

Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: Чижикова Анна Александровна
Проверяющий: Клиент API
Организация: ООО "Эко-Вектор"

Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://eco-vector.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 18460
Начало загрузки: 07.08.2023 13:10:06
Длительность загрузки: 00:00:16
Имя исходного файла: 1015-23932-3-SM.docx
Название документа: 1015-23932-3-SM.docx
Размер текста: 88 кБ
Символов в тексте: 90112
Слов в тексте: 10628
Число предложений: 1759

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Начало проверки: 07.08.2023 13:10:23
Длительность проверки: 00:03:38
Комментарии: не указано
Поиск с учетом редактирования: да
Проверенные разделы: основная часть с. 1-37, библиография с. 37-55
Модули поиска: ИПС Адилет, Библиография, Сводная коллекция ЭБС, Интернет Плюс*, Сводная коллекция РГБ, Цитирование, Переводные заимствования (RuEn), Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu), Переводные заимствования по Интернету (EnRu), Переводные заимствования издательства Wiley, Модуль поиска "Эко-Вектор", eLIBRARY.RU, СПС ГАРАНТ: аналитика, СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация, Медицина, Диссертации НББ, Коллекция НБУ, Перефразирования по eLIBRARY.RU, Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика*, Перефразирования по Интернету, Перефразирования по Интернету (EN), Перефразирования по коллекции издательства Wiley, Патенты СССР, РФ, СНГ, СМИ России и СНГ, Шаблонные фразы, Кольцо вузов, Издательство Wiley, Переводные заимствования



СОВПАДЕНИЯ

32,76%

САМОЦИТИРОВАНИЯ

0%

ЦИТИРОВАНИЯ

0%

ОРИГИНАЛЬНОСТЬ

67,24%

Совпадения — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.

Самоцитирование — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» — это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.

Цитирование — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулю поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальный текст — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

«Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирование», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует полному тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в тексте	Доля в отчете	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте	Комментарии
[01]	6,92%	5,13%	Heritability and molecular-genetic basis... https://doi.org	31 Дек 2014	Издательство Wiley	21	27	
[02]	6,43%	3,28%	Скачать PDF http://psychiatr.ru	29 Ноя 2016	Интернет Плюс*	40	81	
[03]	6,42%	0,39%	https://research.vu.nl/ws/files/7768290... https://research.vu.nl	07 Авг 2023	Интернет Плюс*	8	102	
[04]	6,35%	0,56%	Ээг-маркеры депрессивных состояний https://cyberleninka.ru	13 Окт 2021	Интернет Плюс*	3	80	
[05]	6,2%	0%	Ээг-маркеры депрессивных состояний https://cyberleninka.ru	13 Окт 2021	Интернет Плюс*	0	76	
[06]	6,01%	0,33%	Скачать PDF (2/2) http://psychiatr.ru	07 Окт 2016	Интернет Плюс*	2	75	
[07]	4,92%	0,21%	https://psychiatr.ru/files/magazines/20... https://psychiatr.ru	14 Мар 2022	Интернет Плюс*	2	36	
[08]	4,91%	1,67%	Heritability of background EEG across t... https://doi.org	30 Ноя 2005	Издательство Wiley	9	26	
[09]	4,04%	0,35%	Пономарев, Валерий Александрович ... http://dlib.rsl.ru	27 Дек 2019	Сводная коллекция РГБ	3	23	
[10]	3,79%	1,09%	Прошина, Екатерина Александровна ... http://dlib.rsl.ru	23 Июн 2022	Сводная коллекция РГБ	6	20	
[11]	3,18%	0,75%	Whole genome sequence association a... https://doi.org	30 Июн 2017	Издательство Wiley	4	16	
[12]	3,16%	1,84%	Kosonogov V.V., Vorobyeva E.V., Kosvh ... https://mir-nauki.com	13 Ноя 2018	Интернет Плюс*	23	36	

[13]	3,14%	0%	https://mir-nauki.com/PDF/19PSMN218... https://mir-nauki.com	06 Окт 2021	Интернет Плюс*	0	36
[14]	3,14%	0%	https://mir-nauki.com/PDF/19PSMN218... https://mir-nauki.com	08 Окт 2021	Интернет Плюс*	0	36
[15]	3,04%	0,22%	Новикова, Светлана Игоревна исслед... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	2	18
[16]	2,94%	0,72%	EEG Frequency Bands in Psychiatric Dis... https://frontiersin.org	09 Июн 2020	СМИ России и СНГ	7	24
[17]	2,85%	0,71%	Electroencephalography http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	4	20
[18]	2,84%	0,38%	COMT polymorphism modulates the re... https://doi.org	31 Июл 2015	Издательство Wiley	4	17
[19]	2,63%	0%	Тумялис, Алексей Вячеславович Инди... http://dlib.rsl.ru	22 Авг 2019	Сводная коллекция РГБ	0	14
[20]	2,47%	1,65%	СОВРЕМЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ АЛЬ... http://elibrary.ru	раньше 2011	eLIBRARY.RU	8	12
[21]	2,47%	0%	https://neuronm.ru/images/docs/2014/... https://neuronm.ru	24 Мар 2023	Интернет Плюс*	0	18
[22]	2,47%	0%	https://neuronm.ru/images/docs/2014/... https://neuronm.ru	29 Мая 2023	Интернет Плюс*	0	18
[23]	2,46%	0,54%	Применение обучаемых структур для... http://elibrary.ru	28 Авг 2014	eLIBRARY.RU	4	14
[24]	2,45%	0,79%	Hypothesis-driven methods to augmen... https://frontiersin.org	29 Янв 2022	СМИ России и СНГ	9	21
[25]	2,42%	1,45%	EEG spectral power, but not theta/beta ... https://doi.org	31 Мая 2020	Издательство Wiley	6	10
[26]	2,33%	0,12%	https://mir-nauki.com/PDF/19PSMN218... https://mir-nauki.com	07 Авг 2023	Интернет Плюс*	2	16
[27]	2,33%	0%	Genome-wide association analysis links... https://doi.org	30 Ноя 2018	Издательство Wiley	0	14
[28]	2,31%	0,31%	Меркулова, Екатерина Алексеевна ЭЭ... http://dlib.rsl.ru	23 Июн 2022	Сводная коллекция РГБ	2	10
[29]	2,29%	0%	https://www.tsu.ru/upload/Genomika%... https://tsu.ru	30 Дек 2021	Интернет Плюс*	0	18
[30]	2,2%	0,24%	https://research.gold.ac.uk/id/eprint/20... https://research.gold.ac.uk	11 Янв 2023	Интернет Плюс*	2	20
[31]	2,18%	0,73%	Индивидуальная частота а-осцилляц... http://elibrary.ru	25 Дек 2016	eLIBRARY.RU	4	10
[32]	2,13%	1,67%	Венерина, Яна Андреевна Физиологи... http://dlib.rsl.ru	08 Ноя 2022	Сводная коллекция РГБ	10	13
[33]	2,12%	0,06%	SCIndex - Clanak https://scindex.ceon.rs	06 Мар 2022	Интернет Плюс*	2	23
[34]	2,11%	0,58%	Павлов, Сергей Валентинович диссер... http://dlib.rsl.ru	раньше 2011	Сводная коллекция РГБ	4	10
[35]	2%	0,11%	Эг-маркеры депрессивных состояни... https://cyberleninka.ru	17 Июн 2022	Интернет Плюс*	1	14
[36]	1,95%	0,04%	Электрофизиологические показатели... http://elibrary.ru	раньше 2011	eLIBRARY.RU	1	9
[37]	1,82%	0%	https://www.infran.ru/Diss-Sovet/Polya... https://infran.ru	23 Янв 2023	Интернет Плюс*	0	13
[38]	1,79%	0,39%	Use of EEG to Diagnose ADHD https://ncbi.nlm.nih.gov	02 Мар 2020	Интернет Плюс*	2	22
[39]	1,78%	0,46%	Tuning pathological brain oscillations wi... https://frontiersin.org	21 Янв 2022	СМИ России и СНГ	2	12
[40]	1,69%	0,3%	https://izd-mn.com/PDF/10MNNPM21.... https://izd-mn.com	18 Апр 2022	Интернет Плюс*	2	10
[41]	1,63%	0,24%	[Чутко Леонид Семенович и др.]; под ... http://dlib.rsl.ru	01 Дек 2014	Сводная коллекция РГБ	3	10
[42]	1,57%	0%	Task Context Influences Brain Activatio... https://frontiersin.org	20 Авг 2020	СМИ России и СНГ	0	8
[43]	1,56%	0%	https://www.infran.ru/Diss-Sovet/Polya... https://infran.ru	29 Дек 2021	Интернет Плюс*	0	11
[44]	1,53%	0%	Abnormal maturation of the resting-sta... https://doi.org	31 Авг 2019	Перефразирования по коллекции издательства Wiley	0	8
[45]	1,52%	0%	Психофизиологический анализ воспр... http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	8
[46]	1,43%	0,21%	Функциональная зрелость регулятор... http://nauka-pedagogika.com	30 Дек 2020	Интернет Плюс*	4	21
[47]	1,37%	0%	Neurofeedback training of EEG alpha rh... https://doi.org	31 Июл 2016	Издательство Wiley	0	8
[48]	1,37%	0%	ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ Х... http://elibrary.ru	раньше 2011	eLIBRARY.RU	0	6
[49]	1,37%	0,31%	The genetics of anxiety-related negativ... https://doi.org	31 Мар 2017	Издательство Wiley	4	8
[50]	1,34%	0,04%	Синдром дефицита внимания с гипер... https://yandex.ru	27 Апр 2022	Интернет Плюс*	1	26
[51]	1,3%	0%	https://diss.spbu.ru/files/diss2/diss... https://diss.spbu.ru	02 Дек 2022	Интернет Плюс*	0	12
[52]	1,22%	0%	Individual Alpha Peak Frequency in Ice ... https://frontiersin.org	08 Янв 2020	СМИ России и СНГ	0	8
[53]	1,17%	0,35%	Е. В. Воробьева ; М-во образования и ... http://dlib.rsl.ru	01 Дек 2014	Сводная коллекция РГБ	2	6
[54]	1,16%	0,39%	Modulation of the COMT Val158Met pol... https://frontiersin.org	13 Янв 2021	СМИ России и СНГ	4	8

