

МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНОЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОДРУЖЕСТВО
INTERNATIONAL SCIENTIFIC PSYCHOPHYSIOLOGICAL SOCIETY

ISSN 2227-6157

ВЕСТНИК ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

Psychophysiology News

*Изучается человек –
его эмоции, воля, состояние, функциональная асимметрия, темперамент, поведение и т.д.
И для того, чтобы изучить все это, необходимо содружество наук,
а не высокомерное и ревностное отношение друг к другу.*

Е.П. Ильин

1

Санкт-Петербург

2018

УДК 612.821

УЧАСТИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ МОЗГА ПРИ СМЕЩЕНИИ ВНИМАНИЯ
К ЭМОЦИОНАЛЬНЫМ ВЫРАЖЕНИЯМ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА

Астащенко А. П., Давыдова Е. В., Богданова В. А., Дорохов Е. В.
Россия, Воронеж,

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко
cerceal@rambler.ru

Задача данной работы заключалась в выявлении связи между различиями мощности альфа ритма фронтальных отделов мозга и особенностями смещения внимания к эмоциональным лицам. Проведён анализ времени сенсомоторных реакций и спектральной мощности альфа ритма (8-13 Гц) испытуемых в состоянии спокойного бодрствования, а также во время выполнения когнитивного задания dot-probe test (проба с точкой). Результаты показали, что у участников эксперимента смещение внимания к зрительным стимулам, выражающим позитивные эмоции, сопровождалось выраженной левосторонней асимметрией мощности альфа диапазона во фронтальных отделах коры мозга, что не наблюдалось у участников со смещением внимания к стимулам, выражающим негативные эмоции. Исследование позволяет сделать следующие предположения: люди различаются по характеру неосознаваемого смещения внимания к зрительной информации эмоционального значения; выраженность асимметрии мощности альфа диапазона ЭЭГ фронтальных областей мозга может служить индикатором уязвимости к эмоциональным расстройствам.

Ключевые слова: смещение внимания, время реакции, ЭЭГ, эмоциональное выражение лица.

Способность обрабатывать эмоциональную информацию лежит в основе функции коммуникации у человека, влияет на выполнение рабочих обязанностей и в повседневной жизни. Данная способность является частью модели психического - составляющей когнитивного развития, обеспечивающая представление индивида о психических состояниях других людей, позволяющая распознавать эти психические состояния по внешним признакам и прогнозировать поведение других людей [1]. Внимание - это особая когнитивная функция мозга, которая позволяет выделять приоритетные стимулы и быстро реагировать, лежит в основе других сложных когнитивных функций и оказывает влияние на текущее и будущее поведение. Ещё с 1980 г. известно, что стимулы с эмоциональным значением, например, стимулы угрозы или агрессии привлекают внимание, при этом отмечается высокая активность трёх основных компонентов: амигдалы, корковых областей обработки сенсорной информации, префронтальной коры [14].

В настоящий момент времени известно, что фронтостриатные нейрональные схемы являются основными структурами, контролирующими сложный процесс внимания и принимают участие в регуляции настроения у человека [6; 15; 8].

Показано, что система внимания тревожных людей чувствительна к таким стимулам ещё с раннего возраста [17]; предвзятое направление внимания к негативной, угрожающей информации способно побудить человека оценивать окружающую среду как угрозу, что провоцирует отчуждение и тревогу [15]; информация с эмоциональным значением обрабатывается более эффективно, по сравнению с нейтральной [5; 11; 18]. В случае смещения внимания к эмоционально негативным или угрожающим стимулам исследователи выделяют несколько компонентов: смещение внимания к угрожающей информации; задержка внимания, связанная с длительностью отвлечения от угрозы; внимание, связанное с избеганием угрожающей информации [7; 19]. Применение метода регистрации биоэлектрической активности мозга позволило выявить, что альфа-колебания играют ключевую роль в контроле внимания и восприятия у человека. Выраженность ЭЭГ асимметрии может быть регулятором эмоциональных процессов в различных ситуациях. Особый интерес для настоящего исследования представляют модели, которые связывают асимметрию фронтальных отделов мозга с индивидуальными различиями в обработке эмоциональной экспрессии лица. В большинстве литературных источников ЭЭГ асимметрия на эмоциональные процессы связывается с изначальной асимметрией в состоянии покоя - диспозиционная модель (*dispositional model*). С другой стороны, ЭЭГ асимметрия может быть отражением индивидуальных способностей адаптироваться к специфическим ситуациям - модель возможностей (*capability model*) [14]. Особенности активности мозга при смещении внимания удобно изучать, используя метод "Проба с точкой" [4; 12; 11; 20]. В основе метода лежит эффект неосознаваемой "бдительности внимания" по отношению к эмоциональным стимулам. Показана положительная связь между исходной асимметрией фронтального альфа ритма и последующим сдвигом внимания к угрожающим выражениям лиц человека [14].

