

Вестник психофизиологии. 2022. № 2. С. 97-104.
Psychophysiology News. 2022. No. 2. P. 97-104.

Научная статья
УДК 159.9+612
doi: 10.34985/v3578-1549-1121-1

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ ПОДРОСТКАМИ В ИНТЕРНЕТЕ

Елена Ивановна Николаева¹, Надежда Владимировна Сутормина²

^{1,2} Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
Санкт-Петербург, Россия

¹ klemtina@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8363-8496

² nadya.sutormina.92@mail.ru, ORCID: -

© Николаева Е.И., Сутормина Н.В., НПЦ "ПСН", 2022

Аннотация. Поиск информации в интернете считает одной из важнейших компетенций, которыми должен владеть современный подросток. При этом не хватает объективных психофизиологических критериев, которые могли бы продемонстрировать соответствие результатов поиска внутренним усилиям человека, прикладываемым для решения поставленной задачи. Задача данной работы состояла в поиске психофизиологических коррелятов эффективного поиска информации в интернете. Для первоначального анализа из многочисленных параметров ЭЭГ были выбраны спектральная мощность наиболее принятых диапазонов. Эти результаты сопоставлялись с эффективностью тормозных процессов, окулографии, латеральными предпочтениями. В качестве испытуемых были 45 подростков (средний возраст $13,7 \pm 2,1$ лет); из них 18 девочек и 27 мальчиков. Для исследования биоэлектрической активности мозга был использован итальянский электроэнцефалограф BE Plus PRO (64 каналов). Тормозный контроль оценивался в парадигме go/go и go/no-go. Рабочая память оценивалась с помощью авторской методики О. М. Разумниковой. Латеральные предпочтения измерялись с помощью набора проб.

Была выявлена тенденция снижения мощностей медленных ритмов (в диапазонах дельта и тета) и повышение мощности бета-ритмов после поиска информации в интернете, по сравнению с мощностями этих ритмов до начала поиска в интернете. Факторный анализ выявил связь между эффективностью поиска информации в интернете и ведущим глазом. Эти данные требуют дополнительных исследований.

Ключевые слова: ЭЭГ, исполнительные функции, поиск информации, подростки, латеральные предпочтения

Original article

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE USE OF PSYCHO-PHYSIOLOGICAL PARAMETERS TO ASSESS THE EFFICIENCY OF INFORMATION SEARCH BY TEENAGERS ON THE INTERNET

Elena I. Nikolaeva¹, N. V. Sutormina²

Herzen State Pedagogical University, Saint-Petersburg, Russia

¹ klemtina@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8363-8496

² nadya.sutormina.92@mail.ru, ORCID: -

Abstract. Search for information on the Internet. At the same time, no objective psychophysiological findings were found that could lead to a quick identification of internal disorders in a person applied to the task. Task. This work has occupied the search for psychophysiological correlates of effective search for information on the Internet. For the initial analysis, the spectral power of the most accepted ranges was selected from numerous EEG parameters. These results were compared with the effectiveness of inhibitory processes, oculography, and lateral preferences. The subjects were 45 adolescents (mean age 13.7 ± 2.1 years); of them 18 girls and 27 boys. An Italian electroencephalograph BE Plus PRO (64 channels) was used to study the electrical activity of the brain. Braking control was assessed in the go/go and go/no-go paradigm. Working memory was assessed using O.M. Razumnikova. Lateral preferences were measured using a set of trials.

There was a tendency to decrease in the power of slow rhythms (in the delta and theta ranges) and an increase in the power of beta rhythms after searching for information on the Internet compared to the powers of these rhythms before starting to search on the Internet. Factor analysis revealed a relationship between the effectiveness of searching for information on the Internet and the leading eye. These data require additional research.

Keywords: EEG, executive functions, information retrieval, adolescents, lateral preferences

Поиск информации в интернете в настоящее время - одна из важнейших компетенций школьников [10; 15]. Это необходимо при подготовке домашних заданий, выполнении проектной деятельности, решении собственных задач и построении собственного будущего [4; 11]. Существует достаточное количество литературы, которая связывает поиск информации различного рода в интернете с психологическими особенностями испытуемых, или возможностями, предоставляемыми учреждениями, в которых они обучаются [1; 12]. Крайне интересно сравнение стратегий поиска, применяемых человеком и предлагаемых библиотечными системами [2].

