

УДК 612.822:547.918

ВЛИЯНИЕ ТРЕВОЖНОСТИ НА ВОСПРИЯТИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ СТИМУЛОВ У ЧЕЛОВЕКА

Коваленко А.А.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина,
e-mail: anna.kovalenco@gmail.com*

При восприятии эмоционально положительных, отрицательных и нейтральных стимулов у 82 здоровых испытуемых выявлены связи характеристик зрительных вызванных потенциалов (ВП) с уровнем тревожности, оцененной по 16-факторной шкале Кеттелла. В ответ на аффективные стимулы (как положительные, так и отрицательные) тревожные испытуемые демонстрировали более короткие латентности компонента P3 и сдвиг амплитуды N2 в позитивную сторону. Для эмоционально-положительных стимулов отмечены положительные связи тревожности с амплитудой волны N1 и отрицательные – с амплитудой P3. При восприятии нейтральных стимулов связи тревожности с амплитудами всех позитивных компонентов были отрицательными.

Ключевые слова: эмоции, тревожность, зрительные вызванные потенциалы, амплитуда компонента, латентный период.

ВВЕДЕНИЕ

Тревожность у человека является комплексным феноменом и характеризуется специфическими когнитивными, аффективными и соматическими реакциями на уровне целостной личности в зависимости от степени выраженности в индивидуальном эмоциональном пространстве объективных и субъективных источников угрозы [1 – 3]. Поиск нейрофизиологических коррелятов тревожности у здоровой популяции имеет важное значение для дифференциальной психофизиологии и профилактической медицины [4]. Многочисленные литературные данные свидетельствуют о выраженном влиянии фактора тревожности на обработку эмоциональной информации, причём наиболее характерным признаком считается избирательное усиление внимания к отрицательным эмоциональным стимулам, несущим потенциальную угрозу [2, 5].

Метод регистрации вызванных потенциалов является одним из наиболее эффективных способов анализа корковой активности, поскольку позволяет отображать динамику активности мозга человека с разрешающей способностью миллисекундного диапазона [6]. Тем не менее, в настоящее время в мировой литературе представлены лишь немногочисленные результаты ВП-исследований влияния фактора тревожности на особенности восприятия эмоциональной информации, причём в большинстве этих исследований вызванная активность регистрировалась у испытуемых при опознании ими лицевой экспрессии различных эмоций. В целом данные этих работ свидетельствуют о склонности тревожных субъектов к более быстрому и точному опознанию экспрессии отрицательных эмоций страха, гнева и отвращения, сигнализирующих о потенциальной опасности, что сопровождается увеличением амплитуд компонентов P1 [7], снижением амплитуд компонента N2 [8], а также укорочением латентностей как ранних, так и более поздних компонентов ВП [9]. Однако использование в качестве стимулов изображений лиц, являющихся чрезвычайно специализированными стимулами, могло влиять на пространственные и амплитудно-временные характеристики ВП [10].

Учитывая вышеизложенное, настоящая работа была предпринята с целью анализа связи фактора тревожности с амплитудно-временными и топографическими характеристиками вызванных потенциалов при восприятии эмоционально значимых зрительных стимулов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено с участием 82 испытуемых-правшей (32 юношей и 50 девушек) в возрасте 18-25 лет. Методика регистрации ВП и особенности использованных стимулов подробно описаны в нашей предыдущей работе [11].

Для оценки психологических свойств испытуемых использовали многофакторную тест-систему Кеттелла [12], которая позволяет выделить 16 первичных и 4 вторичных фактора, характеризующих

устойчивые особенности личности и её поведение в социуме. Тревожность оценивали согласно выраженности первичного фактора О – «спокойствие/тревожность». Данный фактор отражает беспокойную тревожность и чувство вины. Статистический анализ проводили с помощью непараметрического критерия ранговой корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Корреляционный анализ выявил положительную связь выраженности фактора тревожности с амплитудой компонента N2 на эмоционально отрицательные стимулы в центральных областях коры (C3: $r = 0.27, p < 0.05$; Cz: $r = 0.22, p < 0.05$). Для латентного периода компонента P3 также была характерна отрицательная связь с уровнем тревожности в теменных (отведения P3, P4 и Pz) областях и правой височной (T4) области коры, при этом значения коэффициентов корреляции были в пределах $r = -0.23$ при уровне статистической достоверности связей $p < 0.05$ (рис. 1). Таким образом, индивиды с более высоким уровнем тревожности демонстрируют более ранние ответы компонента P3 в ответ на эмоционально отрицательные стимулы.