Цель работы. В качестве рабочей гипотезы мы использовали диспозиционную модель. Задача данной работы - выявить связь между различиями мощности альфа ритма фронтальных отделов мозга и особенностями смещения внимания к эмоциональным лицам.

Методика. В наблюдении участвовало 27 студентов (13 мужского пола и 14 - женского) медицинского университета, в возрасте 21 ± 2 года, с правой ведущей рукой, с нормальным зрением или скорректированным до нормального. Все студенты дали добровольное согласие на участие в обследовании в обычные учебные дни.

Когнитивное задание представляло собой *dot-probe test* (проба с точкой). Во время исследования испытуемые находились в специально оборудованном помещении на расстоянии 70 см от экрана монитора компьютера и фиксировали взор на крестике в центре экрана. Два стимула (изображения лиц людей) одновременно появлялись по обе стороны от крестика в центре экрана компьютера, один стимул - нейтрального содержания, второй -

эмоционального (лица, выражающие положительные или отрицательные эмоции). Время предъявления стимулов составляло 1250 мс, межстимульный интервал 1100 мс. Через 100 мс после появления эмоциональных изображений появлялся стимул из трёх точек, время предъявления которого составило 500 мс. Точки, расположенные в горизонтальном направлении, появлялись сразу на месте изображений, демонстрирующих негативные эмоциональные выражения, нередко агрессивного содержания, а точки, расположенные в вертикальном направлении, появлялись сразу на месте изображений лиц, выражающих позитивные эмоции. Испытуемые должны были фокусировать взгляд в центре экрана и как можно быстрее реагировать, нажимая на соответствующую кнопку клавиатуры при появлении горизонтальных или вертикальных точек.

Регистрация ЭЭГ осуществлялась на аппаратно-программном комплексе "Медиком-МТД". Электроды располагались в соответствии с международной системой 10-20 (монтаж монополярный, в качестве референтного использовали объединенный ушной электрод). Осуществляли запись активности мозга в отведениях: F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1, O2. ЭЭГ регистрировали в спокойном состоянии, в положении сидя, с закрытыми глазами (ГЗ), открытыми глазами (ОГ) и при выполнении do-probe test. Артефакты, возникающие при движении глаз, дифференцировали по характерной форме и пространственному положению, исключали из анализируемой записи.

Вычисляли относительную спектральную мощность в диапазоне 0,5-35 Гц. Использовали анализ фронтальной асимметрии альфа ритма (8-13 Гц). Сравнение достоверности показателей производилось с помощью: t-критерия Стьюдента, критерия Вилькоксона и однофакторного дисперсионного анализа в программном пакете Statistica 10. Для каждого проведённого статистического метода анализа полученных данных указывалась точная величина p -значения.