В то же время не хватает объективных психофизиологических критериев, которые могли бы продемонстрировать соответствие результатов поиска внутренним усилиям человека, прикладываемым для решения поставленной задачи. С этой позиции представляется значимым использование возможностей ЭЭГ для оценки подобных усилий, исполнительных функций, окулографии и функциональной асимметрии.

Применение окулографии для оценки поиска информации имеет давнюю историю и уже показало свою эффективность [13]. Использование исполнительных функций менее очевидно, поскольку они достаточно поздно созревают и в подростковом возрасте отмечается большой разброс уровня их сформированности [7]. Именно поэтому достаточно значимым представляется оценка профиля функциональной асимметрии, с помощью которого и можно предсказать зрелость структур мозга, поскольку преимущество левой или правой стороны в моторной и сенсорной сферах отражают в той или иной мере скорость миелинизации мозга [6].

Задача исследования состояла в поиске психофизиологических коррелятов эффективного поиска информации в интернете.

Для первоначального анализа из многочисленных параметров ЭЭГ были выбраны спектральная мощность наиболее принятых диапазонов. Эти результаты сопоставлялись с эффективностью тормозных процессов, окулографии, латеральными предпочтениями.

Материалы и методы

В качестве испытуемых были 45 подростков (средний возраст $13,7 \pm 2,1$ лет); из них 18 девочек и 27 мальчиков.

Для исследования электрической активности мозга был использован итальянский электроэнцефалограф BE Plus PRO (64 каналов). Поскольку поиск информации требует активности глаз, которые при движении создают сигнал существенно больший, чем ЭЭГ, то электроэнцефалограмму записывали до начала работы в интернете и после неё. Запись

велась в течение 5 минут - до и после поиска информации подростком в интернете. Затем она обрабатывалась с использованием системы ICA с целью исключения артефактов. Для картирования была произведена группировка по каналам.

Полученные данные ЭЭГ анализировали с помощью инструментария EEGLAB (<http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab/>). Непрерывные необработанные данные фильтровались (частотный диапазон 1-40 Гц) с использованием функции FIR-фильтра [14]. Артефакты были скорректированы с использованием независимого компонентного анализа (ICA), данные ЭЭГ были пересчитаны до среднего эталона и подверглись понижающей дискретизации до 250 Гц.

Спектральная мощность рассчитывалась методом быстрого преобразования Фурье (БПФ) (размер окна - 1 с, перекрытие 0,5 с) в следующих частотных диапазонах: дельта - 2-4 Гц; тета - 4-8 Гц; альфа1 - 8-10 Гц; альфа2 - 10-13 Гц; beta1 - 14-20 Гц; beta2 - 20-30 Гц. Данные по спектральной мощности усреднялись по 12 кортикальным областям (левый фронтальный: FP1, AF3, AF7, F1, F5, F3, F7, FT7, FC5, FC3, FC1; правый фронтальный: FP2, AF4, AF8, F2, F4, F6, F8, F8, FC2, FC4, FC6, FT8; средний фронтальный: AFz, Fpz, Fz, FCz; левый височный: T3, TP7, CP5, C5; правый височный: T4, TP8, C6, CP6; средний центральный: Cz; левая центральная теменная: C1, C3, CP3, CP1; правая центральная теменная: C2, C4, CP2, CP4; средняя центральная теменная: CPz, Pz; левая теменная затылочная часть: P1, P3, P5, T5, PO3, PO7, O1; правая теменная затылочная часть: P2, P4, P6, T6, PO4, PO8, O2; средняя теменная затылочная часть: POz, Oz.

Из исполнительных функции были выбраны рабочая память и тормозный контроль. Тормозный контроль оценивался в парадигме go/go и go/no-go (Вергунов Е. Г.). Рабочая память оценивалась с помощью авторской методики О. М. Разумниковой). Латеральные предпочтения измерялись с помощью набора проб Николаева Е. И.)

