

Влияние систем приближения/избегание на особенности активации мозга при восприятии природных стимулов в формате 2D и 3D

Разумникова О.*, Давыдов А., Бакаев М.

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

* razoum@mail.ru

Ключевые слова: системы мотивации; ЭЭГ; альфа ритм; природная среда; виртуальная реальность

Обоснование и цель: Появляется все больше доказательств воздействия природной среды (green space), в том числе представленной в виртуальной реальности (VR), как инструмента улучшения эмоциональной регуляции, нейрореабилитации, стимуляции положительных эмоций и ослабления стресса [1–3]. Показано, что для положительного эффекта природной среды достаточно кратковременного десятиминутного пребывания в ней [4], причем восстановительное воздействие green space, предъявленного в формате 2D или 3D, не отличается в условиях анализа экспериментально созданного стресса [5]. Отмечено, однако, существенное разнообразие показателей индивидуальных впечатлений и психофизиологического состояния участников исследований [6–9], вследствие чего возникают вопросы о выяснении закономерностей природного воздействия на эмоциональное состояние человека или причин отсутствия такого эффекта.

Одним из таких факторов может быть влияние функций систем избегания / приближения (BIS/BAS), связанных с выраженностью полушарной асимметрии в активации префронтальных областей коры головного мозга: BIS – с правополушарной, а BAS – левополушарной [10]. Несмотря на давно возникший интерес к роли этих систем, влияющих на психическое состояние вследствие доминирующей мотивации в поведении, единого мнения относительно их значения пока не сложилось, так как известна гипотеза о том, что функции BAS могут быть представлены билатеральной активностью лобной коры [11]. Поэтому целью настоящего исследования стало выяснение связи самооценки показателей BIS/BAS и частотно-пространственной организации активности мозга при восприятии природной среды в формате 2D и 3D.

Материалы и методы: В исследовании принимали участие 20 студентов университета (18–23 лет, половину их них составили мужчины). Для просмотра изображений в формате 3D использовали шлем виртуальной реальности Oculus Rift S с фирменным программным обеспечением. В трех экспериментальных ситуациях: фон с открытыми глазами (ФОГ) и фильм природного содержания («Прогулка по лесу», рис. 1), просматриваемый в формате 2D и 3D, в течение 3–5 минут регистрировали ЭЭГ (62 канала, Neuvo SynAmps2 System). Удаление артефактов и расчет мощности ритмов с использованием преобразования Фурье выполняли с применением EEGLAB. Так как доминирование систем BIS или BAS связывают с асимметрией активности префронтальных областей коры согласно соотношению мощности альфа ритма [10], мы представляем результаты,

полученные при анализе биопотенциалов этой частоты. Для оценки показателей систем BIS/BAS использовали методику Грея–Уилсона [12].



Рис. 1. Пример кадра из фильма, предъявляемого в формате 2D и 3D

Результаты: При сравнении показателей BIS/BAS обнаружено преобладание системы BAS (11.2 ± 3.3) по сравнению с BIS (8.2 ± 4.8) ($p < 0.04$) с доминированием BAS у 60% участников исследования. Корреляционный анализ показателей этих систем и мощности альфа1 ритмов выявил значимые связи (согласно критерию Спирмена) для ситуаций ФОГ и 3D, которые представлены в табл. 1. При этом рассматриваются только корреляции, регионарно группирующиеся в рядом расположенных отведениях ($0.01 < p < 0.10$). В альфа1 диапазоне для ситуации 2D обнаружены положительные связи BAS и биопотенциалов только в отведениях Cz и C6 ($0.37 < R_s < 0.46$, $p < 0.10$). На альфа 2 частоте выявленные множественные связи показателей BAS представлены на рис. 2.

Таблица 1.

ФОГ ВЕО	Отв	F1	Fz	F2	F6	F12	FC2	FC6	C4	CP5	POz	PO4
	Rs	0.37	0.38	0.45	0.42	0.39	0.39	0.39	0.37	0.39	0.39	0.40
3D	Отв	F5	F7	F11	C2	Cz	C4	CPz				
	Rs	0.37	0.43	0.36	0.48	0.48	0.37	0.45				

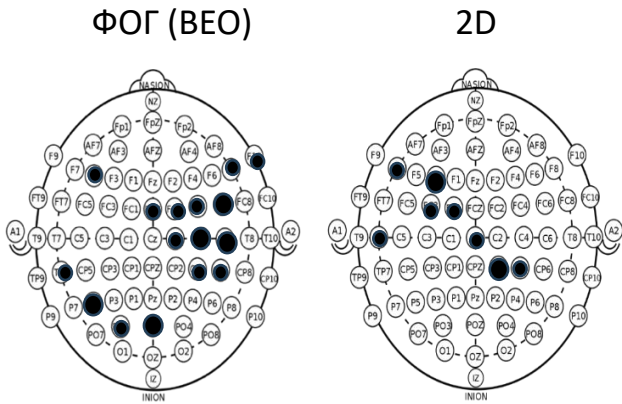


Рис. 2. Регионарные особенности связи показателей системы приближения и мощности альфа 2 ритма в фоне (ФОГ) и при предъявлении природных стимулов в формате 2D

В ситуации ФОГ они преимущественно охватывают фронтально-центральные области правого полушария и париетально-окципитальные левого, а в ситуации 2D – передние области левого, для ситуации 3D обнаружена единственная значимая связь для альфа 2 в отведении F7.