[55]	1,15%	0,16%	Low 2 Main Peak Frequency in the Elect... https://frontiersin.org	22 Мая 2020	СМИ России и СНГ	4	10	
[56]	1,15%	0,17%	Good vibrations, bad vibrations: Oscillat... https://ncbi.nlm.nih.gov	30 Дек 2020	Интернет Плюс*	4	17	
[57]	1,11%	0%	http://sn-biolchem.cfuv.ru/wp-content/... http://sn-biolchem.cfuv.ru	22 Мар 2022	Интернет Плюс*	0	6	
[58]	1,1%	0%	241081 http://biblioclub.ru	19 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	6	
[59]	1,1%	0,12%	Brain Computer Interfaces, a Review https://ncbi.nlm.nih.gov	17 Фев 2020	Интернет Плюс*	4	13	
[60]	1,09%	0%	Нарушения поведения и развития у д... https://e.lanbook.com	22 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	0	6	
[61]	1,03%	0,01%	Современная интерпретация альфа-а... http://mif-ua.com	29 Мая 2021	Интернет Плюс*	2	14	
[62]	1,02%	0%	http://nphys.ru/files/dissertation/vener... http://nphys.ru	01 Июн 2022	Интернет Плюс*	0	9	
[63]	1,02%	0%	https://nphys.ru/files/dissertation/vene... https://nphys.ru	31 Мая 2023	Интернет Плюс*	0	9	
[64]	1,01%	0,19%	Pathophysiology of ADHD and associat... https://frontiersin.org	13 Янв 2021	СМИ России и СНГ	2	6	
[65]	1,01%	0,61%	Куценко, Диана Олеговна Особеннос... http://dlib.rsl.ru	12 Окт 2017	Сводная коллекция РГБ	5	5	
[66]	1,01%	0%	Identification of neurophysiological biot... https://doi.org	30 Ноя 2018	Издательство Wiley	0	6	
[67]	1%	0%	http://mniip.serbsky.ru/assets/uploads... http://mniip.serbsky.ru	17 Июн 2022	Интернет Плюс*	0	5	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[68]	0,98%	0%	http://www.vlgru2007.narod.ru/2020/ii/... http://vlgru2007.narod.ru	14 Мая 2023	Интернет Плюс*	0	10	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[69]	0,96%	0,11%	Introspection confidence predicts EEG d... https://doi.org	31 Мая 2022	Перефразирования по коллекции издательства Wiley	2	4	
[70]	0,96%	0%	A parietal biomarker for ADHD liability: ... https://frontiersin.org	13 Янв 2021	СМИ России и СНГ	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[71]	0,95%	0%	Т. 112, № 3 http://emil.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[72]	0,94%	0%	Detrended Fluctuation, Coherence, and ... https://frontiersin.org	27 Окт 2020	СМИ России и СНГ	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[73]	0,94%	0%	Applications of functional magnetic res... https://doi.org	30 Июн 2006	Издательство Wiley	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[74]	0,93%	0%	The Effect of Media Professionalization ... https://frontiersin.org	28 Янв 2021	СМИ России и СНГ	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[75]	0,93%	0%	Predicting Mental Imagery-Based BCI P... https://journals.plos.org	21 Мая 2023	Интернет Плюс*	0	9	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[76]	0,91%	0%	https://www.infran.ru/Diss-Sovet/Kutse... https://infran.ru	21 Фев 2022	Интернет Плюс*	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[77]	0,89%	0%	Neuroticism and Frontal EEG Asymmetr... https://frontiersin.org	20 Апр 2021	СМИ России и СНГ	0	8	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[78]	0,89%	0%	Молекулярная генетика спорта https://e.lanbook.com	20 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[79]	0,89%	0%	Молекулярная генетика спорта http://bibliorossica.com	26 Мая 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[80]	0,89%	0%	4135 http://e.lanbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[81]	0,89%	0%	Relationships between electroencephal... https://frontiersin.org	15 Июл 2020	СМИ России и СНГ	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[82]	0,89%	0%	Why some people discount more than ... https://frontiersin.org	13 Июн 2020	СМИ России и СНГ	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[83]	0,87%	0,87%	de Geus Genome Medicine 2010, 2:63 http://tweetingenregister.org	07 Янв 2018	Перефразирования по Интернету (EN)	2	2	
[84]	0,82%	0%	https://iemspb.ru/wp-content/uploads/... https://iemspb.ru	02 Янв 2022	Интернет Плюс*	0	10	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[85]	0,82%	0%	https://www.iefpg.org.rs/Conference/20... https://iefpg.org.rs	04 Мар 2022	Интернет Плюс*	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[86]	0,8%	0%	Возрастная динамика ритмов электр... http://elibrary.ru	13 Дек 2016	eLIBRARY.RU	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

[87]	0,8%	0%	ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЗГЛЯДОВ НА МЕ... https://cyberleninka.ru	07 Авг 2023	Интернет Плюс*	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[88]	0,78%	0%	Electroencephalography http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[89]	0,74%	0%	The effect of alertness and attention on ... https://doi.org	01 Июнь 2021	Перефразирования по коллекции издательства Wiley	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[90]	0,73%	0%	Творчество: от биологических основ... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[91]	0,73%	0%	Творчество: от биологических основ... http://bibliorossica.com	25 Мая 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[92]	0,73%	0%	ISBN9785927002290.txt	26 Окт 2017	Кольцо вузов	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[93]	0,72%	0%	Method and apparatus of enhancing le... http://freepatentsonline.com	09 Ноя 2016	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[94]	0,72%	0%	rusinova_a_v_psihofiziologicheskie-effe...	21 Сен 2022	Кольцо вузов	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[95]	0,71%	0%	Исследование альфа-ритма ЭЭГ как р... https://earthpapers.net	02 Июнь 2022	Интернет Плюс*	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[96]	0,7%	0%	РОЛЬ ГЕНОТИПА В СТАНОВЛЕНИИ НЕ... http://elibrary.ru	раньше 2011	eLIBRARY.RU	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[97]	0,68%	0%	159398 http://e.lanbook.com	10 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[98]	0,68%	0%	METHOD AND SYSTEM FOR WEIGHTED ... http://freepatentsonline.com	08 Ноя 2016	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[99]	0,68%	0%	https://depositonce.tu-berlin.de/bitstre... https://depositonce.tu-berlin.de	26 Мар 2022	Интернет Плюс*	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[100]	0,68%	0%	http://www.iefpg.org.rs/Conference/201... http://iefpg.org.rs	19 Июл 2023	Интернет Плюс*	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[101]	0,65%	0,65%	PDF http://wescholar.wesleyan.edu	06 Янв 2018	Перефразирования по Интернету (EN)	2	2	
[102]	0,64%	0%	Approach-avoidance activation without... https://frontiersin.org	09 Окт 2020	СМИ России и СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[103]	0,63%	0%	Frontiers EEG spectral analysis of atte... https://translated.turbopages.org	07 Авг 2023	Интернет Плюс*	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[104]	0,62%	0%	Age-dependent effect of Alzheimer's risk... https://frontiersin.org	26 Авг 2020	СМИ России и СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[105]	0,61%	0%	Клинико-психофизиологические осо... http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[106]	0,6%	0%	https://ihna.ru/files/dissertation/larion... https://ihna.ru	21 Ноя 2022	Интернет Плюс*	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[107]	0,59%	0%	https://brainmaster.com/software/pub... https://brainmaster.com	18 Мая 2022	Интернет Плюс*	0	6	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[108]	0,56%	0,35%	Covariation of mood and brain activity.... http://repository.uhn.ru.nl	09 Янв 2018	Перефразирования по Интернету (EN)	1	2	
[109]	0,55%	0%	Latent resting-state network dynamics i... https://ncbi.nlm.nih.gov	07 Авг 2023	Интернет Плюс*	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[110]	0,55%	0%	Молекулярная генетика спорта http://studentlibrary.ru	20 Дек 2016	Медицина	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[111]	0,55%	0%	ISBN9785971804123.txt	26 Окт 2017	Кольцо вузов	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[112]	0,55%	0%	Advances in Electrophysiological Resear... http://downstate.edu	06 Янв 2018	Перефразирования по Интернету (EN)	0	3	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[113]	0,54%	0%	Век самопознания http://universalinternetlibrary.ru	20 Июнь 2019	Интернет Плюс*	0	5	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[114]	0,54%	0,25%	ЭЭГ-МАРКЕРЫ ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТ... http://elibrary.ru	раньше 2011	eLIBRARY.RU	2	3	
[115]	0,47%	0%	The associations among the dopamine ... https://frontiersin.org	13 Янв 2021	СМИ России и СНГ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

[116]	0,46%	0%	Способ немедикаментозной коррекц... http://findpatent.ru	25 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[117]	0,46%	0%	Диссертация на тему «К исследовани... https://dissercat.com	01 Мая 2021	Интернет Плюс*	0	3	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[118]	0,44%	0%	Brain-computer interface with somatos... https://frontiersin.org	10 Июн 2020	СМИ России и СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[119]	0,43%	0%	Успехи физиологических наук. 2017. Т... http://biblioclub.ru	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[120]	0,41%	0%	Когнитивные исследования: Сборник ... http://bibliorossica.com	25 Мая 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[121]	0,4%	0%	Gender Differences in Global Functional ... https://frontiersin.org	21 Мая 2020	СМИ России и СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[122]	0,39%	0,39%	ЭЭГ-МАРКЕРЫ ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТ... http://elibrary.ru	раньше 2011	Перефразирования по eLIBRARY.RU	1	1	
[123]	0,39%	0%	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКО... http://elibrary.ru	15 Фев 2018	Перефразирования по eLIBRARY.RU	0	1	
[124]	0,38%	0%	Reduced Prefrontal Cortex Activation in... https://frontiersin.org	20 Авг 2020	СМИ России и СНГ	0	4	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[125]	0,38%	0%	Синхронизация колебаний низкочаст... http://elibrary.ru	01 Янв 2016	eLIBRARY.RU	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[126]	0,36%	0%	Theta wave - Wikipedia https://translated.turbopages.org	07 Авг 2023	Интернет Плюс*	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[127]	0,35%	0%	NEUROPHYSIOLOGICAL DATA ANALYSI... http://freepatentsonline.com	08 Ноя 2016	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[128]	0,35%	0%	METHOD AND SYSTEM FOR WEIGHTED ... http://freepatentsonline.com	08 Ноя 2016	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[129]	0,34%	0%	Приказ Министерства здравоохранен... http://ivo.garant.ru	19 Ноя 2019	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[130]	0,34%	0%	Приказ Министерства здравоохранен... http://ivo.garant.ru	14 Дек 2019	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[131]	0,34%	0%	Современная экспериментальная пс... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[132]	0,34%	0%	Современная экспериментальная пс... http://bibliorossica.com	25 Мая 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[133]	0,34%	0%	Researchers studying the effects - PDF http://docplayer.net	05 Янв 2018	Перефразирования по Интернету (EN)	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[134]	0,33%	0%	Приказ Министерства здравоохранен... http://ivo.garant.ru	19 Фев 2018	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[135]	0,33%	0%	0016-99001.txt	26 Окт 2017	Кольцо вузов	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[136]	0,32%	0%	СОДЕРЖАНИЕ BDNF И КАТАЛАЗЫ В К...	21 Июл 2023	Модуль поиска "Эко-Вектор"	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[137]	0,3%	0%	Вейвлеты в нейродинамике и нейроф... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[138]	0,3%	0%	Постановление Девятого арбитражн... http://ivo.garant.ru	12 Сен 2022	СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[139]	0,3%	0%	ISBN9785922114981.txt	26 Окт 2017	Кольцо вузов	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[140]	0,29%	0%	Method and system for measuring and ... http://freepatentsonline.com	09 Ноя 2016	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[141]	0,29%	0%	Особенности мозгового кровотока у ... http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[142]	0,29%	0%	Диплом Ефимов А.Н..pdf	29 Мая 2023	Кольцо вузов	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[143]	0,29%	0%	grigoreva_a_r_vliyanie-transkranalnoy-...	19 Мая 2023	Кольцо вузов	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

[144]	0,29%	0%	Method and apparatus of biosignal spa... http://freepatentsonline.com	08 Ноя 2016	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[145]	0,27%	0,27%	Скачать PDF http://psychiatr.ru	29 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	1	1	
[146]	0,26%	0%	METHOD AND DEVICE FOR DETERMINI... http://freepatentsonline.com	09 Ноя 2016	Патенты СССР, РФ, СНГ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[147]	0,26%	0%	Когнитивные исследования: Сборник ... http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[148]	0,25%	0%	Особенности течения эпилепсии у де... http://dep.nlb.by	11 Ноя 2016	Диссертации НББ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[149]	0,24%	0%	Биоэлектрические токи большого мо... http://emll.ru	20 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[150]	0,24%	0%	Дети с проблемами в развитии http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[151]	0,23%	0%	Гигиена и санитария, № 3, 2015 http://studentlibrary.ru	19 Дек 2016	Медицина	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[152]	0,22%	0%	Психифизиологический подход к про... http://elibrary.ru	раньше 2011	Перефразирования по eLIBRARY.RU	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[153]	0,21%	0%	Диссертация http://ihna.ru	30 Янв 2017	Перефразирования по Интернету	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[154]	0,21%	0%	Принципы взаимодействий антропо-... http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[155]	0,2%	0%	Т. 22, № 5, сентябрь-октябрь http://emll.ru	21 Дек 2016	Медицина	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[156]	0,2%	0%	КОМПЛЕКСНОЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИ... http://elibrary.ru	14 Сен 2015	Перефразирования по eLIBRARY.RU	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[157]	0,19%	0%	Изменения показателей электроэнце... https://cyberleninka.ru	03 Дек 2020	Интернет Плюс*	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[158]	0,18%	0%	Клинико-нейрофизиологические и ге... http://diss.natlib.uz	12 Фев 2019	Коллекция НБУ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[159]	0,16%	0%	Мактабгача ёшдаги болаларда мия м... http://diss.natlib.uz	02 Сен 2014	Коллекция НБУ	0	2	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[160]	0,16%	0%	не указано	13 Янв 2022	Шаблонные фразы	0	3	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[161]	0,15%	0%	Т. 19, № 1 http://emll.ru	20 Дек 2016	Медицина	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[162]	0,12%	0%	Магическое мышление в норме и пр...	21 Ноя 2022	Модуль поиска "Эко-Вектор"	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[163]	0,1%	0%	Т. 18, № 3 http://emll.ru	20 Дек 2016	Медицина	0	1	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

«Электроэнцефалография: особенности получаемых данных и их потенциальное использование». Чижикова А.А. ФГБУ «ЦСП» ФМБА России

**Электроэнцефалография: особенности получаемых данных и их
потенциальное использование**

Чижикова А. А.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, ул. Погодинская, д. 10, стр. 1, 119121, Москва, Россия

*Автор, ответственный за контакты с редакцией – Чижикова Анна Александровна, аналитик отдела АиПМБРЗ ФГБУ «ЦСП» ФМБА России. 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 5сб. Телефон: 8(495)540-61-75 доб. 4581 AChizhikova@cspfmba.ru

Аннотация

В настоящее время отмечается интерес к расширению спектра диагностического и научного применения электроэнцефалографии (ЭЭГ). Это обуславливают присущие методу неинвазивность, доступность оборудования с широким спектром его модификаций для различных целей, возможность с высоким временным разрешением напрямую отслеживать динамику электрической активности мозга. Спектральный, когерентный и другие виды анализа получаемого сигнала предоставляют объемную информацию о его мощности, частотном распределении и пространственной организации, его самоподобии в динамике и подобии в разных отделах в момент времени. Развитие вычислительных технологий обеспечивает обработку получаемых при помощи ЭЭГ объемных данных и качественно новый уровень их анализа с использованием различных математических моделей.