Результаты и их обсуждение

На графиках представлены только те области, где выявлены некоторые изменения активности до и после поиска информации в интернете. Стоит подчеркнуть, что значимых различий обнаружено не было.

Так, бета-активность чуть больше после поиска информации во всех практически областях, что свидетельствует о некотором возбуждении после проделанной работы (рисунок 1).

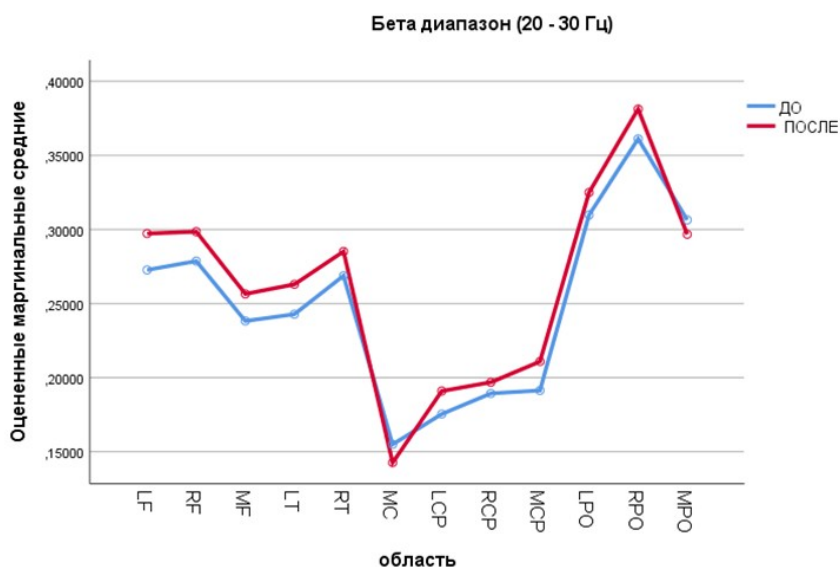


Рисунок 1 - Спектральная мощность бета-диапазона до и после поиска подростком информации в интернете

Несколько иная, но вполне предсказуемая картина наблюдается для тета-диапазона, мощность которого уменьшается в передних областях (рисунок 2).

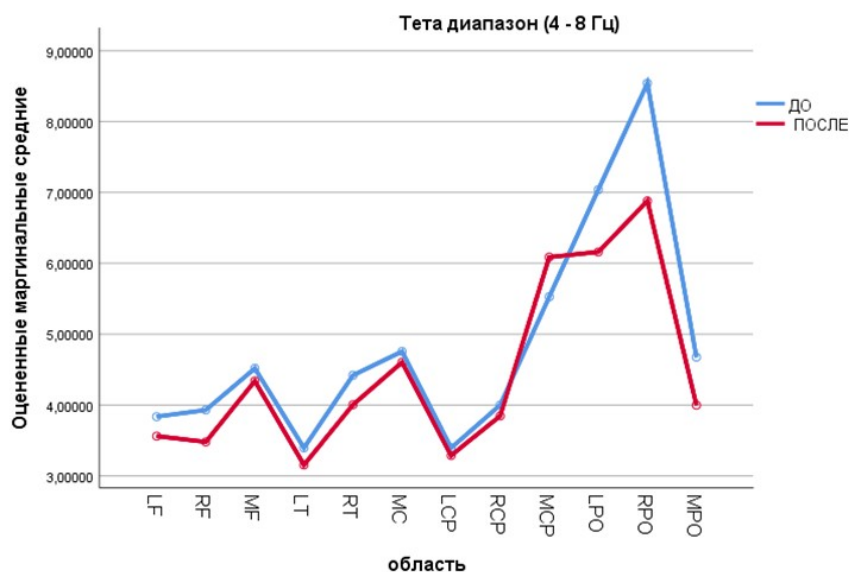


Рисунок 2 - Спектральная мощность тета-диапазона до и после поиска подростком информации в интернете

В тета-диапазоне область "RPO" внешне сильно отличается в ситуации до и после поиска информации в интернете уровень значимости все таки только $p=0,061$.