Выводы: Полученные результаты указывают на «преднастройку» активационного состояния мозга в соответствии с выраженностью мотивационной системы BAS, представленной билатерально, как это предложено ранее [11]. Отмеченная положительная связь BAS и мощности альфа осцилляций свидетельствует, что доминирование системы приближения дополнительно способствует эффекту релаксации, показанному при погружении в природную среду [1–5].

Impact of approach/avoidance systems on specificity of brain activation when perceiving natural stimuli in 2D and 3D format

Razumnikova O.*, Davidov A., Bakaev M.

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

* *razoum@mail.ru*

Key words: motivation systems; EEG; alpha rhythm; natural environment; virtual reality

Background and Aim: Recently, there has been more and more evidence of the impact of the natural environment (green space), including that presented in virtual reality (VR), as a tool for improving emotional regulation, neurorehabilitation, stimulating positive emotions and reducing stress [1–3]. It has been shown that positive effect of the natural environment may be obtained by a short ten-minute stay in it [4], and the restorative effect of green space, presented in 2D or 3D format, does not differ in the conditions of analysis of experimentally induced stress [5]. However, significant variability has been noted in the indicators of individual impressions and the psychophysiological state of research participants [6–9]. Thus, the studies are needed to determine the patterns of nature influence on a person's emotional state or the reasons for the absence of such an effect. One of these factors may be the impact of the functions of the avoidance/approach systems (BIS/BAS), reflected by the hemispheric asymmetry in activation of prefrontal brain areas. Namely, BIS is associated with the right hemispheric activation whereas BAS is presented by the left hemispheric activation [10]. Despite the long-standing interest in the role of these systems, influencing the mental state due to the dominant motivation in behavior, there is no consensus on their significance yet, since there is a known hypothesis that bilateral frontal cortical activity may be related to the BAS [11]. Therefore, the aim of this study was to determine the relationships between self-assessment of BIS/BAS indicators and the frequency-spatial organization of brain activity during the perception of the natural environment in 2D and 3D format.

Materials and Methods: The study involved 20 university students (18–23 years old, half of them were men). To view images in 3D format, we used an Oculus Rift S virtual reality helmet with proprietary software. EEG was recorded for 3–5 minutes (62 channels, Neuvo SynAmps2 System) in three experimental situations: a background with eyes open (BEO) and a film with natural content (A walk in the forest, Fig. 1), viewed in 2D and 3D format. A removal of artifacts and calculation of rhythm power by Fourier transform were performed using EEGLAB. Since the dominance of the BIS or BAS systems is associated with asymmetry of activation in the prefrontal cortex

according to the alpha power index [10], we present the results obtained from the analysis of biopotentials of this frequency. To measure the indices of BIS/BAS systems, Gray–Wilson Personality Inventory Short Form was used [12].



Fig. 1. An example of a frame from a film presented in 2D and 3D formats

Results: When comparing BIS/BAS indices, a predominance of the BAS system (11.2 ± 3.3) was found compared to BIS (8.2 ± 4.8) ($p < 0.04$) with BAS dominance in 60% of study participants. Correlation analysis of the indices of these systems and the power of alpha1 rhythms revealed significant relationships (according to the Spearman criterion) for the BEO and 3D situations, which are presented in the Table 1. Only correlations that are regionally grouped in nearby electrode sites are considered ($0.01 < p < 0.10$). In the alpha1 range for the 2D situation, positive relations between BAS and biopotentials were found only in the Cz and C6 sites ($0.37 < R_s < 0.46$, $p < 0.10$). At the alpha 2 frequency, the identified multiple relationships of BAS indicators are presented in Fig. 2.

Table 1.