В данном обзоре рассматривается место ЭЭГ в научных исследованиях, преимущества и недостатки метода, известная интерпретация получаемых данных и их физиологические и патологические корреляты. Предполагается определение комплексной связи параметров биоэлектрической активности мозга (БЭА) с различными функциональными и патологическими состояниями и их генетическими факторами. Рассматривается возможность использования характеристик ЭЭГ как биомаркеров различных физиологических и патологических состояний.

Ключевые слова

электроэнцефалография (ЭЭГ), биомаркеры, ЭЭГ-эндофенотипы, математический анализ, психоневрологические заболевания, генетика

Electroencephalography: features of the obtained data and its applicability

Abstract

Presently, there is an increased interest in expanding the range of diagnostic and scientific applications of electroencephalography (EEG). The method is attractive due to non-invasiveness, availability of equipment, and its ability to track the dynamics of brain electrical activity directly and with high temporal resolution. Mathematical analysis of the received data (spectral, coherency analysis etc.) provide great amount of information about power, frequency distribution, spatial organization of signal and its self-similarity or similarity at different parts of the cortex. The development of computing technologies and the use of various mathematical models provides an advanced processing and analysis of data obtained with EEG.

This review discusses benefits and limitations of using the EEG in scientific research, currently known interpretation of the obtained data and its physiological and pathological correlates. There is a possibility under discussion to determine a complex relationship of characteristics of brain electrical activity with various functional or pathological states and its genetic factors. Such a discovery would allow the use of EEG features as biomarkers (EEG endophenotypes) of these states.

Keywords.

electroencephalography (EEG), biomarkers, EEG endophenotypes, mathematical analysis, neuropsychiatric diseases, genetics

Преимущества и недостатки метода, особенности получаемых данных

Термин «электроэнцефалография (ЭЭГ)», принадлежит Г. Бергеру, который впервые зарегистрировал корковую активность мозга человека почти 100 лет назад, в 1924 году [1]. За прошедшее время инвазивный вариант методики был выделен как электрокортикография (ЭКоГ), а неинвазивная скальповая ЭЭГ стала распространенным и доступным методом функционального исследования головного мозга, востребованным как в клинической практике, так и в научных исследованиях. Сфера применения данного метода обусловлена сочетанием его сильных и слабых сторон. К последним относятся низкое пространственное разрешение и высокая зашумленность скальповой записи. Сильными же сторонами ЭЭГ являются отличное временное разрешение в несколько миллисекунд [2] и возможность регистрации непосредственно ритмической активности коры – результата сложно организованной синхронизации нейронных осцилляций. Получаемая информация включает множество характеристик: частоту, амплитуду, фазу, локализацию, связность активности в разных областях [2]. Паттерны, выделяемые в БЭА, определяются набором признаков: объективно измеряемых (например, частота, амплитуда, регулярность, продолжительность) и описательных, зависящих от взгляда эксперта (например, форма – аркообразная, заостренная и т.п.). Сложная организация этих наборов признаков и общая массивность данных электроэнцефалографии отличает их от относительно простых результатов функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) или функциональной ближней инфракрасной спектроскопии (фБИКС), которые опосредованно через оксигенацию гемоглобина отражают снижение или повышение уровня активности в какой-либо области мозга.

Для объективной оценки параметров БЭА используются различные математические методы. Спектральный анализ при помощи быстрого преобразования

Фурье (Fast Fourier Transform, FFT) позволяет представить кривые ЭЭГ в виде распределения амплитуды или мощности по шкале частот, что позволяет объективно определить доминирующую активность и ее параметры. Корреляционный и когерентный анализ позволяют сравнить активность в участках с разной локализацией, что применимо для оценки коннективности мозга. Автокорреляционная функция корреляционного анализа определяет самоподобие, повторяемость характеристик на одном участке, а кросскорреляционная – сходство по ним двух ближних (до нескольких сантиметров) или дальних (разные доли и полушария) участков. При когерентном анализе оцениваются ненаправленные функциональные связи ближних и дальних областей мозга по сходству их спектров мощности, фазной синхронизации пары сигналов [2], [3]. Это предполагает возможность исследования с помощью ЭЭГ функциональной коннективности мозга (ненаправленной фазной синхронизации БЭА областей), а косвенно и структурной (или синаптической) коннективности [2], [4].

Интерпретация характеристик и паттернов БЭА

Сон и каждая из его стадий достаточно подробно описаны со стороны биоэлектрической активности. Значительно более сложны разнообразные функциональные состояния бодрствования с высокой межиндивидуальной вариабельностью как их самих, так и их электрофизиологических проявлений. В общем виде у здорового взрослого человека выделяют пять основных частотных диапазонов: дельта (от 0,5-1 до 3-4 Гц), тета (от 3-4 до 7-8 Гц), альфа (от 8 до 12-13 Гц), бета (от 12-14 до 30-35 Гц), **28** гамма (от 30-35 до 40-45 Гц) [1], [2], [5], [6]. В разных источниках границы диапазонов могут немного отличаться, что обусловлено действительной вариабельностью в популяции до 1 Гц [7]. Нарастание активности в каждом из

диапазонов связывают с определенным набором функциональных состояний. Так, повышение доли альфа-активности в ритмике считается характерным для расслабленного бодрствования, обычно с закрытыми, а при выраженном расслаблении – и с открытыми глазами; уровень тета-активности повышается при сонливости, медитации. Быстрые бета- и гамма-ритмы считаются характерными для когнитивной нагрузки, повышенного внимания, волнения, настороженности. Наиболее медленные, дельта-волны у здорового взрослого человека обычно не выражены в бодрствовании и встречаются при глубоком сне.

Указанные соответствия достаточно обобщенные и содержат большое число исключений. Например, рост «расслабленного» альфа-ритма может наблюдаться в условиях эмоциональной активации, а для его верхнего поддиапазона показана сложная связь с бдительностью: активность этих альфа-частот нарастает при постоянном ненаправленном внимании и снижается при направленном [8]–[10]. Предполагается, что альфа-активность играет роль в переключении внимания между внешним и внутренним локусами и блокировке нерелевантной информации, актуализации тормозящих таламических влияний [2], [11].

Неоднозначны и данные об остальных частотных диапазонах. Так, определена ассоциация «дремотной» тета-активности с ориентировкой в пространстве и процессами памяти (это подтверждает связь данного диапазона с гиппокампом [2]). Известна связь тета-ритма медиальных префронтальных зон как с измененным состоянием сознания при медитации, так и с решением сложных когнитивных задач, преодолением стрессовых ситуаций, активным сдерживанием реакции [12]–[14]. Волны дельта-диапазона, встреченные в бодрствовании, могут быть связаны как с патологическими изменениями ткани мозга, так и со сложными интегрирующими функциями коры, с речью [2], [11]–

[13]. Наиболее высокочастотная гамма-активность характерна для состояния выраженной психомоторной активации, однако отмечались различия по полушариям: в правом височном отделе она нарастает при позитивной валентности стимула, а в левом височном и теменном – при негативной [15], [16].

114

Такое рассмотрение целых диапазонов частот как таковых ведет к значительному упрощению и, как следствие, – противоречиям. Потому исследователи обращаются к конкретным видам и паттернам биоэлектрической активности, отличающимся не только частотными, но и амплитудными, пространственными и иными характеристиками. Хорошо изученными являются паттерны альфа-диапазона, также называемые альфа-подобными или альфа-эквивалентами по причине внешнего и функционального сходства с затылочным основным ритмом (чаще называемым просто «альфа-ритм»). Паттерны данной группы отмечаются в различных отделах коры в покое и реагируют депрессией (угнетением) на соответствующую своему участку деятельность. Таким образом, альфа-эквиваленты могут считаться обратозависимым индексом функциональной активности коры, и обычно именно на них изучаются вызванные синхронизация и десинхронизация (event-related synchronization and desynchronization, ERS and ERD) [17]–[19].

Наиболее это заметно на примере основного ритма в затылочных отведениях и сенсомоторного мю-ритма (СМР) в центральных. Так, основной затылочный альфа-ритм регистрируется над зрительной корой в отсутствие визуальной стимуляции (при закрывании глаз и расслаблении) и подавляется открыванием глаз, активной визуализацией, умственным напряжением. Аналогичным образом проявляет себя менее заметный тау-ритм височных отделов, сложно связанный со счетом и с зависимым от новизны стимула восприятием звуков и речи [12], [18]–[22]. Депрессию мю-ритма над сенсомоторной корой вызывает произвольное, рефлекторное, воображаемое движение

контрлатеральных конечностей, и даже наблюдение такового у другого человека [12], [23]. Помимо того, мю-ритм связан с функцией речи и зависит от ее эмоциональной окраски [24], [25]. Интересно, что аналогично десинхронизируется над моторной корой и активность нижнего бета-диапазона, однако ее восстановление происходит раньше, нежели восстановление мю-ритма [26]. Это согласуется с предположением, что активному исполнению функции участка коры соответствует подавление «средних», то есть альфа- и бета-частот, и нарастание «крайних», то есть низких дельта-, тета- и высоких гамма-частот [2], [27]. При этом медленная и быстрая ритмическая активность могут вместе вовлекаться в выполнение одной задачи: так, с распознаванием слов и процессами кратковременной памяти в префронтальной коре ассоциированы синхронизированные по фазе тета- и гамма-активность [28, с.], [29].

Связь между активностью корковых зон и альфа-паттернами в них подтверждается исследованиями с использованием фМРТ и позитрон-эмиссионной томографии (ПЭТ). Показано снижение гемодинамики в областях локального нарастания альфа-активности; снижение мощности альфа-колебаний при повышении общего уровня мозговой активности, и наоборот [27], [30]–[32]. Несмотря на интерес к альфа-паттернам и их достаточно хорошую изученность, мнения об их роли различны: ритмы ли это «холостого хода», отсутствия деятельности, или, напротив, это активное подавление нерелевантной стимуляции [11], [18].

Не любая активность альфа-диапазона является классическим альфа-эквивалентом, подверженным типичным для них закономерностям: так, каппа-ритм возникает в височных и лобно-височных отделах при активной умственной работе, в то время как основной ритм подавляется в соответствии со стандартной реакцией альфа-эквивалентов на активацию; порой заходящие в альфа-диапазон затылочные лямбда-

волны регистрируются при активной работе зрительного анализатора [11], [12], [33], [34]. И как не всякая активность в пределах 8-13 Гц является альфа-эквивалентом, так и альфа-эквиваленты могут, сохраняя большинство своих характеристик, отличаться аномальной частотой. Это может быть как небольшое отклонение в пределах 1-2 Гц, приводящее к переходу в нижний бета- или верхний тета-диапазон, так и вдвое ускоренный или замедленный вариант ритма (верхние и нижние гармоники). Примечательно, что быстрые варианты основного затылочного ритма (fast-alpha), сенсомоторного мю-ритма (мю-бета), отличающиеся частотой вдвое выше стандартной, функционально соответствуют своим нормальным вариантам [12], [35].