В еще большей степени снижение мощности после поиска информации отмечается для дельта ритма (рисунок 3).

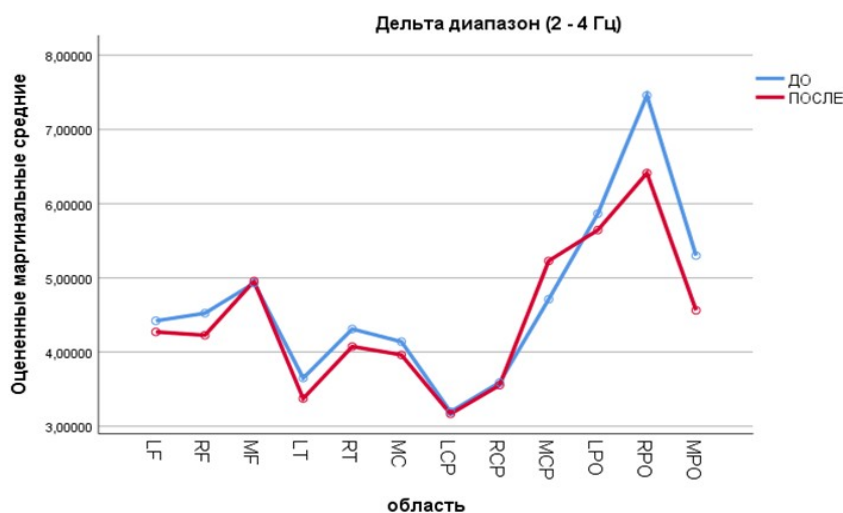


Рисунок 3 - Спектральная мощность дельта-диапазона до и после поиска подростком информации в интернете

Можно видеть, что в бета-диапазоне спектральная мощность выше после процедуры поиска информации в интернете, чем до его начала практически во всех областях мозга. Напротив, в дельта- и тета-диапазонах спектральная мощность больше до начала поиска информации в интернете, что свидетельствует об активной включённости испытуемых в когнитивный процесс. Это вполне предсказуемая информация, которая не углубляет представления о поиске информации в интернете.

Далее были выделены независимые компоненты, затем выполнен дипольный анализ, чтобы локализовать различия в мозге (рисунки 4-6).