При анализе связей фактора тревожности с характеристиками ВП на эмоционально положительные стимулы, были отмечены положительные корреляции уровня тревожности с амплитудой компонента N1 в лобных областях коры (F3: $r = 0.29, p < 0.01$; Fz: $r = 0.24, p < 0.05$), однако в теменной области правого полушария связь была отрицательной (P4: $r = -0.23, p < 0.05$). Для амплитуды компонента N2, отводимого от центральных областей, были получены положительные корреляции (C4: $r = 0.25, p < 0.05$; Cz: $r = 0.22, p < 0.05$), т.е. бóльшие значения амплитуды N2 были связаны с более высоким уровнем тревожности (рис. 2).

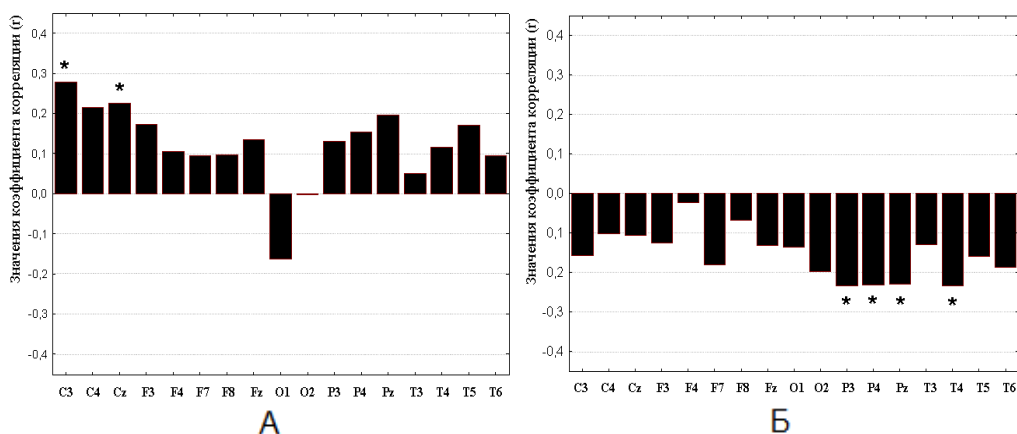


Рис. 1. Значения коэффициентов корреляции (r) уровня тревожности с величинами амплитуд компонента N2 (А) и латентных периодов компонента P3 (Б) вызванных потенциалов, зарегистрированных в ответ на предъявление эмоционально отрицательных стимулов. Звездочками отмечены коэффициенты корреляции, значимые при * – $p < 0,05$

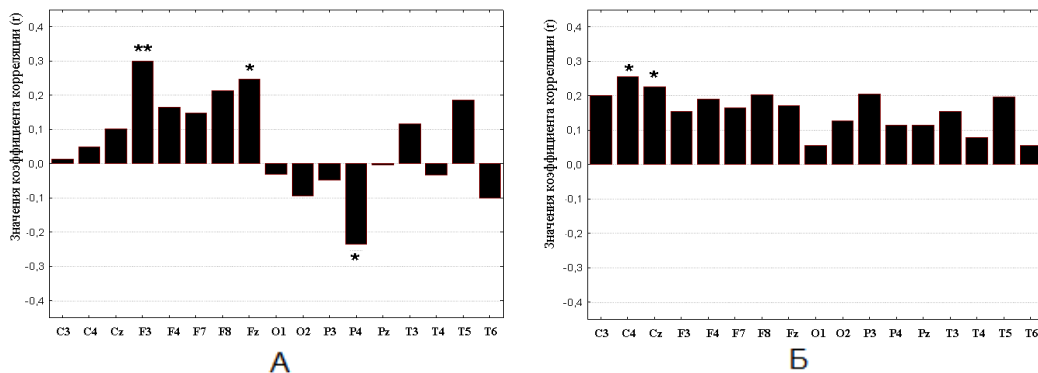


Рис. 2. Значения коэффициентов корреляции (r) уровня тревожности с величинами амплитуд компонентов N1 (А) и N2 (Б) вызванных потенциалов, зарегистрированных в ответ предьявление эмоционально положительных стимулов. Звездочками отмечены коэффициенты корреляции, значимые при: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