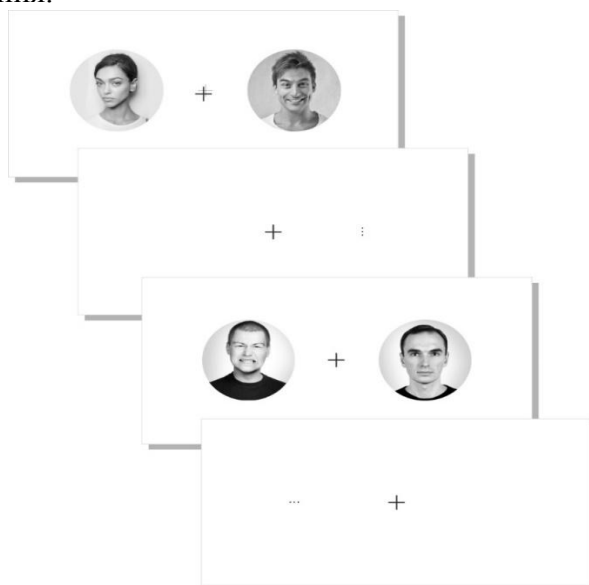


Рис. 1. Пример предъявляемых изображений

Результаты и их обсуждение. Анализ среднего времени сенсомоторной реакции всей группы испытуемых позволил разделить участников эксперимента на две группы. Первую группу составили участники, которые быстрее всего реагировали на целевой стимул-точку после появления изображений лиц, выражающих позитивные эмоции в левой части экрана 513 ± 36 мс, $t=7,3$, $p=0,000001$, ($n=19$); вторую группу - участники, которые быстрее всего реагировали на целевой стимул-точку после появления изображений, демонстрирующих негативные эмоциональные выражения в правой части экрана 486 ± 36 мс, $t=5,2$, $p=0,001$, ($n=8$). Данные биоэлектрической активности представлены для 15 участников. Среднее время

реакции которых распределилось, соответственно: первая группа - 517 ± 36 мс ($n=10$) и вторая группа - 469 ± 33 мс ($n=5$) (рис. 2).

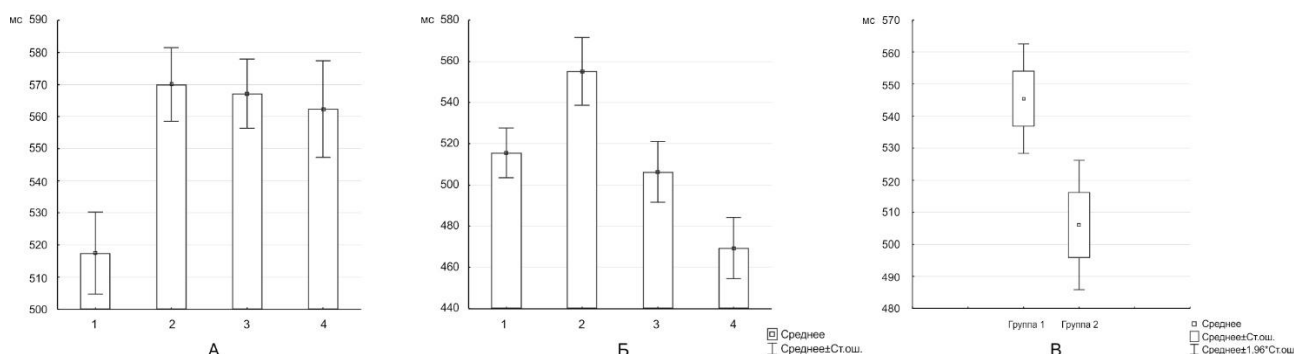


Рис. 2. Среднее время реакции на появление целевых точек после зрительного стимула с эмоциональным значением:

1 - изображения лиц, выражающих позитивные эмоции слева экрана, 2 - изображения лиц, выражающих позитивные эмоции справа, 3 - изображения, демонстрирующие негативные эмоциональные выражения слева, 4 - демонстрирующие негативные эмоциональные выражения справа. Данные для группы 1, $Z=2,5$; $p=0,01$ - (А). Данные для группы 2, $Z=2,02$; $p=0,04$ - (Б). Данные сравнения среднего времени реакции на появление точек-зондов после демонстрации лиц, выражающих негативные эмоции: для группы 1 - 545 ± 34 мс и группы 2 - 506 ± 39 мс., $t=2,9$, $p=0,006$. Испытуемые 2-й группы быстрее реагировали на точку-цель - (В).