Учитывая перечисленные сложные зависимости, затруднительно даже в пределах одного частотного диапазона выделить однозначные и универсальные закономерности динамики ЭЭГ и ее интерпретации при разных состояниях и выполняемых задачах. Если грубые нарушения при эпилептиформной активности, органических изменениях, трактуются достаточно однозначно, то большое число отклонений от нормы в электроэнцефалограмме рассматриваются в контексте индивидуальных параметров биоэлектрической активности, их динамики, анамнеза и текущего состояния пациента.

Высокая межиндивидуальная вариативность параметров ЭЭГ приводит к значительному числу исключений в выделенных закономерностях и правилах интерпретации. Эти различия и вытекающие из них противоречия можно объяснить индивидуальностью нейронных связей в мозге, формирующихся и меняющихся в ходе процессов нейропластичности и нейродегенерации под воздействием уникального набора факторов. С учетом этого, универсализация трактовки характеристик биоэлектрической активности коры все еще представляется сложновыполнимой задачей.

Возможности расширения сферы применения ЭЭГ

В клинической практике высока стандартизация метода, а искомые патологические признаки более универсальны, что позволяет диагностической ЭЭГ применяться в эпилептологии, сомнологии, отделениях реанимации и интенсивной терапии. В исследовательской же среде существует проблема недостаточной стандартизации проведения и анализа ЭЭГ: используется разное количество электродов, разные схемы их расположения и монтажа; нет единства в критериях качества записи, подходах к устранению артефактов, работе с «плохими электродами»; отличаются регистрируемые функциональные состояния, выбор участков анализа.

Наращивание вычислительных мощностей способствует использованию ЭЭГ в разработке новых оценочных подходов в науке и диагностике: анализ больших данных способен выявить неочевидные закономерности, а автоматизированная обработка – устранить проблему методологических различий в работе с артефактами и выборе эпох. С помощью математического анализа и машинного обучения из данных о частотно-амплитудных характеристиках и когерентности ЭЭГ могут быть выделены наиболее значимые и повторяющиеся особенности БЭА, характерные для представителей с разным когнитивным и эмоционально-личностным профилем, наличием или отсутствием заболеваний и предрасположенности к ним.

Такие ЭЭГ-характеристики, для которых выявляется устойчивая связь с каким-либо признаком или состоянием, считаются ЭЭГ-эндофенотипом, ЭЭГ-биомаркером этого признака или состояния. Использование таких маркеров привлекательно тем, что основывается на факте устойчивой ассоциации и не требует обязательного разрешения сложного вопроса интерпретации феноменов ЭЭГ [36]–[38]. Методы математического анализа и машинного обучения обеспечивают применение такого подхода к ЭЭГ как в

диагностике (например, тревожно-депрессивных расстройств [39], [40]), так и в уточнении разновидностей заболевания (например, униполярной или биполярной депрессии [41]), в прогнозировании и оценке результатов лечения [42], [43]. Нейронные сети-классификаторы способны с помощью анализа ЭЭГ объективизировать подходы в психологии и психиатрии, повысить точность диагностики заболеваний [44]. Так, для расстройств аутистического спектра (РАС) разработаны потенциально прикладные классификаторы, по параметрам ЭЭГ разделяющие больных аутизмом и синдромом Аспергера [45], больных аутизмом и здоровых [46]. Американская нейропсихиатрическая ассоциация оценивает чувствительность и специфичность количественного анализа ЭЭГ для выявления депрессии в 72-93% и 75-88% соответственно, а Американская академия неврологии рекомендует эти методы как дополнительный инструмент для выявления больных шизофренией, депрессией, биполярными расстройствами [47], алкоголизмом. Последний хорошо изучен со стороны электрофизиологии, известен наследуемый ЭЭГ-маркер алкоголизма: увеличение мощности в верхнем альфа- и бета-диапазоне [48, с.], [49]–[51].

В качестве ЭЭГ-маркера шизофрении рассматривается снижение амплитуды колебаний в Р3-отведении [52]. Наличие этого признака и у здоровых родственников больных людей позволяет считать его именно предиктором развития заболевания, а не маркером уже свершившихся нарушений [38]. В то же время, низкая амплитуда в Р3 отведении также характерна и для уже упоминавшегося алкоголизма [53], и, в меньшей степени, для других психических расстройств.

Для больных с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) наиболее типичным и заметным отклонением в ЭЭГ является повышение в передних отведениях мощности в тета-диапазоне и соотношения тета/бета-активность [54], [55].

Этот признак согласуется с характерной для СДВГ недостаточностью функции лобных долей: ритмика тета-диапазона обычно ассоциирована со снижением уровня бодрствования и дремотой, и ее повышение в передних отделах может интерпретироваться как недостижение ими адекватного уровня активности [56]–[59]. Учитывая также факт, что наследуемость тета-мощности оценивается как средняя или высокая, можно предположить общие генетические основы заболевания и его ЭЭГ-эндофенотипа, [60]–[62] и считать повышение тета-мощности генетически обоснованным биомаркером СДВГ [63], [64].

Для депрессий, в том числе большого депрессивного расстройства, известны такие маркеры, как повышение мощности в бета-диапазоне и лобная (фронтальная) асимметрия альфа-активности [65]–[67]. Последняя интересна своей связью одновременно с генетическим субстратом и с фенотипическими проявлениями [68]. На выборке 732 близнецов и их неблизнецовых сиблингов была определена наследуемость (доля вклада генетических факторов) фронтальной асимметрии: она была выше в более юном возрасте и сильнее связана с тревогой и депрессией у участниц женского пола [69], для которых из более ранней работы также известна наследуемость фронтальной асимметрии около 31-33% [70]. Стоит отметить, что фронтальная альфа-асимметрия связана не с наличием, а с риском возникновения депрессивного состояния [71], что позволяет рассматривать ее именно как предиктор. Объяснить выявленную ассоциацию может представление о связи лобных отделов левого полушария с мотивационной системой приближения, а правого – с системой избегания [72].

С фронтальной альфа-асимметрией связана и повышенная вероятность развития тревожных расстройств [73]–[75]. ЭЭГ-признаки, схожие с таковыми при депрессивных нарушениях, отмечаются при высокой личностной тревожности: правополушарное

снижение тета-коннективности медиальной префронтальной и задней цингулярной/ретроспленальной коры, правополушарное снижение бета-коннективности медиальной префронтальной и передней цингулярной коры [76]. Сходство в особенностях БЭА согласуется с коморбидностью тревоги и депрессии и с разделением ими общих генетических основ [77], [78]. Однако большинство ЭЭГ-маркеров тревожно-депрессивных расстройств не обладают достаточной чувствительностью и специфичностью. Указывается на повышение бета-активности в передних либо в задних регионах коры, и в то же время – на нарастание альфа- или гамма-активности в передних отделах мозга [79]–[82]. Отмечается как снижение мощности медленноволновой активности в лобных отведениях, так и ее возрастание в теменно-затылочных отделах либо в правом полушарии [79], [80], [83]. Характерное для депрессивных расстройств снижение межполушарной когерентности выражено преимущественно у мужчин [67], [84], в то время как у женщин отмечается снижение когерентности в альфа-диапазоне в височно-теменных отведениях (около 12%) и ее повышение в лобно-височных (около 20%) [85]. При этом и напрямую с негативными эмоциями ассоциировано как повышение когерентности [86]–[88], так и ее снижение [89] (по позитивным эмоциям данные более однозначны: характерен рост когерентности преимущественно в лобных отведениях [86], [87], [90]). Часть этих различий и противоречий в электрофизиологических признаках тревожно-депрессивных расстройств потенциально решается выделением узких ЭЭГ-эндофенотипов для разных видов заболевания и его течения [72]. Например, картина БЭА может различаться в зависимости от симптоматики депрессии: при рекуррентном депрессивном расстройстве снижение усредненного показателя когерентности наименее выражено при доминирующем тревожном аффекте, выражено в большей степени – при тоскливом, а наиболее – при апатических состояниях [91].

Связанные с БЭА генетические факторы

Будучи сформированными у взрослого человека, характеристики БЭА считаются высокоиндивидуальным и достаточно стабильным на протяжении жизни набором признаков (ретестовая надежность около 0,8), в значительной части обладающим генетической вариативностью [92], [93]. Последнее не удивляет: до 30% всего генома экспрессируется в мозге [94], [95]. Под совокупным воздействием внутренних и внешних факторов (обучения, образа жизни, патологических состояний) происходит селективное устранение нерелевантных синапсов, усиление релевантных, формируется индивидуальная система нейронных связей. Пути влияния генетических факторов на итоговые характеристики ЭЭГ могут быть опосредованными, например, через изменение морфологических параметров черепа и скальпа [96]–[98], или прямыми: через центральные пейсмейкеры медленно-волновой активности в септальной области, таламо-кортикальные и кортико-кортикальные генераторы альфа-активности [99], [100], через изменение количества пирамидных нейронов, числа и направления связей между ними [60]. Влияние генов осуществляется через разные нейронные цепи и нейротрансмиттерные системы [62]: холинергические (связанные с дельта- и тета-активностью [100]), ГАМКергические (связанные с бета-активностью [101]), дофаминергические.

Уже в ранние годы электроэнцефалографии было отмечено большее сходство кривых ЭЭГ у монозиготных близнецов, нежели у дизиготных [102]–[104]. Наиболее изменчивым под влиянием внешних факторов является дельта-диапазон; бета-активность несколько менее изменчива, а ритмика тета- и альфа-частот наиболее неизменна [60], [61]. Наследуемость по альфа-, тета- и бета-диапазнам оценивается как

86-96%, 80-90%, 70-82%, соответственно, при этом бета-активность тем менее наследуема, чем выше ее частота [60], [62], [105]. На детских выборках были получены аналогичные результаты [106].

Наследуемость определяется не только для мощности, но и для других параметров БЭА. Так, доминирующая частота альфа-ритма обеспечивается генетическим вкладом на 71-83% [107], [108]. Наследственные факторы имеют большее влияние в затылочных отделах мозга; в лобных вклад средовых факторов выше, а наследуемость носит сложный диапазон-зависимый характер и преимущественно выражена для бета-диапазона [62].

По сравнению с частотно-амплитудными характеристиками, коннективность мозга менее подвержена генетическим влияниям и сильнее зависит от истории жизни с уникальным набором факторов. На 5-летних близнецах была показана наследуемость когерентности 37-71% в зависимости от локализации и взаимной удаленности электродов [3], [109]. Похожие результаты были получены на близнецах более старшего возраста (16 лет), у которых наследуемость когерентности в дельта-, тета-, альфа- и бета-диапазонах ² составила 76%, 89%, 89% и 86%, соответственно, а в среднем по всем комбинациям электродов и диапазонам частот – 58%. Примечательно, что в этих исследованиях, проведенных одной группой, у шестнадцатилетних близнецов наименее наследуемой была длиннодистантная фронто-окципитальная когерентность (дельта-диапазон), а наиболее наследуемой – короткодистантная фронто-фронтальная (альфа-диапазон); у пятилетних же – наоборот.

Современные методы позволяют определить связь различных патологических и физиологических особенностей и типичных для них характеристик БЭА с конкретными генами-кандидатами и их полиморфизмами. Эту задачу несколько усложняют

мультигенность наследования и плейотропия генов. Так, для ассоциированных с шизофренией полиморфизмов rs3800779 KCNH2 (ген быстро активирующихся калиевых каналов) и rs1006737 CACNA1C (ген субъединицы альфа-1 потенциалзависимого кальциевого канала Cav1.2) определена связь с изменениями когерентности ЭЭГ в ответ на стимул [110]. С ранее уже упомянутым ЭЭГ-эндофенотипом СДВГ (повышение мощности тета-активности в лобных отделах) ассоциирован DRD4 7-repeat – 7-повторный аллель гена дофаминового рецептора 4 типа [111]. Такие ЭЭГ-признаки, как повышение локальной синхронизации по альфа- и бета-диапазонам, замедление альфа-ритма и снижение его мощности в диапазоне 11-13 Гц, связаны с ApoE (аллель ε4 гена аполипопротеина E) и полиморфизмом rs1360780 FKBP5 (гена ко-шаперонного белка). В этой ассоциации интересно, что генетический субстрат (ApoE и rs1360780 FKBP5) связан с тревожно-депрессивными расстройствами [77], [78], а ЭЭГ-признаки характерны для болезни Альцгеймера и когнитивных нарушений [112], [113].