При анализе связей уровня тревожности с характеристиками ВП на нейтральные стимулы, нами были отмечены отрицательные корреляции уровня тревожности (значения фактора «О») с амплитудой раннего позитивного компонента P1 в центральных областях (C3: $r = -0.22$, $p < 0.05$; C4: $r = -0.3$, $p < 0.05$ и Cz: $r = -0.42$, $p < 0.001$), лобных (F4 и F7: $r = -0.25$, $p < 0.05$), теменных (P4: $r = -0.37$, $p < 0.001$; Pz: $r = -0.32$, $p < 0.01$) и височных областях левого полушария (T3 и T5: $r = -0.29$, $p < 0.05$) (рис. 3).

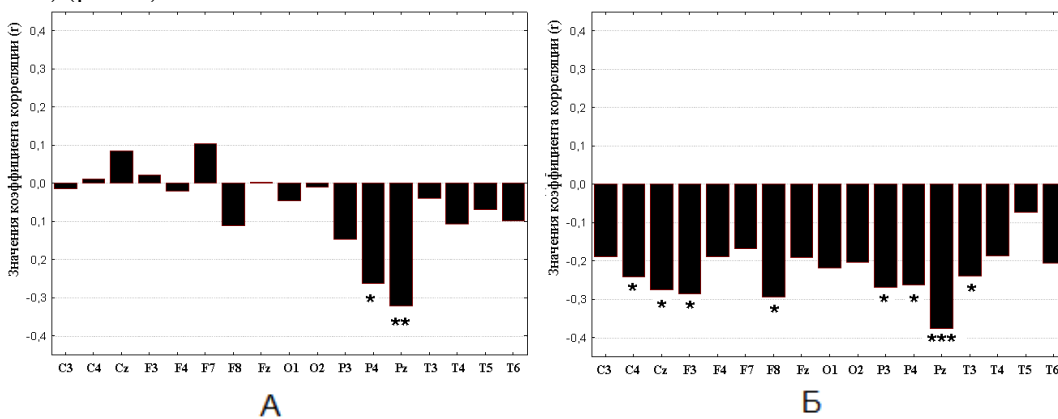


Рис. 3. Значения коэффициентов корреляции (r) уровня тревожности с величинами амплитуд (А) и латентных периодов (Б) компонента P3 вызванных потенциалов, зарегистрированных в ответ предьявление эмоционально положительных стимулов. Звездочками отмечены коэффициенты корреляции, значимые при: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Отрицательные корреляции с уровнем тревожности были характерны также для амплитуды компонента P2 в теменной области правого полушария (P4: $r = -0.26$, $p < 0.05$) (рис 4), и амплитуды компонента P3 в теменных областях (P4: $r = -0.3$, $p < 0.01$ и Pz: $r = -0.22$, $p < 0.05$) (рис. 4).

Как видно из представленных результатов, тревожность положительно связана с амплитудой компонента N2 при восприятии как отрицательных, так и положительных эмоциональных стимулов. Необходимо отметить, что компонент N2 является негативным отклонением, поэтому положительная корреляция его амплитуды с фактором тревожности фактически свидетельствует о позитивном сдвиге исследуемого компонента, т.е. об уменьшении амплитуды пика N2 у более тревожных испытуемых при восприятии эмоциогенных стимулов. Считается, что развитие волны N2, от момента возникновения которой начинается этап опознания стимула [13], связано с активностью механизмов селекции информации; чем более развито селективное внимание, тем меньше амплитуда данной волны [14, 15]. Есть сведения о том, что у высокотревожных индивидуумов компонент N2 вызванных потенциалов,

развивающихся при предъявлении эмоционально отрицательных угрожающих стимулов, был существенно редуцирован, что связывается авторами с более эффективной деятельностью внимания [8]. Можно предположить, что наблюдаемые положительные корреляции амплитуды N2 с фактором тревожности указывают на усиление активности механизмов сканирования окружающей среды с целью выделения значимой информации. Обнаруженный феномен соответствует данным экспериментальных психологических исследований, указывающим на эффекты детального мониторинга тревожными индивидуумами не только угрожающих, но и безопасных сигналов с целью возможного совладания с угрозой [2].