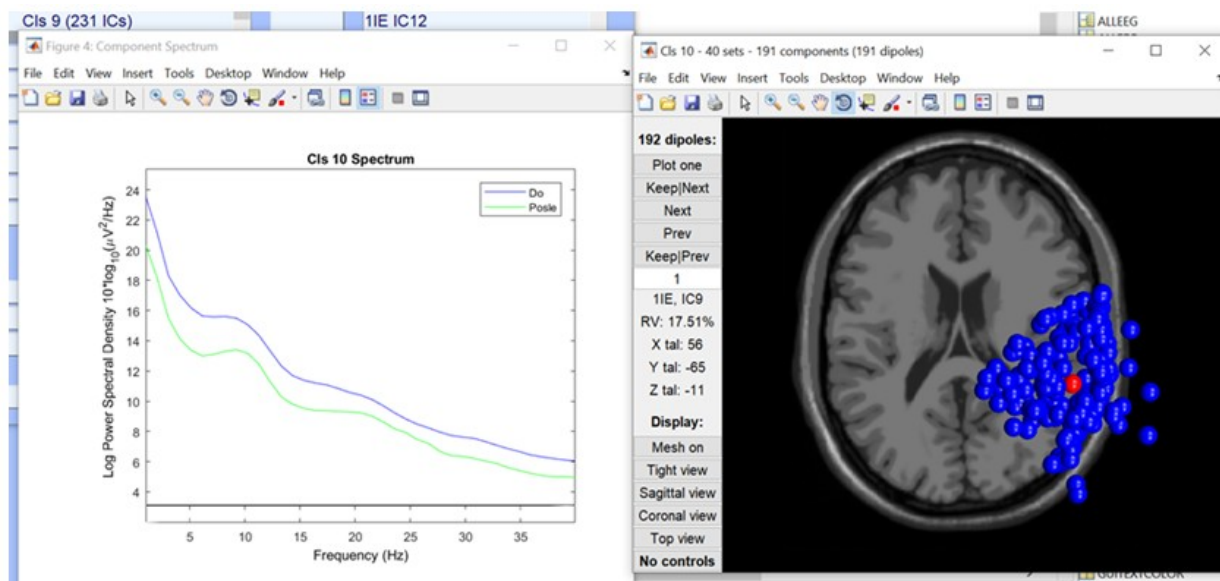


Рисунок 4 - ЭЭГ источники (правая височная область)

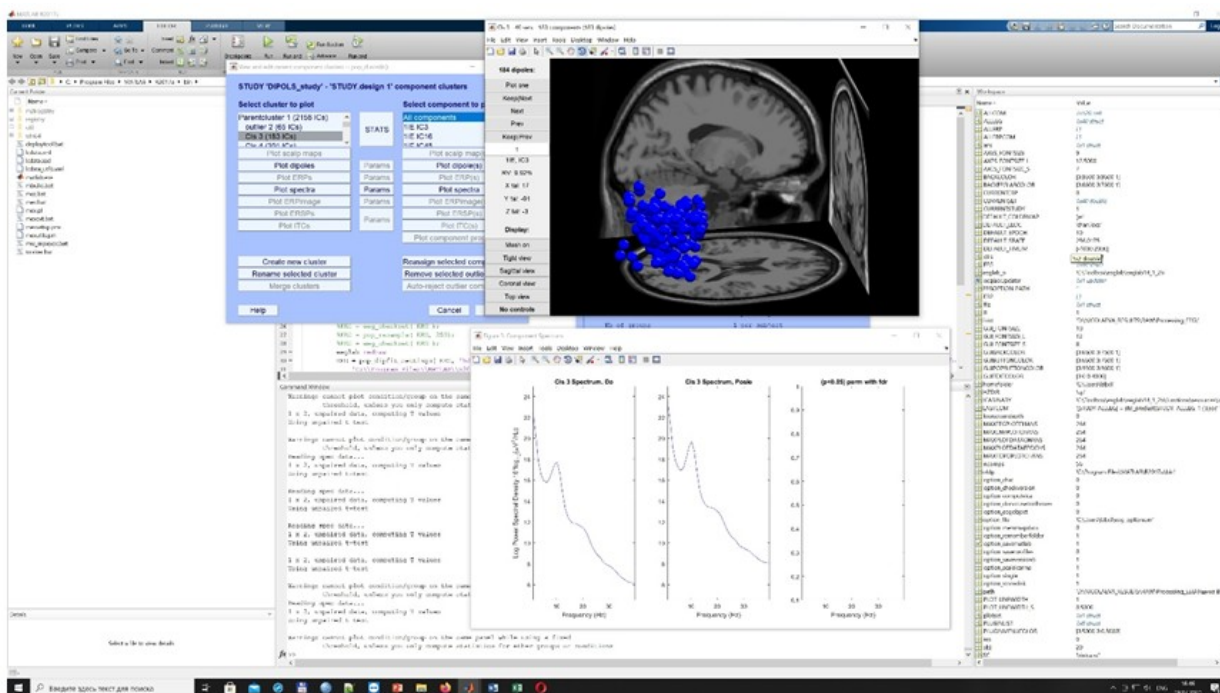


Рисунок 5 - ЭЭГ источники (правая височно-затылочная область)

По распределению внутримозговых источников ЭЭГ в условии после поиска информации активность источников была выше, чем до начала поиска. Однако этот результат не значим (при принятом уровне значимости $p < 0,05$) в альфа1-диапазоне (8-10 Гц) $DO < ПОСЛЕ$ на уровне $p = 0,068$, $t = -3,76$).

Далее был проведён факторный анализ, который дал 4-факторное решение при коэффициенте Кайзера-Мейера-Олкина 0,524, с уровнем объяснённой дисперсии 80,6%.