Комплексные ассоциации известны не только для патологий, но и для вариантов нормы: например, для изменчивости эмоционального интеллекта показана связь с изменениями симметрии альфа- и тета-синхронизации на ЭЭГ и полиморфизмом генов COMT (катехол-*o*-моноаминтрансферазы), DRD2 (дофаминового рецептора второго типа), BDNF (ростового фактора головного мозга) [114]–[120].

Заключение и выводы

В настоящем обзоре рассмотрены преимущества и недостатки электроэнцефалографии, сложность интерпретации получаемых с ее помощью данных и возможности расширения сферы их использования. Последнему в значительной степени способствует развитие вычислительных технологий и, в частности, методов машинного обучения. Это позволяет даже при сохраняющихся проблемах интерпретации выявлять и использовать ЭЭГ-эндотипы как биомаркеры различных вариантов нормы и патологических состояний.

Представленная работа не содержит конфликта интересов.

Информация об авторах

Чижикова Анна Александровна – аналитик отдела анализа и прогнозирования медико-биологических рисков здоровью ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, Москва, Россия.

Вклад автора: создание концепции статьи, курирование и анализ данных.

Information about the authors

Chizhikova Anna Aleksandrovna – analyst of Department of analysis and forecasting of medical and biological risks to health of Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, Russia. Author contribution: article concept development, research and data analysis.

Список источников

- [1] Libenson M.H. Practical approach to electroencephalography. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier, 2010.
- [2] Sauseng P., Klimesch W. What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2008; 32(5): 1001–1013. PMID: 18499256 DOI: 10.1016/j.neubiorev.2008.03.014
- [3] van Baal G. C. M., de Geus E. J. C., Boomsma D. I. Genetic Influences on EEG Coherence in 5-Year-Old Twins. *Behavior Genetics*, 1998; 28 (1): 9–19. PMID: 9573642 DOI: 10.1023/a:1021400613723
- [4] CMI Brain Research - Коннективность мозга. CMI Brain Research. <https://cmi.to/коннективность-мозга/>
- [5] Chen A. C. N., Feng W., Zhao H. et al. EEG default mode network in the human brain: Spectral regional field powers. *NeuroImage*, 2008; 41(2): 561–574. PMID: 18403217 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.12.064
- [6] Lee J.-Y., Choi C.-H., Park M. et al. Enhanced resting-state EEG source functional connectivity within the default mode and reward-salience networks in internet gaming disorder. *Psychol. Med.* 2022; 52(11): 2189–2197. PMID: 35193713 PMCID: PMC9386438 DOI: 10.1017/S0033291722000137
- [7] Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Reviews*, 1999; 29(2–3): 169–195. PMID: 10209231 DOI: 10.1016/s0165-0173(98)00056-3

- [8] Cooper N. R., Croft R. J., Dominey S. J. J. et al. Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. *International Journal of Psychophysiology*, 2003; 47(1): 65–74. PMID: 12543447 DOI: 10.1016/s0167-8760(02)00107-1
- [9] Aeschbach D., Matthews J. R., Postolache T. T. et al. Two circadian rhythms in the human electroencephalogram during wakefulness. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 1999; 277(6): R1771–R1779. PMID: 10600925 DOI: 10.1152/ajpregu.1999.277.6.R1771
- [10] Sadaghiani S., Scheeringa R., Lehongre K. et al. Intrinsic Connectivity Networks, Alpha Oscillations, and Tonic Alertness: A Simultaneous Electroencephalography/Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Journal of Neuroscience*, 2010; 30(30): 10243–10250. PMID: 20668207 PMCID: PMC6633365 DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1004-10.2010
- [11] Долецкий А.Н., Докучаев Д.А., Лата А.А. Трансформация взглядов на механизм генерации и физиологическую интерпретацию альфа-ритма ЭЭГ. *Волгоградский научно-медицинский журнал*, 2019; 1: 14–19.
- [12] CMI Brain Research - Ритмы ЭЭГ. <https://cmi.to/ритмы-ээг/>
- [13] Aftanas L. I., Golocheikine S. A., Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience Letters*, 2001; 310(1): 57–60. PMID: 11524157 DOI: 10.1016/s0304-3940(01)02094-8

- [14] Mitchell D. J., McNaughton N., Flanagan D., Kirk I. J. Frontal-midline theta from the perspective of hippocampal “theta”. *Progress in Neurobiology*, 2008; 86(3): 156–185. PMID: 18824212 DOI: 10.1016/j.pneurobio.2008.09.005 ³²
- [15] Gemignani A., Santarcangelo E., Sebastiani L. et al. Changes in autonomic and EEG patterns induced by hypnotic imagination of aversive stimuli in man. *Brain Research Bulletin*, 2000; 53(1): 105–111. PMID: 11033214 DOI: 10.1016/s0361-9230(00)00314-2 ²
- [16] Oathes D.J., Ray W. J., Yamasaki A. S. et al. Worry, generalized anxiety disorder, and emotion: Evidence from the EEG gamma band. *Biological Psychology*, 2008; 79(2): 165–170. PMID: 18499328 PMCID: PMC2597009 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2008.04.005 ² ¹⁶
- [17] CMI Brain Research - Десинхронизация. CMI Brain Research.
<https://cmi.to/десинхронизация/>
- [18] Klimesch W. Auditorily elicited EEG desynchronization and synchronization: A review of Christina M. Krause’s doctoral thesis. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1999; 40(4): 329–331. DOI:10.1111/1467-9450.00133
- [19] Niedermeyer E. Alpha rhythms as physiological and abnormal phenomena. *International Journal of Psychophysiology*, 1997; 26(1–3): 31–49. PMID: 9202993 DOI: 10.1016/s0167-8760(97)00754-x ²⁰
- [20] Bernadine C., Graham J., Ian E. To Mu is to Move, to Tau is to Understand: a Possible Functional Role for Lower Alpha Oscillations in Human Speech Perception. *Front. Hum. Neurosci.*, 2015; 9. DOI:10.3389/conf.fnhum.2015.217.00133

- [21] Weisz N., Obleser J. Synchronisation signatures in the listening brain: A perspective from non-invasive neuroelectrophysiology. *Hearing Research*, 2014; 307: 16–28. PMID: 23895875 DOI: 10.1016/j.heares.2013.07.009
- [22] Yokosawa K., Murakami Y., Sato H. Appearance and modulation of a reactive temporal-lobe 8–10-Hz tau-rhythm. *Neuroscience Research*, 2020; 150: 44–50. PMID: 30768949 DOI: 10.1016/j.neures.2019.02.002
- [23] Debnath R., Salo V. C., Buzzell G. A. et al. Mu rhythm desynchronization is specific to action execution and observation: Evidence from time-frequency and connectivity analysis. *NeuroImage*, 2019; 184: 496–507. PMID: 30248457 PMCID: PMC6261430 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2018.09.053
- [24] Saltuklaroglu T., Bowers A., Harkrider A.W. et al. EEG mu rhythms: Rich sources of sensorimotor information in speech processing. *Brain and Language*, 2018; 187: 41–61. PMID: 30509381 DOI: 10.1016/j.bandl.2018.09.005
- [25] Пономарев Д. Изучение электрической активности мозга и ее локализации при наблюдении за произнесением, произнесении и мысленном произнесении слов. Выпускная квалификационная работа бакалавра, Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ), Томск, 2021.
- [26] Pfurtscheller G., Neuper C. Motor imagery and direct brain-computer communication. *Proc. IEEE*, 2001; 89(7): 1123–1134. DOI:10.1109/5.939829
- [27] Scheeringa R., Fries P., Petersson K.-M. et al. Neuronal Dynamics Underlying High- and Low-Frequency EEG Oscillations Contribute Independently to the Human BOLD

Signal. Neuron, 2011; 69(3): 572–583. PMID: 21315266 DOI: 10.1016/j.neuron.2010.11.044.

[28] Schack B., Vath N., Petsche H. et al. Phase-coupling of theta-gamma EEG rhythms during short-term memory processing. *Int J Psychophysiol*, 2002; 44(2): 143–163. PMID: 11909647 DOI: 10.1016/s0167-8760(01)00199-4

[29] Sauseng P., Klimesch W., Heise K.F. et al. Brain oscillatory substrates of visual short-term memory capacity. *Curr Biol*, 2009; 19(21): 1846–1852. PMID: 19913428 DOI: 10.1016/j.cub.2009.08.062

[30] Kostandov E. A., Cheremushkin E. A. The spatial synchronization and power of the alpha and theta rhythm after Go/NoGo signals. *Hum Physiol*, 2014; 40(6): 642–648. DOI: 10.1134/S0362119714050065.

[31] Данилова Н.Н. Психофизиология. Москва: Аспект Пресс, 2001.

[32] Ушаков В.Л., Верхлютов В.М., Соколов П.А. и др. Активация структур мозга по данным фМРТ при просмотре видеосюжетов и припоминании показанных действий. *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*, 2011, 61(5): 553-564.

[33] Александров Ю.И. (ред.), Психофизиология: Учебник для вузов, 2-е-е, доп. и перераб. изд. Санкт-Петербург: ЗАО Издательский дом "Питер", 2003.

[34] Бушов Ю.В. и Светлик М.В. Зеркальные нейроны и их функции. Томск: Издательский дом Томского государственного университета, 2018.

- [35] Démas J., Bourguignon M., Périvier M. et al. Mu rhythm: State of the art with special focus on cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2020; 63(5): 439–446. PMID: 31299375 DOI: 10.1016/j.rehab.2019.06.007
- [36] CMI Brain Research - Эндофенотипы. <https://cmi.to/эндофенотипы/>
- [37] de Geus E. J. C. Introducing genetic psychophysiology. *Biological Psychology*, 2002; 61(1–2): 1–10. PMID: 12385666 DOI: 10.1016/s0301-0511(02)00049-2
- [38] de Geus E. J. From genotype to EEG endophenotype: a route for post-genomic understanding of complex psychiatric disease? *Genome Med*, 2010; 2(9): 63. PMID: 20828426 PMCID: PMC3092114 DOI: 10.1186/gm184
- [39] Zhang Y., Wang K., Wei Y. et al. Minimal EEG channel selection for depression detection with connectivity features during sleep. *Comput Biol Med*, 2022; 147: 105690. PMID: 35687927 DOI: 10.1016/j.combiomed.2022.105690
- [40] Muhammad F., Al-Ahmadi S. Human state anxiety classification framework using EEG signals in response to exposure therapy. *PLoS One*, 2022; 17(3): e0265679. PMID: 35303027 PMCID: PMC8932601 DOI: 10.1371/journal.pone.0265679
- [41] Лапин И. А., Митрофанов А. А. Использование математического анализа ЭЭГ для дифференциальной диагностики биполярных и униполярных депрессий (на примере дискриминантного анализа показателей спектральной мощности, когерентности и межполушарной асимметрии). *Социальная и клиническая психиатрия*, 2017; 27(2): 69–74.

