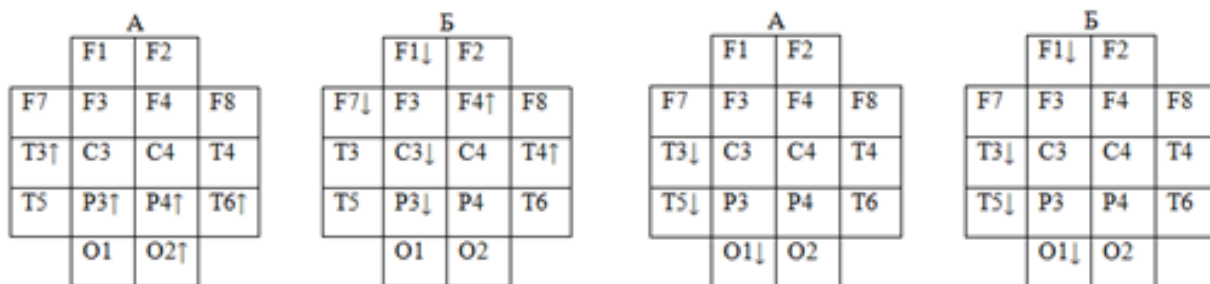
порівняно з відповідними показниками в осіб із низьким рівнем сили нервових процесів виявило неоднозначні тенденції: підвищення показників у задніх відділах кори у стані спокою, переважно зниження їх значень у лівій півкулі при виконанні різних видів когнітивних завдань.

Під час виконання просторових завдань та анаграм показники питомої ваги тета-хвиль EEG були нижчими в осіб із високим рівнем сили нервових процесів переважно у лівій півкулі кори головного мозку (рис. 6).

Таким чином, наші дослідження дозволили встановити особливості тета-активності мозку чоловіків із різною силою нервових процесів під час вербальної та невербальної діяльності.

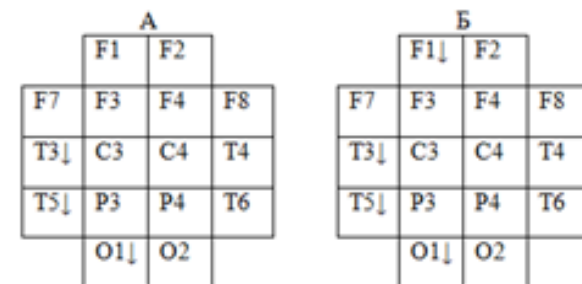
Отже, порівняння показників питомої ваги тета-хвиль EEG у різних тестових ситуаціях в осіб із високим рівнем сили нервових процесів,

в осіб із низьким рівнем сили нервових процесів при різних видах когнітивної діяльності зростає питома вага тета-хвиль EEG, порівняно зі станом спокою; локально – у процесі виконання невербальних завдань та більш генералізовано – під час вербальної когнітивної діяльності.



**Рис. 5. Порівняльний аналіз показників питомої ваги тета-хвиль EEG (%) у стані спокою (А) та при виконанні математичних завдань (Б) осіб з високим рівнем сили нервових процесів, порівняно з відповідними показниками у осіб з низьким рівнем сили нервових процесів**

**Fig. 5. The comparative analysis of the proportion of theta-wave EEG (%) at rest (A) and in carrying out mathematical tasks (b) persons with high of the nervous processes compared with those of persons in with a low nerve processes**



**Рис. 6. Порівняльний аналіз показників питомої ваги тета-хвиль EEG (%) при виконанні анаграм (А) та просторових завдань (Б) в осіб із високим рівнем сили нервових процесів, порівняно з відповідними показниками в осіб із низьким рівнем сили нервових процесів**

**Fig. 6. The comparative analysis of the proportion of EEG (%) theta waves in the performance of anagrams (A) and spatial tasks (B) in persons with high of the nervous processes compared with those of persons in low of nervous processes**

Існують відомості про те, що посилення тета-хвиль ЕЕГ відображає зростання «енергетичних потреб» завдань – складності, необхідності підтримувати увагу (Gevins, Smith, 2000). Можна припустити, що в осіб із низьким рівнем сили нервових процесів когнітивні завдання потребують більш значних енергетичних затрат для їх вирішення.