Данные сравнения средних значений и стандартной ошибки ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$) мощности альфа диапазона ЭЭГ в основных отведениях, для 2-х групп участников представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Данные сравнения средних значений (\bar{x}) мощности альфа диапазона в основных отведениях для 2-х групп участников фоновой записи ЭЭГ с открытыми глазами

Отведения	Группа 1			Группа 2		
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Z	p	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Z	p
F3; F4	$18,2 \pm 3,8$; $11,8 \pm 2,3$	2,8	0,005**	$7,9 \pm 0,7$; $6,06 \pm 0,8$	1,7	0,07
F7; F8	$11,8 \pm 1,9$; $7,9 \pm 1,7$	2,1	0,002**	$5,8 \pm 0,4$; $4,6 \pm 0,8$	0,9	0,3
C3; C4	$13,3 \pm 2,4$; $11,7 \pm 2,2$	0,3	0,7	$8,4 \pm 1,8$; $7,4 \pm 1,5$	0,9	0,3
P3; P4	$15,9 \pm 3,6$; $17,6 \pm 3,9$	0,3	0,7	$9,02 \pm 2,1$; $9,4 \pm 2,5$	0,4	0,6
T3; T4	$6,2 \pm 0,7$; $6,9 \pm 1,7$	0,1	0,8	$4,2 \pm 1,0$; $4,3 \pm 0,7$	0,1	0,8
T5; T6	$8,9 \pm 2,1$; $11,8 \pm 3,2$	0,7	0,4	$3,5 \pm 0,9$; $6,0 \pm 1,5$	2,02	0,04*
O1; O2	$19,8 \pm 5,1$; $18,2 \pm 5,1$	0,05	0,9	$8,4 \pm 1,8$; $8,3 \pm 2,1$	0,6	0,5

Примечание: статистически значимые различия средних значений: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

Таблица 2

Данные сравнения средних (\bar{x}) значений мощности альфа диапазона ЭЭГ в основных отведениях для 2-х групп участников при выполнении пробы с точкой

Отведения	Группа 1			Группа 2		
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Z	p	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Z	p
F3; F4	15,0±9,9; 11,0±7,7	2,6	0,007**	9,4±1,1; 6,9±0,6	1,7	0,07
F7; F8	9,8±4,9; 6,6±3,8	2,6	0,007**	6,3±0,5; 5,1±0,9	0,8	0,3
C3; C4	12,3±2,4; 11,2±2,8	0,6	0,5	8,03±1,3; 7,1±1,1	0,9	0,3
P3; P4	11,4±2,1; 10,2±2,2	1,3	0,1	8,7±1,7; 8,2±1,8	0,6	0,5
T3; T4	4,9±0,7; 5,4±1,3	0,4	0,6	3,8±0,4; 4,3±0,9	0,1	0,8
T5; T6	5,4±1,1; 5,8±1,1	0,3	0,7	3,6±0,8; 5,4±0,9	1,4	0,1
O1; O2	13,4±3; 10,2±2,6	2,0	0,04*	10,0±2,6; 9,7±2,1	0,1	0,8

Примечание: статистически значимые различия средних значений: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

Однофакторный дисперсионный анализ позволил выявить значимое влияние фактора "выполнение задания" на абсолютную мощность альфа ритма в правом полушарии у участников группы 1 (рис. 3).

В фоновой записи ЭЭГ у этой группы испытуемых мощность альфа ритма в правом полушарии была больше, чем при выполнении пробы с точкой, $F(1, 131) = 4,4$, $p = 0,03$. В левом полушарии наблюдали похожие изменения, однако уровень значимости был недостаточным, $F(1, 131) = 3,8$, $p = 0,05$. У участников группы 2 таких изменений не обнаружено: $F(1, 68) = 0,01$, $p = 0,8$, $F(1, 68) = 0,2$, $p = 0,6$.

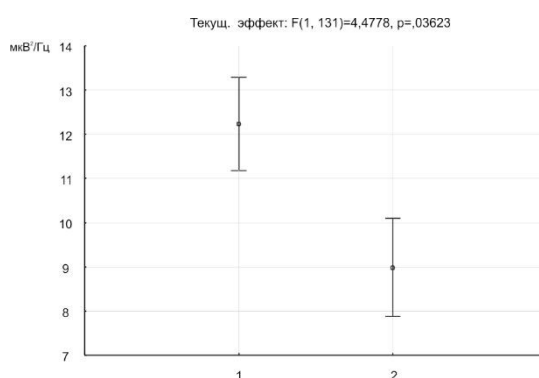


Рис. 3. Данные однофакторного дисперсионного анализа для мощности альфа ритма правого полушария участников исследования из группы 1