Первый фактор (38,3% объяснённой дисперсии) с большим весом включил медленные ритмы в левой фронтальной области и правой теменно-окципитальной области, а также возраст

с отрицательным знаком. Следовательно, чем младше дети, тем выраженнее спектральная мощность дельта- и тета-ритмов, то есть тем более незрелой является реакция мозга.

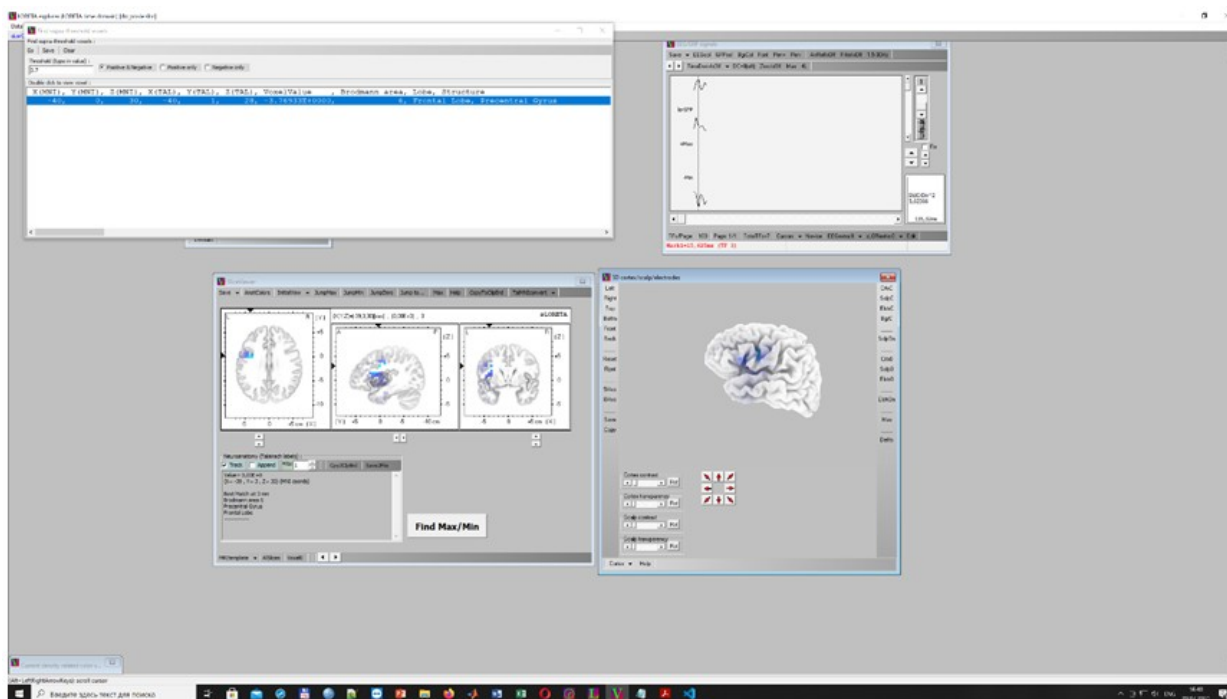


Рисунок 6 - ЭЭГ источники (левая перисильвиева область)

Таблица 1 - Повернутая матрица компонент^а

	Компонент			
	1	2	3	4
Мощность тета ритма в левой фронтальной области после поиска в интернете	0,980	-0,048	-0,006	0,069
Мощность дельта ритма в правой париетально-окципитальной области после поиска в интернете	0,976	-0,005	-0,063	0,037
Мощность дельта ритма в левой фронтальной области после поиска в интернете	0,970	0,094	0,067	-0,012
Мощность тета-ритма в правой париетально-окципитальной области после поиска в интернете	0,948	-0,097	-0,037	0,027
Возраст	-0,610	-0,450	-0,026	0,203
Число возвратов в область интереса	-0,132	0,902	0,144	0,041
Время фиксации на области интереса (тексте)	0,057	0,881	-0,156	0,122
Рукость	0,273	0,333	0,756	0,239
Число ошибок в парадигме go/no-go	0,007	-0,006	0,683	-0,065
Пол	-0,290	-0,311	0,662	-0,134
Итоговый ответ	-0,195	-0,021	-0,060	-0,905
Ведущий глаз	-0,501	0,200	-0,205	0,690
Метод выделения факторов: метод главных компонент.				
Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.				
а. Вращение сошлось за 5 итераций.				