- [42] Hunter A. M., Cook I. A., Leuchter A. F., The promise of the quantitative electroencephalogram as a predictor of antidepressant treatment outcomes in major depressive disorder. Psychiatr Clin North Am, 2007; 30(1): 105–124. PMID: 17362807 DOI: 10.1016/j.psc.2006.12.002
- [43] Spronk D., Arns M., Bootsma A. et al. Long-term effects of left frontal rTMS on EEG and ERPs in patients with depression. Clin EEG Neurosci, 2008; 39(3): 118–124. PMID: 18751560 DOI: 10.1177/155005940803900305
- [44] Luján M.Á., Sotos J.M., Santos J.L., Borja A.L. Accurate Neural Network Classification Model for Schizophrenia Disease Based on Electroencephalogram Data. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 2022; 14: 861–872. DOI: 10.1007/s13042-022-01668-7
- [45] Duffy F. H., Als H. Autism, spectrum or clusters? An EEG coherence study. BMC Neurol, 2019; 19(1): 27. PMID: 30764794 PMCID: PMC6375153 DOI: 10.1186/s12883-019-1254-1
- [46] Baygin M., Dogan S., Tuncer T. et al. Automated ASD detection using hybrid deep lightweight features extracted from EEG signals. Computers in Biology and Medicine, 2021; 134: 104548. PMID: 34119923 DOI: 10.1016/j.combiomed.2021.104548
- [47] Coburn K. L., Lauterbach E. C., Boutros N. N. et al. The Value of Quantitative Electroencephalography in Clinical Psychiatry: A Report by the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. JNP, 2006; 18(4): 460–500. PMID: 17135374 DOI: 10.1176/jnp.2006.18.4.460

- [48] Rangaswamy M., Porjesz B., Chorlian D.B. et al. Beta power in the EEG of alcoholics. *Biological Psychiatry*, 2002; 52(8): 831–842. PMID: 12372655 DOI: 10.1016/s0006-3223(02)01362-8
- [49] Rangaswamy M., Porjesz B., Chorlian D.B. et al. Resting EEG in offspring of male alcoholics: beta frequencies. *International Journal of Psychophysiology*, 2004; 51(3): 239–251. PMID: 14962576 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2003.09.003 ¹
- [50] Vogel F. *Genetics and the Electroencephalogram*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2000. DOI: 10.1007/978-3-642-57040-7.
- [51] Porjesz B., Rangaswamy M., Kamarajan C. et al. The utility of neurophysiological markers in the study of alcoholism. *Clinical Neurophysiology*, 2005; 116(5): 993–1018. PMID: 15826840 DOI: 10.1016/j.clinph.2004.12.016 ¹⁰
- [52] Turetsky B. I., Calkins M. E., Light G. A. et al. Neurophysiological endophenotypes of schizophrenia: the viability of selected candidate measures. *Schizophr Bull*, 2007; 33(1): 69–94. PMID: 17135482 PMCID: PMC2632291 DOI: 10.1093/schbul/sbl060
- [53] Perlman G., Johnson W., Iacono W. G. The heritability of P300 amplitude in 18-year-olds is robust to adolescent alcohol use. *Psychophysiology*, 2009; 46(5): 962–969. PMID: 19558402 PMCID: PMC2892841 DOI: 10.1111/j.1469-8986.2009.00850.x
- [54] Clarke A. R., Barry R. J., McCarthy R., Selikowitz M. EEG-defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin Neurophysiol*, 2001; 112(11): 2098–2105. PMID: 11682348 DOI: 10.1016/s1388-2457(01)00668-x ⁸

- [55] Bresnahan S. M., Barry R. J. Specificity of quantitative EEG analysis in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Res*, 2002; 112(2): 133–144. PMID: 12429359 DOI: 10.1016/s0165-1781(02)00190-7 ²⁵
- [56] Tye C., Rijdsdijk F., McLoughlin G. Genetic overlap between ADHD symptoms and EEG theta power. *Brain and Cognition*, 2014; 87: 168–172. PMID: 24752036 DOI: 10.1016/j.bandc.2014.03.010 ²⁵
- [57] Barry R. J., Clarke A. R., Johnstone S. J. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clin Neurophysiol*, 2003; 114(2): 171–183. PMID: 12559224 DOI: 10.1016/s1388-2457(02)00362-0
- [58] Rubia K., Overmeyer S, Taylor E. et al. Hypofrontality in attention deficit hyperactivity disorder during higher-order motor control: a study with functional MRI. *Am J Psychiatry*, 1999; 156(6): 891–896. PMID: 10360128 DOI: 10.1176/ajp.156.6.891 ¹ ⁴¹
- [59] Zang Y.-F., Jin Z., Weng X.C. et al. Functional MRI in attention-deficit hyperactivity disorder: evidence for hypofrontality. *Brain Dev*, 2005; 27(8): 544–550. PMID: 15876503 DOI: 10.1016/j.braindev.2004.11.009 ⁶⁴ ⁴⁶
- [60] Smit D. J. A., Posthuma D., Boomsma D. I., Geus E. J. C. Heritability of background EEG across the power spectrum. *Psychophysiology*, 2005; 42(6): 691–697. PMID: 16364064 DOI: 10.1111/j.1469-8986.2005.00352.x
- [61] van Beijsterveldt C. E., Molenaar P. C., de Geus E. J., Boomsma D. I. Heritability of human brain functioning as assessed by electroencephalography. *Am J Hum Genet*, 1996; 58(3): 562–573. PMID: 8644716 PMCID: PMC1914558 ¹ ¹

- [62] Zietsch B. P., Hansen J. L., Hansell N. K. et al. Common and specific genetic influences on EEG power bands delta, theta, alpha, and beta. *Biological Psychology*, 2007; 75(2): 154–164. PMID: 17316957 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2007.01.004 11
- [63] Quintana H., Snyder S. M., Purnell W. et al. Comparison of a standard psychiatric evaluation to rating scales and EEG in the differential diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry Res*, 2007; 152(2–3): 211–222. PMID: 17451810 DOI: 10.1016/j.psychres.2006.04.015 38
- [64] Snyder S. M., Quintana H., Sexson S. B. et al. Blinded, multi-center validation of EEG and rating scales in identifying ADHD within a clinical sample. *Psychiatry Res*, 2008; 159(3): 346–358. PMID: 18423617 DOI: 10.1016/j.psychres.2007.05.006 25
- [65] Bruder G. E., Tenke C.E., Warner V. et al. Electroencephalographic measures of regional hemispheric activity in offspring at risk for depressive disorders. *Biol Psychiatry*, 2005; 57(4): 328–335. PMID: 15705347 DOI: 10.1016/j.biopsych.2004.11.015 10 55
- [66] Изнак А. Ф., Смулевич А. Б. (ред.), *Современные представления о нейрофизиологических основах депрессивных расстройств. в Депрессия и коморбидные расстройства*, Москва: РАМН НЦПЗ, 1997; 166–179. 2 2
- [67] Knott V., Mahoney C., Kennedy S., Evans K. EEG power, frequency, asymmetry and coherence in male depression. *Psychiatry Res*, 2001; 106(2): 123–140. PMID: 11306251 DOI: 10.1016/s0925-4927(00)00080-9 1
- [68] Javelle F., Löw A., Bloch W. Unraveling the Contribution of Serotonergic Polymorphisms, Prefrontal Alpha Asymmetry, and Individual Alpha Peak Frequency to

the Emotion-Related Impulsivity Endophenotype. *Mol Neurobiol*, 2022; 59(10): 6062–6075. PMID: 35854179 PMCID: PMC9463349 DOI: 10.1007/s12035-022-02957-6

- [69] Smit D. J. A., Posthuma D., Boomsma D. I., De Geus E. J. C. The relation between frontal EEG asymmetry and the risk for anxiety and depression. *Biological Psychology*, 2007; 74(1): 26–33. PMID: 16875773 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2006.06.002 ¹
- [70] Anokhin A. P., Heath A. C., Myers E. Genetic and environmental influences on frontal EEG asymmetry: A twin study. *Biological Psychology*, 2006; 71(3): 289–295. PMID: 16054745 PMCID: PMC2174210 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2005.06.004 ¹¹
- [71] Gotlib I. H. EEG Alpha Asymmetry, Depression, and Cognitive Functioning. *Cognition & Emotion*, 1998; 12(3): 449–478. DOI: 10.1080/026999398379673. ² ²
- [72] Лапин И. А., Алфимова М. В. ЭЭГ-маркеры депрессивных состояний. *Социальная и клиническая психиатрия*, 2014; 24(4): 81–89. ²⁸
- [73] Blackhart G. C., Minnix J. A., Kline J. P. Can EEG asymmetry patterns predict future development of anxiety and depression? A preliminary study. *Biol Psychol*, 2006; 72(1): 46–50. PMID: 16223557 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2005.06.010 ⁶⁵
- [74] Papousek I., Schuster G. Covariations of EEG asymmetries and emotional states indicate that activity at frontopolar locations is particularly affected by state factors. *Psychophysiology*, 2002; 39(3): 350–360. PMID: 12212654 DOI: 10.1017/s0048577201393083 ³⁴

- [75] Baving L., Laucht M., Schmidt M. H. Frontal brain activation in anxious school children. *J Child Psychol & Psychiat*, 2002; 43(2): 265–274. PMID: 11902605 DOI: 10.1111/1469-7610.00019
- [76] Imperatori C., Farina B., Adenzato M. et al. Default mode network alterations in individuals with high-trait-anxiety: An EEG functional connectivity study. *Journal of Affective Disorders*, 2019; 246: 611–618. PMID: 30605880 DOI: 10.1016/j.jad.2018.12.071
- [77] Kuznetsova I. L., Ponomareva N.V., Alemastseva E.A. The Interactive Effect of Genetic and Epigenetic Variations in FKBP5 and ApoE Genes on Anxiety and Brain EEG Parameters. *Genes*, 2022; 13(2): 164. PMID: 35205209 PMCID: PMC8872390 DOI: 10.3390/genes13020164
- [78] Dam H., Buch J. O. D., Nielsen A. B. et al. Clinical association to FKBP5 rs1360780 in patients with depression. *Psychiatric Genetics*, 2019; 29(6): 220–225. PMID: 31219960 DOI: 10.1097/YPG.0000000000000228
- [79] Fingelkurts A. A., Fingelkurts A. A., Rytälä H. et al. Composition of brain oscillations in ongoing EEG during major depression disorder. *Neurosci Res*, 2006; 56(2): 133–144. PMID: 16860895 DOI: 10.1016/j.neures.2006.06.006
- [80] Grin-Yatsenko V. A., Baas I., Ponomarev V. A., Kropotov J. D. EEG power spectra at early stages of depressive disorders. *J Clin Neurophysiol*, 2009; 26(6): 401–406. PMID: 19952564 DOI: 10.1097/WNP.0b013e3181c298fe

- [81] Hinrikus H., Suhhova A., Bachmann M. et al. Spectral features of EEG in depression. Biomed Tech (Berl), 2010; 55(3): 155–161. PMID: 20415629 DOI: 10.1515/BMT.2010.011
- [82] Стрелец В. Б., Гарах Ж. В., Новотоцкий-Власов В. Ю. Сравнительное исследование гамма-ритма в норме, при экзаменационном стрессе и у больных с первым приступом депрессии. Журнал высшей нервной деятельности им. ИП Павлова, 2006; 56(2): 219.
- [83] Орехов Ю. В., Голикова Ж. В., Стрелец В. Б. Психофизиологические показатели мысленного воспроизведения эмоциональных состояний в норме и у больных при первом приступе депрессии. Журнал высшей нервной деятельности им. ИП Павлова, 2004; 54(5).
- [84] Мельникова С., Лапин И. А. Когерентный анализ ЭЭГ при депрессивных расстройствах различного генеза. Социальная и клиническая психиатрия, 2008; 18(3): 27–32.
- [85] Hinrikus H., Suhhova A., Bachmann M. et al. Electroencephalographic spectral asymmetry index for detection of depression. Med Biol Eng Comput, 2009; 47(12): 1291–1299. PMID: 19911211 DOI: 10.1007/s11517-009-0554-9
- [86] Flores-Gutiérrez E. O., Díaz J.-L., Barrios F.A. et al. Differential alpha coherence hemispheric patterns in men and women during pleasant and unpleasant musical emotions. Int J Psychophysiol, 2009; 71(1): 43–49. PMID: 18755225 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2008.07.007

- [87] Passynkova N., Neubauer H., Scheich H. Spatial organization of EEG coherence during listening to consonant and dissonant chords. *Neurosci Lett*, 2007; 412(1): 6–11. PMID: 17134828 DOI: 10.1016/j.neulet.2006.09.029
- [88] Andersen S. B., Moore R. A., Venables L., Corr P. J. Electrophysiological correlates of anxious rumination. *Int J Psychophysiol*, 2009; 71(2): 156–169. PMID: 18848849 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2008.09.004
- [89] Hinrichs H., Machleidt W. Basic emotions reflected in EEG-coherences. *Int J Psychophysiol*, 1992; 13(3): 225–232. PMID: 1459879 DOI: 10.1016/0167-8760(92)90072-j
- [90] Shemyakina N. V., Dan'ko S. G. Changes in the power and coherence of the β_2 EEG band in subjects performing creative tasks using emotionally significant and emotionally neutral words. *Hum Physiol*, 2007; 33(1): 20–26. DOI: 10.1134/S0362119707010033
- [91] Лапин И. А. Особенности когерентных характеристик ЭЭГ при депрессивных расстройствах с различным ведущим аффектом. *Социальная и клиническая психиатрия*, 2014; 24(2): 11–17.
- [92] Ivanitsky G. A. Individual Stable Patterns of Human Brain Rhythms as a Reflection of Mental Processes. *Sovrem Tehnol Med*, 2019; 11(1): 116. DOI: 10.17691/stm2019.11.1.14
- [93] Ambrosius U., Lietzenmaier S., Wehrle R. Heritability of Sleep Electroencephalogram. *Biological Psychiatry*, 2008; 64(4): 344–348. PMID: 18405882 DOI: 10.1016/j.biopsych.2008.03.002