В нашем исследовании большая часть испытуемых быстрее реагировала на точки-цели после изображений лиц, выражающих позитивные эмоции, появляющихся в левом поле экрана (группа 1) и только у сравнительно небольшой группы людей смещение внимания происходило быстрее к изображениям, демонстрирующим негативные эмоции (группа 2). Точечная проба первоначально использовалась для изучения людей с тревожными расстройствами. Обнаружено, что такие люди быстрее реагируют на точки-цели, после

стимулов угрожающего и отрицательного значения [12; 13; 17; 19]. Угрожающие стимулы эволюционно очень важны и вызывают наиболее сильные эмоциональные реакции. Человеческие лица, выражающие гнев и злость, свидетельствуют о прямой угрозе, и взгляд, направленный на зрителя, делает такие лица более агрессивными. Показано, что при депрессии легкой и средней степени тяжести улучшается память на негативный материал [3]. Значительный объем исследований продемонстрировал, что пациенты проявляют повышенное внимание к стимулам, которые связаны с их клиническим состоянием, отмечена корреляционная связь между симптомами тревоги и депрессии и смещением внимания.

В нашем исследовании отмечена асимметрия мощности альфа диапазона, которая во фронтальных отведениях была выражена у участников первой группы как в фоновой записи с открытыми глазами, так и при выполнении специального задания. Слева мощность альфа ритма была значимо больше, чем справа. Мы не смогли обнаружить значимых различий мощности данного диапазона ЭЭГ у участников, которые быстрее реагировали на точки-цели, после демонстрации изображений лиц с отрицательными эмоциями. Кроме того, мощность биоэлектрической активности альфа диапазона значимо уменьшается, при выполнении когнитивного задания, по сравнению с фоновой записью, у испытуемых 1 группы в правом полушарии. Подобных наблюдений не было отмечено для испытуемых 2 группы. Способность оценивать эмоциональное выражение лица является одной из ведущих коммуникативных функций человека. Известно, что правое полушарие играет ведущую роль в процессе распознавания лиц, что можно объяснить свойством этого полушария обрабатывать информацию целостным образом. Правое полушарие, с одной стороны, связано с переработкой информации о лицевых стимулах, с другой стороны, тесно связано с отрицательными эмоциями [2]. В некоторых исследованиях отмечается, что социально тревожные, замкнутые, застенчивые люди имеют более высокую активность правой фронтальной области мозга в состоянии покоя [10]. Низкая левая фронтальная мощность альфа ритма наблюдается при депрессии и, как доказывают авторы статьи, может быть использована для предсказания развития депрессии у человека. У таких испытуемых отмечены затруднения в отвлечении внимания от негативной информации [8], в то же время участники с высокой левой фронтальной активностью не демонстрируют подобных эффектов [14]. Проведённое исследование позволяет сделать следующие предположения: люди различаются по характеру неосознаваемого смещения внимания к зрительной информации эмоционального значения; выраженность асимметрии мощности альфа диапазона ЭЭГ фронтальных областей мозга может служить индикатором уязвимости к эмоциональным расстройствам.

Литература:

1. Ермаков П. Н. Модель психического и развитие мышления у детей дошкольного возраста / П.Н. Ермаков, Е.В. Воробьева, И. А. Кайдановская, Е. О. Стрельникова // Экспериментальная психология, 2016. Т. 9. № 3. С.72-78
2. Кануников И. Е. Вызванные потенциалы на лица, предъявляемые в эмоциональном контексте // И. Е. Кануников, В. И. Павлова // Журн. Высшей нервной деятельности, 2016. Т. 66. № 4. С. 437-447.
3. Мнацкян Е. В. Нейрофизиологические корреляты ожидания угрожающей информации при непсихотической эндогенной депрессии / Е. В. Мнацкян, О. С. Антипова, В. В. Крюков, В. Н. Краснов // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2014. Т. 11. № 1. С. 7-26.
4. Овсянникова В. В. Применение методики "Проба с точкой" в исследованиях переработки эмоциональной информации / В. В. Овсянникова, Т. А. Шабалина // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал), 2012. Т. 11. № 19.
5. Переверзева И. А. К проблеме мозговой организации эмоциональных процессов в аспекте функциональной асимметрии полушарий головного мозга у человека / И. А. Переверзева - // Вопросы психологии, 1980. № 2. С. 65-73.
6. Шуваев В. Т., Суворов Н. Ф. Базальные ганглии и поведение. СПб.: Наука, 2001. 277 с.
7. Cisler J. M., Koster E. H. Mechanisms of attentional biases towards threatening anxiety disorders: an integrative review. Clin. Psychol. Rev, 2010, v. 30. P. 203-216.