$\Phi O\Gamma$	OTB	F1	Fz	F2	F6	F12	FC2	FC6	C4	CP5	POz	PO4
BEO	Rs	0.37	0.38	0.45	0.42	0.39	0.39	0.39	0.37	0.39	0.39	0.40
3D	OTB	F5	F7	F11	C2	Cz	C4	CPz				
	Rs	0.37	0.43	0.36	0.48	0.48	0.37	0.45				

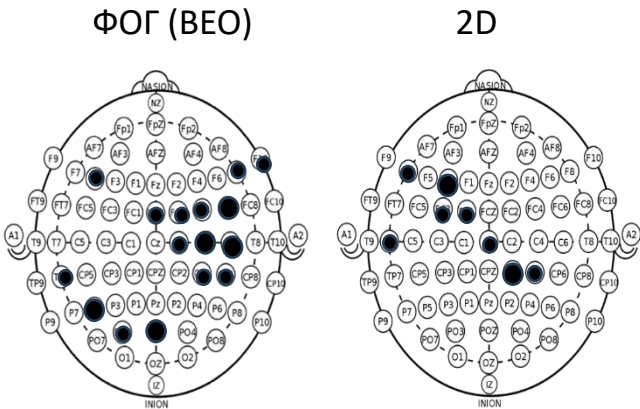


Fig. 2. Patterns of regional relationships between indices of the BAS and the alpha 2 power in the background (BEO) and while presentation of natural stimuli in 2D format

In the BEO situation, the pattern of correlations is presented predominantly in the frontal-central areas of the right hemisphere and the parietal-occipital areas of the left one, and in the 2D situation – in the anterior areas of the left hemisphere; for the 3D situation, the only significant relation was found for alpha 2 in the F7 site.

Conclusion: The results obtained indicate a “pre-tuning” of the activation state of the brain by impact of the BAS motivational system, represented bilaterally, as previously proposed [11]. The noted positive relationship between BAS and the power of alpha oscillations indicates that the dominance of the approach system additionally contributes to the relaxation effect shown during immersion in the natural environment [1–5].

Список литературы/References

- 1 Colombo D., Díaz-García A., Fernandez-Álvarez J., Botella C. Virtual reality for the enhancement of emotion regulation. *Clin Psychol Psychother.* 2021;28(3):519-537. doi 10.1002/cpp.2618
- 2 Jung M., Apostolova L.G., Moser D.K., Gradus-Pizlo I., Gao S., Rogers J.L., Pressler S.J. Virtual reality cognitive intervention for heart failure: CORE study protocol. *Alzheimers Dement (NY)*. 2022;8(1):e12230. doi 10.1002/trc2.12230
- 3 Liu P., Liu J., Fernandez J., Zou Q., Lin M. Positive affect and natural landscape in virtual reality: A systematic review comparing interventions, measures, and outcomes. *J Environ Psychol.* 2023;88:102011. doi 10.1016/j.jenvp.2023.102011
- 4 Meredith G.R., Rakow D.A., Eldermire E.R.B., Madsen C.G., Shelley S.P., Sachs N.A. Minimum time dose in nature to positively impact the mental health of college-aged students, and how to measure it: A soping review. *Front Psychol.* 2020;10:2942. doi 10.3389/fpsyg.2019.02942
- 5 Suseno B., Hastjarjo T.D. The effect of simulated natural environments in virtual reality and 2D video to reduce stress. *Front Psychol.* 2023;14:1016652. doi 10.3389/fpsyg.2023.1016652
- 6 Разумникова О.М., Варнавский И.Н. Особенности эмоционального отношения к природным и техногенным ландшафтам в молодом и пожилом возрасте. *Валеология.* 2017;4:55-61. [Razumnikova O.M., Varnavskii I.N. Specificity of emotional reactions to natural and technogenic landscapes in young and old people. *Valeologiya.* 2017;4:55-61 (in Russian)]
- 7 Davidov A., Razumnikova O., Bakaev M. Nature in the heart and mind of the beholder: Psycho-emotional and EEG differences in perception of virtual nature due to gender. *Vision (Basel)*. 2023;7(2):30. doi 10.3390/vision7020030
- 8 Montana J.I., Matamala-Gomez M., Maisto M., Mavrodiiev P.A., Cavallera C.M., Diana B., Mantovani F., Realdon O. The benefits of emotion regulation interventions in virtual reality for the improvement of wellbeing in adults and older adults: A systematic review. *J Clin Med.* 2020;9(2):500. doi 10.3390/jcm9020500
- 9 Mygind L., Kjeldsted E., Hartmeyer R., Mygind E., Stevenson M.P., Quintana D.S., Bentsen P. Effects of public green space on acute psychophysiological stress response: a systematic review and meta-analysis of the experimental and quasi-experimental evidence. *Environ Behav.* 2019;53:184-226. doi 10.1177/0013916519873376
- 10 Sutton S.K., Davidson R.J. Prefrontal brain asymmetry: a biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems. *Psychol Sci.* 1997;8:204-210
- 11 Harmon-Jones E. Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity. *Psychophysiology.* 2003;40:838-848
- 12 Князев Г.Г., Слободская Е.П., Сафронова М.В. Краткая форма личностного опросника Грея-Уильсона. *Вопросы психологии.* 2004;4:113-122 [Knyazev G.G., Slobodskaya E.P., Safronova M.V. Gray-Wilson Personality Inventory Short Form. *Voprosy Psikhologii.* 2004;4:113-122 (in Russian)]