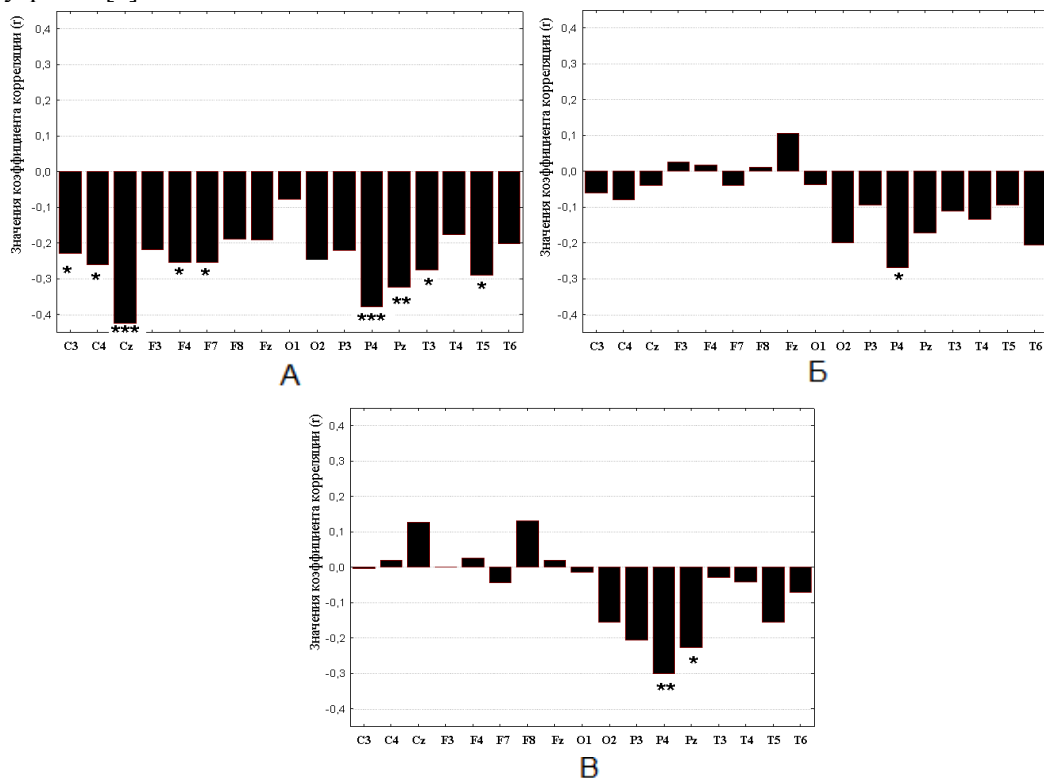


Рис. 4. Значения коэффициентов корреляции (r) показателя «неуверенность в себе» с величинами амплитуд компонентов P1 (А), P2 (Б) и P3 (В) вызванных потенциалов, зарегистрированных в ответ на предъявление нейтральных стимулов. Звездочками отмечены коэффициенты корреляции, значимые при: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

При восприятии аффективных стимулов обеих валентностей также были отмечены отрицательные корреляционные связи тревожности с величиной латентных периодов компонента P3. Согласно литературным данным, компонент P3 соответствует окончательному звену информационной обработки [16] и связан с оценкой значимости стимула и корректировкой имеющихся в памяти данных в соответствии с полученными новыми данными [17,18]. P3 связывают также с механизмами принятия решения на основе сравнения сигнала с моделью стимула, имеющейся в памяти [19].