8. Grimshaw G. M., Carmel D. An asymmetric inhibition model of hemispheric differences in emotional processing. *Frontiers in Psychology*, 2014, v.5(489). P. 1-7.
9. Grimshaw G. M., Foster J. J., Corballis P. M. Frontal and parietal EEG asymmetries interact to predict attentional bias to threat. *Brain Cogn.* 2014. 90. 76-86.
10. Harrewijn A., Van der Molen M. J. W., Westenberg P. M., Putative EEG measures of social anxiety: Comparing frontal alpha asymmetry and delta-beta cross-frequency correlation // *Cogn. Affect Behav. Neurosci*, 2016, V.16. P.1086-1098.
11. Heathcote L. C., Vervoort T., Eccleston C., Fox E., Jacobs K., Van Ryckeghem DM., Lau J.Y. The relationship between adolescents' pain catastrophizing and attention bias to pain faces is moderated by attention control, 2015, v. 156. 1334-1341.
12. MacLeod C., Mathews A. M., Tata P. Attentional bias in emotional disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, 1986. 95. P. 15-20.
13. Michelle W. C. Chan, Samuel M. Y. Ho, Lawrence S. C. Law, Pau B. K. Y. A visual dot-probe task as a measurement of attentional bias and its relationship with the symptoms of posttraumatic stress disorder among women with breast cancer. *Advances in cancer: Research and treatment*. 2013. Article ID 813339
14. Perez-Edgar K., Kujawa A., Nelson S. K., Cole C., Zapp D.J. The relation between electroencephalogram asymmetry and attention biases to threat at baseline and under stress. *Brain Cogn*, 2013, v. 82(3), P. 337-343.
15. Pizzagalli D. A., Sherwood R. J., Henriques J. B., Davidson R. J. Frontal brain asymmetry and reward responsiveness - a source-localization study. *Psychological Science*, 2005, v.16 (10). P. 805-813
16. Shechner T. Attention biases, anxiety, and development: toward or away from threats or rewards? *Depression and anxiety*, 2012, v. 29, P. 282-294.
17. Simone P. W., Haller B., Doherty R., Duta M. et al., Attention allocation and social worries predict interpretations of peer-related social cues in adolescents. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2017, v.25. P.105-112.
18. Smith, P., Waterman M. Processing bias for aggression words in forensic and nonforensic samples. *Cognition and emotion*, 2003, v. 17. № 5. P. 681-701
19. Starzomska M. Applications of the dot probe task in attentional bias research in eating disorders: A review. *Psicologica*, 2017, v. 38. P. 283-346.
20. Tottenham N., Tanaka J., Leon A. C., Mc Carry T., Nurse M., Hare T. A. et al. The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research*, 2009. 168. P.242-249.

PARTICIPATION OF FRONTAL PART OF THE BRAIN DURING ATTENTIONAL BIASES TO EMOTIONAL FACES

The goal of the present study was to identify the relationship between differences of the alpha rhythm of the frontal part of the brain during attentional biases to emotional faces. We analyzed the reaction time and EEG power spectra of alpha rhythm (8-13 Hz for the resting state and during dot-probe test). We identified that the shift of attention to the visual stimuli expressing positive emotions was accompanied by a left-sided asymmetry of alpha rhythm power in frontal cortex. It was not observed in participants, with a shift of attention to stimuli expressing negative emotions. The study allows supposing that people are different by function unconscious attentional biases to emotional faces; the asymmetry of EEG power spectra of alpha rhythm in frontal lobes can be as an indicator of vulnerability to emotional disorders.

Keywords: attentional biases, reaction time, EEG, emotional faces.

*Статья поступила в редакцию 09.02.2018
Статья принята к публикации 14.02.2018.*