У чоловіків із високим рівнем СНП відмічене чітке лівопівкулеве переважання питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ незалежно від тестової ситуації, а також зниження питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ у лівій півкулі при виконанні математичних завдань, порівняно зі станом спокою. Таке зниження може відображати концентрацію уваги (Klimesch W., 1999). Порівняння показників питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ у різних тестових ситуаціях в осіб із високим рівнем сили нервових процесів, порівняно з відповідними показниками в осіб із низьким рівнем сили нервових процесів виявило неоднозначні тенденції: підвищення показників у задніх відділах кори у стані спокою, переважно зниження їх значень у лівій півкулі при виконанні різних видів когнітивних завдань. Останній факт може бути підтвердженням тези про більш економну роботу мозку осіб з високим рівнем сили нервових процесів, порівняно з особами з низьким рівнем при виконанні когнітивних завдань.

#### Висновки:

1. У чоловіків з низьким рівнем сили нервових процесів при різних видах когнітивної діяльності зростає питома вага тета-хвиль ЕЕГ, порівняно зі станом спокою; локально – у процесі виконання невербальних завдань та більш генералізовано – під час вербальної когнітивної діяльності.
2. В осіб із високим рівнем СНП відмічене чітке лівопівкулеве переважання питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ незалежно від тестової ситуації, а також зниження питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ у лівій півкулі при виконанні математичних завдань, порівняно зі станом спокою.

## THE QUALITIES OF THETA-ACTIVITY OF ELECTROENCEPHALOGRAPH OF A BRAIN OF PEOPLE WITH DIFFERENT POWER OF NEURAL PROCESSES DURING THE VERBAL AND NON-VERBAL ACTIVITY

**T. Poruchynska, T. Shevchuk, A. Romanyuk, O. Dmytrotsa**

*The qualities of the theta-activity of an electroencephalogram (EEG) of subjects' cerebral cortex with differing power of neural processes of the subjects performed verbal and non-verbal cognitive tasks were investigated. The indices of the specific weight of EEG theta-diapason of people with low and high power neural process levels were analyzed. It is established that with the increase of the power level of neural processes of subjects the increase of the specific weight of theta-waves of EEG of the brain in the rear section of the cortex while in a state of tranquility and a decrease of their indices in the left hemisphere while accomplishing different types of cognitive tasks were also recorded. The specific weight of theta-waves of an EEG increases during an experiment of different types of cognitive activity as compared to a state of tranquility of the subjects with a low power level of neural processes. The accurate predominance of the specific weight of theta-waves of the EEG of the left hemisphere, irrespective of a test situation, as well as the decrease of their specific weight in the left hemisphere while accomplishing mathematical tasks compared to the state of tranquility of the subjects with a high level of SNP was recorded.*

*Key words: strength of nervous processes, theta-waves EEG, cognitive activities, verbal, non-verbal activities.*

3. Із підвищенням рівня сили нервових процесів у чоловіків відмічали підвищення питомої ваги тета-хвиль ЕЕГ мозку в задніх відділах кори у стані спокою, переважно зниження їх значень у лівій півкулі при виконанні різних видів когнітивних завдань.

#### Список літератури:

1. Анохин А. П. Источники индивидуальной изменчивости электроэнцефалограммы человека / Индивидуально-психологические различия и биоэлектрическая активность мозга человека. – М. : Наука, 1988. – С. 149–176.
2. Голубева Э. А. Дифференцированный подход к способностям и склонностям / Психол. журн. – 1989. – Т. 10. – № 4. – С. 75.
3. Макаренко М. В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини / Фізіол. журн. – 1999. – Т. 45. – № 4. – С. 125–131.
4. Макаренко М. В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми [Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних сил України]. – К. : «Черкаський ЦНТЕІ», 2006. – 395 с.
5. Макачук М. Ю., Гриценко І. М., Кравченко В. І. Функціональний стан головного мозку та розумова працездатність людини / Фізіол. журн. – 2002. – Т. 48. – № 2. – С. 125–126.
6. Русалова М. Н., Калашникова И. Г. Отражение эмоциональности как черты темперамента в электроэнцефалограмме человека / Журн. высш. нервной деятельности. – 1995. – Т. 45. – № 2. – С. 242–250.
7. Gevins A., Smith M. Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style / Cerebral Cortex. – 2000. – V. 10. – № 9. – P. 829.
8. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // Brain. Res. Rev. – 1999. – V.29 (2–3). – P.169–195.
9. Robinson D. L. How brain arousal systems determine different temperament types and the major dimensions of personality / Pers. and Ind. Differences. – 2001. – V. 31. – P. 1233–1259.
10. Stelmack R. M. Extraversion and individual differences in response time, movement time and P3 latency / Int. J. Psychophysiol. – 2002. – V. 45. – № 1–2. – P. 19.

Одержано редколегією 20.10.2015