Второй фактор (17,1% объяснённой дисперсии) включил число возвратов в область интереса и длительность фиксации в области интереса: чем сложнее понимается текст, тем чаще подросток к нему возвращается.

Третий фактор (13,1% объяснённой дисперсии) включал рукость, число ошибок в тесте, с помощью которых оценивают когнитивный контроль, и пол: чем больше правых признаков у мальчика, тем больше ошибок он делает в тесте.

Четвертый фактор (12,1%) включал качество окончательного ответа (с обратным знаком) и ведущий глаз: чем более вероятно, что ведущим глазом является правый, тем хуже результат поиска в интернете. Этот результат требует дополнительного исследования, с какими параметрами ещё связан ведущий глаз.

Выводы

1. ЭЭГ является значимым предиктором незрелости мозга подростка.
2. Эффективность поиска информации в интернете связана с латеральными предпочтениями, но для окончательного объяснения подобной связи требуется увеличение выборки.

Соблюдение этического кодекса

Для проведения исследования у родителей подростков были получены информированные согласия. Работа проводилась по согласованию с этическим комитетом.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 19-29-14005 "Эффективные стратегии онлайн-поиска информации детьми и подростками в процессе решения учебных задач: когнитивные и психофизиологические механизмы".

Выражаем благодарность младшему научному сотруднику Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины" (НИИИМ) Прошиной Е.А. за выполнение рисунков по полученным данным.

Список источников (References)

1. Горюшина Е.А. Роль направленности на поиск/припоминание информации в построении репрезентации при решении перцептивных и мыслительных задач//автореферат дис. ... кандидата психологических наук / Ярослав. гос. пед. ун-т им. К.Д. Ушинского. Ярославль, 2015. [Goryushina E.A. The role of focus on the search/remembering of information in the construction of representation in solving perceptual and mental problems // Abstract of the thesis. ... candidate of psychological sciences. Yaroslavl: Yaroslav. state ped. un-t im. K.D. Ushinsky, 2015.]
2. Долгополова Е.Е. Поиск информации: логика человеческого мышления против логики построения библиотечных информационно-поисковых систем. В сборнике: Библиотеки в информационном обществе: сохранение традиций и развитие новых технологий. Доклады международной научной конференции. Государственное учреждение "Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И.С. Лупиновича" Национальной академии наук Беларуси. 2014. С. 54-61. [Dolgopolova E.E. Search for information: the logic of human thinking versus the logic of building library information retrieval systems. In the collection: Libraries in the information society: the preservation of traditions and the development of new technologies. Reports of the international scientific conference. State institution "Belarusian Agricultural Library named after. I.S. Lupinovich" of the National Academy of Sciences of Belarus. 2014. S. 54-61.]
3. Кривошеков С.Г., Белишева Н.К., Николаева Е.И., Вергунов Е.Г., Мартынова А.А., Ельникова О.Е., Пряничников С.В., Ануфриев Г.Н., Балиоз Н.В. Концепция аллостаза и адаптация человека на Севере //Экология человека. 2016. № 7. С. 17-25. [Krivoshchekov S.G., Belisheva N.K., Nikolaeva E.I., Vergunov E.G., Martynova A.A., Elnikova O.E., Pryanichnikov S.V., Anufriev G.N., Balioz N .AT. The concept of allostasis and human adaptation in the North // Human Ecology. 2016. No. 7. P. 17-25.]
4. Наумова А.И., Сатарова И.Д. Поиск информации в интернете. В сборнике: Современные проблемы науки и образования. Мат. XI Международной студ. науч. конф. 2019. С. 10. [Naumova A.I., Satarova I.D. Search for information on the Internet. In the collection: Modern problems of science and education. In: XI International stud. scientific conf. 2019. P. 10.]
5. Николаева Е.И., Гаджибабаева Д.Р. Сравнительный анализ личностных особенностей подростков, проживающих в семье и в интернате (на примере Дагестана) //Психология образования в поликультурном пространстве. 2011. Т. 2. № 14. С. 70-73. [Nikolaeva E.I., Gadzhibabaeva D.R. Comparative analysis of personal characteristics of adolescents living in a family and in a boarding