- [94] Sutcliffe J. G., Milner R. J., Gottesfeld J. M., Reynolds W. Control of Neuronal Gene Expression. *Science*, 1984; 225(4668): 1308–1315. PMID: 6474179 DOI: 10.1126/science.6474179
- [95] Sutcliffe J. G., Milner R. J., Gottesfeld J. M., Lerner R. A. Identifier sequences are transcribed specifically in brain. *Nature*, 1984; 308(5956): 237–241. PMID: 6199680 DOI: 10.1038/308237a0
- [96] Babiloni F., Babiloni C., Carducci F. High resolution EEG: a new model-dependent spatial deblurring method using a realistically-shaped MR-constructed subject's head model. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1997; 102(2): 69–80. PMID: 9060857 DOI: 10.1016/s0921-884x(96)96508-x
- [97] Leissner P., Lindholm L.-E., Petersén I. Alpha amplitude dependence on skull thickness as measured by ultrasound technique. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1970; 29(4): 392–399. PMID: 4097209 DOI: 10.1016/0013-4694(70)90047-7
- [98] Nunez P. L. A Study of Origins of the Time Dependencies of Scalp EEG: I - Theoretical Basis. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 1981; BME-28(3): 271–280. PMID: 7228073 DOI: 10.1109/tbme.1981.324700
- [99] Lopes da Silva F. Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1991; 79(2): 81–93. PMID: 1713832 DOI: 10.1016/0013-4694(91)90044-5

- [100] Steriade M., Gloor P., Llinás R. R. et al. Basic mechanisms of cerebral rhythmic activities. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1990; 76(6): 481–508. PMID: 1701118 DOI: 10.1016/0013-4694(90)90001-z
- [101] Whittington M. A., Traub R. D., Kopell N. et al. Inhibition-based rhythms: experimental and mathematical observations on network dynamics. *International Journal of Psychophysiology*, 2000; 38(3): 315–336. PMID: 11102670 DOI: 10.1016/s0167-8760(00)00173-2
- [102] Davis H. Action potentials of the brain: in normal persons and in normal states of cerebral activity. *Arch NeurPsych*, 1936; 36(6): 1214. DOI: 10.1001/archneurpsyc.1936.02260120061004
- [103] Lennox W. G., Gibbs E. L., Gibbs F. A. The brain-wave pattern, an hereditary trait; evidence from 74 "normal" pairs of twins. *Journal of Heredity*, 1945; 36: 233–243.
- [104] Loomis A. L., Harvey E. N., Hobart G. Brain Potentials During Hypnosis. *Science*, 1936; 83(2149): 239–241. PMID: 17809313 DOI: 10.1126/science.83.2149.239
- [105] Smit D. J. A., Boersma M., van Beijsterveldt C.E.M. et al. Endophenotypes in a Dynamically Connected Brain. *Behav Genet*, 2010; 40(2): 167–177. PMID: 20111993 PMCID: PMC2829652 DOI: 10.1007/s10519-009-9330-8
- [106] Van Baal G. C. M., De Geus E. J. C., Boomsma D. I. Genetic architecture of EEG power spectra in early life. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1996; 98(6): 502–514. PMID: 8763510 DOI: 10.1016/0013-4694(96)95601-1

- [107] Posthuma D., Neale M. C., Boomsma D. I., de Geus E. J. C. Are smarter brains running faster? Heritability of alpha peak frequency, IQ, and their interrelation. *Behavior Genetics*, 2001; 31(6): 567–579. PMID: 11838534 DOI: 10.1023/a:1013345411774 23
- [108] Smit C. M., Wright M. J., Hansell N. K. et al. Genetic variation of individual alpha frequency (IAF) and alpha power in a large adolescent twin sample. *International Journal of Psychophysiology*, 2006; 61(2): 235–243. PMID: 16338015 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2005.10.004 83
- [109] Ibatoullina A. A., Vardaris R. M., Thompson L. Genetic and environmental influences on the coherence of background and orienting response EEG in children. *Intelligence*, 1994; 19(1): 65–78. DOI: 10.1016/0160-2896(94)90054-X. 1
- [110] Lubeiro A., Fatjó-Vilas M., Guardiola M. Analysis of KCNH2 and CACNA1C schizophrenia risk genes on EEG functional network modulation during an auditory odd-ball task. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 2020; 270(4): 433–442. PMID: 30607529 DOI: 10.1007/s00406-018-0977-0 3
- [111] Loo S. K., Hale S.T., Hanada G. et al. Familial clustering and DRD4 effects on electroencephalogram measures in multiplex families with attention deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2010; 49(4): 368–377. PMID: 20410729 PMCID: PMC2919766 1 9
- [112] Kramer G., van der Flier W. M., de Langen C. et al. EEG functional connectivity and ApoE genotype in Alzheimer’s disease and controls. *Clinical Neurophysiology*, 2008; 119(12): 2727–2732. PMID: 18848805 DOI: 10.1016/j.clinph.2008.08.019

- [113] Ponomareva N. V., Andreeva T.V., Protasova M. et al. Genetic association of apolipoprotein E genotype with EEG alpha rhythm slowing and functional brain network alterations during normal aging. *Front Neurosci*, 2022; 16: 931173. PMID: 35979332
PMCID: PMC9376365 DOI: 10.3389/fnins.2022.931173
- [114] Gadow K. D., Pinsonneault J. K., Perlman G., Sadee W. Association of dopamine gene variants, emotion dysregulation and ADHD in autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 2014; 35(7): 1658–1665. PMID: 24780147 PMCID: PMC4084560 DOI: 10.1016/j.ridd.2014.04.007
- [115] Blasi G., Bianco L.L., Taurisano P. et al. Functional Variation of the Dopamine D2 Receptor Gene Is Associated with Emotional Control as well as Brain Activity and Connectivity during Emotion Processing in Humans. *Journal of Neuroscience*, 2009; 29(47): 14812–14819. PMID: 19940176 PMCID: PMC2834475 DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3609-09.2009
- [116] Lau J. Y. F., Goldman D., Buzas B. et al. BDNF gene polymorphism (Val66Met) predicts amygdala and anterior hippocampus responses to emotional faces in anxious and depressed adolescents. *NeuroImage*, 2010; 53(3): 952–961. PMID: 19931400
PMCID: PMC2888869 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2009.11.026
- [117] Koven N. S., Demers L. A. Discordant peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor and serotonin are associated with enhanced emotional intelligence in men. *Psychology & Neuroscience*, 2014; 7(4): 609–618. DOI: 10.3922/j.psns.2014.4.21

- [118] Gohier B., Senior C., Radua J. et al. Genetic modulation of the response bias towards facial displays of anger and happiness. Eur Psychiatry, 2014; 29(4): 197–202. PMID: 23769682 DOI: 10.1016/j.eurpsy.2013.03.003
- [119] Thompson J. M. D., Sonuga-Barke E.J., Morgan A.R. et al. The catechol-O-methyltransferase (COMT) Val158Met polymorphism moderates the effect of antenatal stress on childhood behavioural problems: longitudinal evidence across multiple ages: COMT and the Effect of Maternal Stress on Behaviour. Developmental Medicine & Child Neurology, 2012; 54(2): 148–154. PMID: 22070166 DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.04129.x
- [120] Kosonogov V., Vorobyeva E., Kovsh E., Ermakov P. A review of neurophysiological and genetic correlates of emotional intelligence. IJCRSEE, 2019; 7(1): 137–142. DOI: 10.5937/IJCRSEE1901137K

References

- [1] Libenson M.H. Practical approach to electroencephalography. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier, 2010.
- [2] Sauseng P., Klimesch W. What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2008; 32(5): 1001–1013. PMID: 18499256 DOI: 10.1016/j.neubiorev.2008.03.014
- [3] van Baal G. C. M., de Geus E. J. C., Boomsma D. I. Genetic Influences on EEG Coherence in 5-Year-Old Twins. *Behavior Genetics*, 1998; 28 (1): 9–19. PMID: 9573642 DOI: 10.1023/a:1021400613723
- [4] [CMI Brain Research - Brain connectivity] CMI Brain Research - Konnektivnost` mozga. CMI Brain Research. <https://cmi.to/> (In Russ)
- [5] Chen A. C. N., Feng W., Zhao H. et al. EEG default mode network in the human brain: Spectral regional field powers. *NeuroImage*, 2008; 41(2): 561–574. PMID: 18403217 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.12.064
- [6] Lee J.-Y., Choi C.-H., Park M. et al. Enhanced resting-state EEG source functional connectivity within the default mode and reward-salience networks in internet gaming disorder. *Psychol. Med.* 2022; 52(11): 2189–2197. PMID: 35193713 PMCID: PMC9386438 DOI: 10.1017/S0033291722000137
- [7] Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Reviews*, 1999; 29(2–3): 169–195. PMID: 10209231 DOI: 10.1016/s0165-0173(98)00056-3

- [8] Cooper N. R., Croft R. J., Dominey S. J. J. et al. Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. *International Journal of Psychophysiology*, 2003; 47(1): 65–74. PMID: 12543447 DOI: 10.1016/s0167-8760(02)00107-1
- [9] Aeschbach D., Matthews J. R., Postolache T. T. et al. Two circadian rhythms in the human electroencephalogram during wakefulness. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 1999; 277(6): R1771–R1779. PMID: 10600925 DOI: 10.1152/ajpregu.1999.277.6.R1771
- [10] Sadaghiani S., Scheeringa R., Lehongre K. et al. Intrinsic Connectivity Networks, Alpha Oscillations, and Tonic Alertness: A Simultaneous Electroencephalography/Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Journal of Neuroscience*, 2010; 30(30): 10243–10250. PMID: 20668207 PMCID: PMC6633365 DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1004-10.2010
- [11] Doletskiy A.N., Dokuchaev D.A., Lata A.A. [Opinion transformation in mechanism of generation and physiological interpretation of the EEG alpha rhythm] Transformaciya vzglyadov na mexanizm generacii i fiziologicheskuyu interpretaciyu al' fa-ritma EEG. *Volgogradskij nauchno-medicinskij zhurnal [Volgograd Journal of Medical Research]*, 2019; 1: 14–19. (In Russ)
- [12] [CMI Brain Research - EEG Rhythms] CMI Brain Research - Ritmy EEG. CMI Brain Research. <https://cmi.to/> (In Russ)
- [13] Aftanas L. I., Golocheikine S. A., Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG

- 108
investigation of meditation. *Neuroscience Letters*, 2001; 310(1): 57–60. PMID: 11524157 DOI: 10.1016/s0304-3940(01)02094-8
- [14] Mitchell D. J., McNaughton N., Flanagan D., Kirk I. J. Frontal-midline theta from the perspective of hippocampal “theta”. *Progress in Neurobiology*, 2008; 86(3): 156–185. PMID: 18824212 DOI: 10.1016/j.pneurobio.2008.09.005 32
- [15] Gemignani A., Santarcangelo E., Sebastiani L. et al. Changes in autonomic and EEG patterns induced by hypnotic imagination of aversive stimuli in man. *Brain Research Bulletin*, 2000; 53(1):105–111. PMID: 11033214 DOI: 10.1016/s0361-9230(00)00314-2 2
- [16] Oathes D.J., Ray W. J., Yamasaki A. S. et al. Worry, generalized anxiety disorder, and emotion: Evidence from the EEG gamma band. *Biological Psychology*, 2008; 79(2): 165–170. PMID: 18499328 PMCID: PMC2597009 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2008.04.005 16 2
- [17] [CMI Brain Research - Desynchronization] CMI Brain Research - Desinhronizaciya. CMI Brain Research. <https://cmi.to/> (In Russ)
- [18] Klimesch W. Auditorily elicited EEG desynchronization and synchronization: A review of Christina M. Krause’s doctoral thesis. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1999; 40(4): 329–331. DOI:10.1111/1467-9450.00133
- [19] Niedermeyer E. Alpha rhythms as physiological and abnormal phenomena. *International Journal of Psychophysiology*, 1997; 26(1–3): 31–49. PMID: 9202993 DOI: 10.1016/s0167-8760(97)00754-x 20