Отрицательные корреляции латентного периода P3 с тревожностью на аффективные стимулы в теменно-височных областях коры с большим вкладом правого полушария могут отражать более интенсивный анализ тревожными индивидуумами аффективной значимости стимула,

сопровождающийся активацией процессов доступа и извлечения из памяти информации, связанной с предыдущим эмоциональным опытом. Топографическое распределение полученных корреляций согласуется с литературными данными, которые связывают степень, интенсивность эмоционального переживания безотносительно к его знаку с активностью теменно-височных отделов правого полушария [20]. Недавние исследования восприятия эмоциональных стимулов с использованием технологии вызванной синхронизации/десинхронизации [21] и ВП [22] подтвердили ведущую роль теменно-височно-затылочных областей коры правого полушария в механизмах мотивационного внимания и раннего (в интервале 100-300мс от момента предъявления) опознания эмоциональности стимула. Укорочение латентности волны P3 у тревожных испытуемых может быть связано с высоким уровнем неспецифической активации, тем более, что хорошо известна её положительная связь с уровнем тревожности [23], а также имеются сведения о вовлечении указанных областей в процессы тревожной и неспецифической эмоциональной активации [24].

Наряду с общими закономерностями восприятия аффективных стимулов были отмечены и специфические корреляционные зависимости уровня тревожности с характеристиками ВП при предъявлении эмоционально положительных стимулов. Так, амплитуда N1 была положительно связана с фактором тревожности в лобных областях, что позволяет сделать заключение о большей степени позитивации негативных компонентов у тревожных испытуемых. В тоже время большая тревожность оказалась связана с меньшими величинами амплитуд компонента P3 практически во всех областях коры. Показано, что амплитуда P3 зависит от субъективной ценности и мотивационной значимости стимулов [25]. Очевидно, положительные эмоциональные стимулы не имели высокой значимости для тревожных субъектов. Кроме того, в литературе имеются указания на то, что у тревожных испытуемых зарегистрирована достоверно более низкая амплитуда P3 по сравнению с нетревожными [26]. Вполне вероятно, также, что этот феномен был обусловлен особенностями экспериментальной процедуры и использованных стимулов. Структура исследования, основанного на использовании сигналов со статическим эмоциональным содержанием и предъявляемых в режиме «пассивного» просмотра с целью усиления собственно эмоционального компонента анализа, не подразумевала сопутствующих заданий (немедленная реакция на стимул, оценка сигнала в момент предъявления, отслеживание тестового сигнала и пр.), требующих дополнительного подключения механизмов внешнего внимания, ассоциированных с увеличением амплитуды компонента P3 [27].

При восприятии эмоционально нейтральных стимулов отмечались отрицательные связи значений амплитуд всех положительных компонентов вызванных потенциалов (P1, P2 и P3) с тревожностью. Этот факт может рассматриваться как следствие более глубокой обработки стимулов, не несущих эмоциональной значимости, спокойными, нетревожными субъектами, особенно на самых ранних этапах восприятия (во временном диапазоне 80-130 мс после предъявления стимула). В пользу этого предположения свидетельствует достоверно более низкая амплитуда компонента P1, зарегистрированная у тревожных испытуемых практически во всех областях коры.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что характеристики вызванных потенциалов коры мозга человека при восприятии эмоционально значимых сигналов достоверно связаны с уровнем тревожности.
2. При восприятии аффективных (положительных и отрицательных) зрительных стимулов уровень тревожности положительно коррелировал с амплитудой волны N2 и отрицательно – с латентным периодом компонента P3, указывая на усиление внимания тревожных индивидуумов к сигналам, несущим эмоциональную значимость, и более быструю их обработку.
3. При восприятии эмоционально положительных стимулов тревожность была специфично связана с амплитудой волны N1 положительно, а с амплитудой волны P3 – отрицательно.
4. В ответ на нейтральные стимулы были выявлены отрицательные корреляции уровня тревожности с амплитудами позитивных компонентов P1, P2 и P3.
5. Наибольшее количество значимых корреляций отмечалось в теменно-височных областях правого полушария, играющих ведущую роль в механизмах раннего опознания эмоциональности стимула и вовлечённых в процессы тревожной и неспецифической эмоциональной активации.