- school (on the example of Dagestan) // Psychology of education in a multicultural space. 2011. V. 2. No. 14. P. 70-73.].
6. Николаева Е.И., Сутормина Н.В. Связь параметров окулографии подростков с особенностью исполнительных функций при чтении инструкции в интернете // Вестник психофизиологии. 2021. №3. С.43- 47. doi: 10.34985/g4541-5901-1965-q [Nikolaeva E.I., Sutormina N.V. Relationship between the parameters of oculography in adolescents and the peculiarity of executive functions when reading instructions on the Internet // Bulletin of psychophysiology. 2021. №3. P. 43-47. doi: 10.34985/g4541-5901-1965-q.].
 7. Николаева Е.И. Тормозный контроль в младшем школьном и подростковом возрасте // Комплексные исследования детства. 2019. Т.1. № 2. С.152-161. DOI: 10.33910/2687-0223-2019-1-2-152-161. [Nikolaeva E.I. Inhibitory control in primary school and adolescence // Comprehensive research of childhood. 2019. Vol. 1, No. 2. pp.152-161. DOI: 10.33910/2687-0223-2019-1-2-152-161.].
 8. Николаева Е.И., Вергунов Е.Г. Функциональная асимметрия мозга и латеральные предпочтения: перезагрузка. Эволюционный, генетический, психологический и психофизиологический подходы к анализу. СПб: РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. [Nikolaeva E.I., Vergunov E.G. Functional brain asymmetry and lateral preferences: reboot. Evolutionary, genetic, psychological and psychophysiological approaches to analysis. St. Petersburg: Russian State Pedagogical University im. A.I. Herzen, 2020.].
 9. Разумникова О.М., Николаева Е.И. Тормозные функции мозга и возрастные особенности организации когнитивной деятельности // Успехи физиологических наук. 2019. Т. 50. № 1. С. 75-89. [Razumnikova O.M., Nikolaeva E.I. Inhibitory functions of the brain and age-related features of the organization of cognitive activity // Successes of physiological sciences. 2019. V. 50. No. 1. S. 75-89.].
 10. Русаков А.А. Сети и сетевые технологии. Поиск информации в сети. М.: Издательский центр МГУПИЭ, 2014. [Rusakov A.A. Networks and network technologies. Search for information on the net. M.: Publishing Center MGUPIE, 2014.].
 11. Тихонова Л.А. Поиск источников информации, как условие учебно-исследовательской деятельности учащихся младших классов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2021. № 1-2. С. 38-40. [Tikhonova L.A. Search for sources of information as a condition for educational and research activities of primary school students // Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Humanities. 2021. No. 1-2. pp. 38-40.].
 12. Чуранов В.С. Эффективный поиск информации для образовательной и научной деятельности // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2007. № 3. С. 216-220. [Churanov V.S. Effective search for information for educational and scientific activities // Bulletin of the Moscow State University of Culture and Arts. 2007. No. 3. S. 216-220.].
 13. Conklin K., Pellicer-Sachez A., Carrol G. Eye-tracking: a guide for applied linguistics research. Cambridge; New York, NY: Cambridge University Press, 2018.
 14. Delorme A., Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. Journal of neuroscience methods. 2004. V. 134 (1). P. 9-21. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2003.10.009.
 15. Veltman K. Understanding New Media: Augmented Knowledge and Culture, University of Calgary Press, 2005. 600 p.

Статья поступила в редакцию 07.04.2022; одобрена после рецензирования 27.04.2022; принята к публикации 22.06.2022.

The article was submitted 07.04.2022; approved after reviewing 27.04.2022; accepted for publication 22.06.2022.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.