Список литературы

1. Derryberry D. Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control / D. Derryberry, M.A. Reed // *J. Abnorm. Psychol.* – 2002. – V. 111, № 2. – P. 225–236.
2. Heller W. Patterns of regional brain activity differentiate types of anxiety / W. Heller, J.B. Nitschke, M.A. Etienne [et al.] // *J. Abnorm. Psychol.* – 1997. – V. 106. – P. 376–385.
3. McNally R.J. Information-processing abnormalities in anxiety disorders: implications for cognitive neuroscience / R.J. McNally // *Cognit. Emot.* – 1998. – V. 12. – P. 479–495.
4. Shankman S.A. The relation between depression and anxiety: an evaluation of the tripartite, approach-withdrawal and valence-arousal models / S.A. Shankman, D.N. Klein // *Clin. Psychol. Rev.* – 2003. – V. 23. – P. 605–637.
5. Byrne A. Trait anxiety, anxious mood, and threat detection / A. Byrne, M.W. Eysenck // *Cognit. and Emotion.* – 1995. – V. 9. – P. 549–562.
6. Fonaryova A. P. Linking brainwaves to the brain: an ERP primer / A.P. Fonaryova, G.O. Dove, M.J. Maguire // *Dev. Neuropsychol.* – 2005. – V. 27, № 2. – P. 183–215.
7. Mueller E.M. Electrophysiological evidence of attentional biases in social anxiety disorder / E.M. Mueller, S.G. Hofmann, D.L. Santesso [et al.] // *Psychol. Med.* – 2009. – V. 39, № 7. – P. 1141–1152.
8. Dennis T.A. Trait anxiety and conflict monitoring following threat: an ERP study / T.A. Dennis, C.C. Chen // *Psychophysiology.* – 2009. – V. 46, № 1. – P. 122–131.
9. Михайлова Е.С. Индивидуально-типологические особенности опознания лицевой эмоциональной экспрессии и вызванные потенциалы мозга человека / Е.С. Михайлова, Е.С. Розенберг // *ЖВНД.* – 2006. – Т. 56, № 4. – С. 481–490.
10. Britton J.C. Facial expressions and complex IAPS pictures: common and differential networks / J.C. Britton, S.F. Taylor, K.D. Sudheimer [et al.] // *Neuroimage.* – 2006. – V. 31. – P. 906–919.
11. Коваленко А.А. Анализ вызванных ЭЭГ-потенциалов при отрицательной эмоциональной активации у человека: временные и топографические характеристики / А.А. Коваленко, С.В. Черный, В.А. Корякин [и др.] // *Учёные записки Таврического Национального университета им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия“.* – 2009. – Т. 22 (61), №1 – С.31–37.
12. Практическая психодиагностика. Методики и тесты / под ред. Д.Я Райгородского. – М.: Бахрах-М, 2000. – 668 с.
13. Daffner K. Regulation of attention to novel stimuli by frontal lobes: an event-related potential study / K. Daffner, M. Mesulam, L. Scinto [et al.] // *Neuroreport.* – 1998. – V. 9, № 5. – P. 787–791.
14. Barry R.J. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: II. Event-related potentials / R.J. Barry, S.J. Johnstone, A.R. Clarke // *Clin. Neurophysiology.* – 2003. – V. 114, № 3. – P. 184–198.
15. Johnstone S.J. Tomographic distribution and developmental time-course of event-related potentials in two subtypes of attention hyperactivity disorder / S.J. Johnstone, R.J. Barry, J.W. Anderson // *Int. J. Psychophysiology.* – 2001. – V. 42, № 1. – P. 73–94.
16. Kutas M. Event-related brain potentials (ERPs) elicited by novel stimuli during sentence processing / M. Kutas, S.A. Hillyard // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 1984. – V. 425. – P. 236–241.
17. Hansen J.C. The temporal dynamics of human auditory selective attention / J.C. Hansen, S.A. Hillyard // *Psychophysiology.* – 1988. – V. 25, № 3. – P. 316–329.
18. Oades K.D. Frontal, temporal and lateralized brain function in children with attention-deficit hyperactivity disorder: a psychophysiological and neuropsychological viewpoint on development / K.D. Oades // *Behav. Brain Res.* – 1998. – V. 94, № 1. – P. 83–95.
19. Münte F. Event related brain potentials and signal detection: decision confidence and signal probability / F. Münte, E. Münte, H.J. Heinze [et al.] // *EEG EMG Z. Elektroenzephalogr. Elektromyogr. Verwandte Geb.* – 1989. – V. 20, № 1. – P. 1–9.
20. Heller W. Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality, and arousal / W. Heller //

Neuropsychology. – 1993. – V. 27, № 4. – P. 476–489.

21. Aftanas L.I. Affective picture processing: event-related synchronization within individually defined human theta band is modulated by valence dimension / L.I. Aftanas, A.A. Varlamov, S.V. Pavlov [et al.] // *Neurosci. Lett.* – 2001. – V. 303, № 2. – P. 115–118.
22. Junghöfer M. Fleeting images: a new look at early emotion discrimination / M. Junghöfer, M.M. Bradley, T.R. Elbert [et al.] // *Psychophysiology.* – 2001. – V. 38, № 2. – P. 175–178.
23. Разумникова О.М. Отражение личностных свойств в функциональной активности мозга / Разумникова О.М. – Новосибирск: Наука, 2005. – 134 с.
24. Heller W. Patterns of regional brain activity differentiate types of anxiety / W. Heller, J.B. Nitschke, M.A. Etienne [et al.] // *Abnorm. Psychol.* – 1997. – V. 106, № 3. – P. 376–385.
25. Johnstone S.J. Age-related changes in child and adolescent event-related potential component morphology, amplitude and latency to standard and target stimuli in an auditory odd-ball task / S.J. Johnstone, R.J. Barry, J.W. Anderson [et al.] // *Int. J. Psychophysiology.* – 1996. – V. 24, № 3. – P. 223–238.
26. Гордеев С.А. Особенности биоэлектрической активности мозга при высоком уровне тревожности человека / С.А. Гордеев // *Физиология человека.* – 2007. – Т. 33, № 4. – С.11–17.
27. Overtoom C. C. Associations between event-related potentials and measures of attention and inhibition in the Continuous Performance Task in children with ADHD and normal controls / C. C. Overtoom, M. N. Verbaten, C. Kemner [et al.] // *J. Am. Acad. Child. Adolesc. Psychiatry.* – 1999. – V. 37, № 9. – P. 977–985.

Коваленко Г.О. Вплив тривожності на сприйняття емоційно значущих стимулів у людини / Г.О. Коваленко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2009. – Т. 22 (61). – № 4. – С.72-80.

При сприйнятті емоційно позитивних, негативних та нейтральних стимулів у 82 здорових випробуваних виявлено зв'язки характеристик зорових викликаних потенціалів з рівнем тривожності, що була оцінена за допомогою 16-факторної шкали Кеттелла. У відповідь на афективні стимули (як позитивні, так і негативні) тривожні випробувані демонстрували більш короткі латентності компоненту P3 та здви́г амплітуди N2 у позитивний бік. Щодо емоційно-позитивних стимулів було відмічено позитивні зв'язки тривожності з амплітудою хвилі N1 та негативні – з амплітудою P3. При сприйнятті нейтральних стимулів зв'язки тривожності з амплітудами усіх позитивних компонентів ВП були негативними.

Ключові слова: емоції, тривожність, зорові викликані потенціали, амплітуда компоненту, латентний період компоненту.

Kovalenko A.A. Influence of anxiety on the perception of emotionally significant stimuli in humans / A.A. Kovalenko // Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2009. – V.22 (61). – № 4. – P. 72-80.

Correlations between some characteristics of the visual evoked potentials and individual anxiety level (by the Kettell scale) was revealed in 82 healthy subjects when they perceived emotionally positive, negative and neutral stimuli. In answer to affective stimuli (positive and negative) anxious subjects showed shorter latencies of P3 component and shift of the N2 amplitude to the positive side. For the emotionally positive stimuli positive correlations between anxiety level and N1 amplitude were revealed as well as negative correlations between anxiety level and P3 amplitude. When perceiving neutral stimuli correlations between anxiety level and amplitudes of all positive components were negative.

Keywords: emotions, anxiety, visual evoked potentials, component amplitude, component latency.