- [20] Bernadine C., Graham J., Ian E. To Mu is to Move, to Tau is to Understand: a Possible Functional Role for Lower Alpha Oscillations in Human Speech Perception. *Front. Hum. Neurosci.*, 2015; 9. DOI:10.3389/conf.fnhum.2015.217.00133
- [21] Weisz N., Obleser J. Synchronisation signatures in the listening brain: A perspective from non-invasive neuroelectrophysiology. *Hearing Research*, 2014; 307: 16–28. PMID: 23895875 DOI: 10.1016/j.heares.2013.07.009
- [22] Yokosawa K., Murakami Y., Sato H. Appearance and modulation of a reactive temporal-lobe 8–10-Hz tau-rhythm. *Neuroscience Research*, 2020; 150: 44–50. PMID: 30768949 DOI: 10.1016/j.neures.2019.02.002
- [23] Debnath R., Salo V. C., Buzzell G. A. et al. Mu rhythm desynchronization is specific to action execution and observation: Evidence from time-frequency and connectivity analysis. *NeuroImage*, 2019; 184: 496–507. PMID: 30248457 PMCID: PMC6261430 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2018.09.053
- [24] Saltuklaroglu T., Bowers A., Harkrider A.W. et al. EEG mu rhythms: Rich sources of sensorimotor information in speech processing. *Brain and Language*, 2018; 187: 41–61. PMID: 30509381 DOI: 10.1016/j.bandl.2018.09.005
- [25] Ponomarev D. [The study of the electrical activity of the brain and its localization during pronunciation and mental pronunciation of words] *Izuchenie elektricheskoy aktivnosti mozga i ee lokalizacii pri nablyudenii za proizneseniem, proiznesenii i myslennom proiznesenii slov. Nacional'nyj issledovatel'skij Tomskij gosudarstvennyj universitet* [The National Research Tomsk State University, TSU], Tomsk, 2021 (In Russ)

- [26] Pfurtscheller G., Neuper C. Motor imagery and direct brain-computer communication. Proc. IEEE, 2001; 89(7): 1123–1134. DOI:10.1109/5.939829
- [27] Scheeringa R., Fries P., Petersson K.-M. et al. Neuronal Dynamics Underlying High- and Low-Frequency EEG Oscillations Contribute Independently to the Human BOLD Signal. Neuron, 2011; 69(3): 572–583. PMID: 21315266 DOI: 10.1016/j.neuron.2010.11.044.
- [28] Schack B., Vath N., Petsche H. et al. Phase-coupling of theta-gamma EEG rhythms during short-term memory processing. Int J Psychophysiol, 2002; 44(2): 143–163. PMID: 11909647 DOI: 10.1016/s0167-8760(01)00199-4
- [29] Sauseng P., Klimesch W., Heise K.F. et al. Brain oscillatory substrates of visual short-term memory capacity. Curr Biol, 2009; 19(21): 1846–1852. PMID: 19913428 DOI: 10.1016/j.cub.2009.08.062
- [30] Kostandov E. A., Cheremushkin E. A. The spatial synchronization and power of the alpha and theta rhythm after Go/NoGo signals. Hum Physiol, 2014; 40(6): 642–648. DOI: 10.1134/S0362119714050065.
- [31] Danilova N.N. [Psychophysiology] Psihofiziologiya. Moskva: Aspekt Press, 2001 (In Russ)
- [32] Ushakov V.L., Verkhiutov V.M., Sokolov P.A. et al. [Activation of brain structures by fMRI data when viewing the video clips and recall of shown actions]. Aktivaciya struktur mozga po dannym fMRT pri prosmotre videosyuzhetov i pripominanii pokazannyh dejstvij. Zhurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti im. I.P. Pavlova [Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova], 2011; 61(5): 553–564 (In Russ)

- [33] Aleksandrov Yu.I., (ed.), [Psychophysiology: Textbook for universities] Psihofiziologiya: Uchebnik dlya vuzov, 2. Sankt-Peterburg: ZAO Izdatel'skij dom "Piter", 2003 (In Russ)
- [34] Bushov Yu.V., Svetlik M.V. [Mirror neurons and their functions] Zerkal'nye nejrony i ih funkcii. Tomsk: Izdatel'skij dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, Tomsk: The National Research Tomsk State University Publishing House, 2018 (In Russ)
- [35] Démas J., Bourguignon M., Périvier M. et al. Mu rhythm: State of the art with special focus on cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2020; 63(5): 439–446. PMID: 31299375 DOI: 10.1016/j.rehab.2019.06.007
- [36] [CMI Brain Research - Endophenotypes] CMI Brain Research - Endofenotipy. CMI Brain Research. <https://cmi.to/> (In Russ)
- [37] de Geus E. J. C. Introducing genetic psychophysiology. *Biological Psychology*, 2002; 61(1–2): 1–10. PMID: 12385666 DOI: 10.1016/s0301-0511(02)00049-2
- [38] de Geus E. J. From genotype to EEG endophenotype: a route for post-genomic understanding of complex psychiatric disease? *Genome Med*, 2010; 2(9): 63. PMID: 20828426 PMCID: PMC3092114 DOI: 10.1186/gm184
- [39] Zhang Y., Wang K., Wei Y. et al. Minimal EEG channel selection for depression detection with connectivity features during sleep. *Comput Biol Med*, 2022; 147: 105690. PMID: 35687927 DOI: 10.1016/j.combiomed.2022.105690

- [40] Muhammad F., Al-Ahmadi S. Human state anxiety classification framework using EEG signals in response to exposure therapy. PLoS One, 2022; 17(3): e0265679. PMID: 35303027 PMCID: PMC8932601 DOI: 10.1371/journal.pone.0265679
- [41] Lapin I. A., Mitrofanov A. A. [Use of mathematical analysis of EEG records for the purpose of differential diagnosis of uni- and bipolar depression (on example of discriminant analysis of power spectrum, coherence and hemispheric asymmetry parameters)] Ispol'zovanie matematicheskogo analiza EEG dlya differencial'noj diagnostiki bipolyarnyh i unipolyarnyh depressij (na primere diskriminantnogo analiza pokazatelej spektral'noj moshchnosti, kogerentnosti i mezhpolusharnoj asimmetrii). Social'naya i klinicheskaya psihiatriya [Social and Clinical Psychiatry], 2017; 27(2): 69–74.
- [42] Hunter A. M., Cook I. A., Leuchter A. F., The promise of the quantitative electroencephalogram as a predictor of antidepressant treatment outcomes in major depressive disorder. Psychiatr Clin North Am, 2007; 30(1): 105–124. PMID: 17362807 DOI: 10.1016/j.psc.2006.12.002
- [43] Spronk D., Arns M., Bootsma A. et al. Long-term effects of left frontal rTMS on EEG and ERPs in patients with depression. Clin EEG Neurosci, 2008; 39(3): 118–124. PMID: 18751560 DOI: 10.1177/155005940803900305
- [44] Luján M.Á., Sotos J.M., Santos J.L., Borja A.L. Accurate Neural Network Classification Model for Schizophrenia Disease Based on Electroencephalogram Data. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 2022; 14: 861–872. DOI: 10.1007/s13042-022-01668-7

- [45] Duffy F. H., Als H. Autism, spectrum or clusters? An EEG coherence study. *BMC Neurol*, 2019; 19(1): 27. PMID: 30764794 PMCID: PMC6375153 DOI: 10.1186/s12883-019-1254-1
- [46] Baygin M., Dogan S., Tuncer T. et al. Automated ASD detection using hybrid deep lightweight features extracted from EEG signals. *Computers in Biology and Medicine*, 2021; 134: 104548. PMID: 34119923 DOI: 10.1016/j.compbiomed.2021.104548
- [47] Coburn K. L., Lauterbach E. C., Boutros N. N. et al. The Value of Quantitative Electroencephalography in Clinical Psychiatry: A Report by the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *JNP*, 2006; 18(4): 460–500. PMID: 17135374 DOI: 10.1176/jnp.2006.18.4.460
- [48] Rangaswamy M., Porjesz B., Chorlian D.B. et al. Beta power in the EEG of alcoholics. *Biological Psychiatry*, 2002; 52(8): 831–842. PMID: 12372655 DOI: 10.1016/s0006-3223(02)01362-8
- [49] Rangaswamy M., Porjesz B., Chorlian D.B. et al. Resting EEG in offspring of male alcoholics: beta frequencies. *International Journal of Psychophysiology*, 2004; 51(3): 239–251. PMID: 14962576 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2003.09.003
- [50] Vogel F. *Genetics and the Electroencephalogram*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2000. DOI: 10.1007/978-3-642-57040-7.
- [51] Porjesz B., Rangaswamy M., Kamarajan C. et al. The utility of neurophysiological markers in the study of alcoholism. *Clinical Neurophysiology*, 2005; 116(5): 993–1018. PMID: 15826840 DOI: 10.1016/j.clinph.2004.12.016

- [52] Turetsky B. I., Calkins M. E., Light G. A. et al. Neurophysiological endophenotypes of schizophrenia: the viability of selected candidate measures. *Schizophr Bull*, 2007; 33(1): 69–94. PMID: 17135482 PMCID: PMC2632291 DOI: 10.1093/schbul/sbl060
- [53] Perlman G., Johnson W., Iacono W. G. The heritability of P300 amplitude in 18-year-olds is robust to adolescent alcohol use. *Psychophysiology*, 2009; 46(5): 962–969. PMID: 19558402 PMCID: PMC2892841 DOI: 10.1111/j.1469-8986.2009.00850.x
- [54] Clarke A. R., Barry R. J., McCarthy R., Selikowitz M. EEG-defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin Neurophysiol*, 2001; 112(11): 2098–2105. PMID: 11682348 DOI: 10.1016/s1388-2457(01)00668-x
- [55] Bresnahan S. M., Barry R. J. Specificity of quantitative EEG analysis in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Res*, 2002; 112(2): 133–144. PMID: 12429359 DOI: 10.1016/s0165-1781(02)00190-7
- [56] Tye C., Rijdsdijk F., McLoughlin G. Genetic overlap between ADHD symptoms and EEG theta power. *Brain and Cognition*, 2014; 87: 168–172. PMID: 24752036 DOI: 10.1016/j.bandc.2014.03.010
- [57] Barry R. J., Clarke A. R., Johnstone S. J. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clin Neurophysiol*, 2003; 114(2): 171–183. PMID: 12559224 DOI: 10.1016/s1388-2457(02)00362-0
- [58] Rubia K., Overmeyer S, Taylor E. et al. Hypofrontality in attention deficit hyperactivity disorder during higher-order motor control: a study with functional MRI. *Am J Psychiatry*, 1999; 156(6): 891–896. PMID: 10360128 DOI: 10.1176/ajp.156.6.891

- [59] Zang Y.-F., Jin Z., Weng X.C. et al. Functional MRI in attention-deficit hyperactivity disorder: evidence for hypofrontality. *Brain Dev*, 2005; 27(8): 544–550. PMID: 15876503 DOI: 10.1016/j.braindev.2004.11.009
- [60] Smit D. J. A., Posthuma D., Boomsma D. I., Geus E. J. C. Heritability of background EEG across the power spectrum. *Psychophysiology*, 2005; 42(6): 691–697. PMID: 16364064 DOI: 10.1111/j.1469-8986.2005.00352.x
- [61] van Beijsterveldt C. E., Molenaar P. C., de Geus E. J., Boomsma D. I. Heritability of human brain functioning as assessed by electroencephalography. *Am J Hum Genet*, 1996; 58(3): 562–573. PMID: 8644716 PMCID: PMC1914558
- [62] Zietsch B. P., Hansen J. L., Hansell N. K. et al. Common and specific genetic influences on EEG power bands delta, theta, alpha, and beta. *Biological Psychology*, 2007; 75(2): 154–164. PMID: 17316957 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2007.01.004
- [63] Quintana H., Snyder S. M., Purnell W. et al. Comparison of a standard psychiatric evaluation to rating scales and EEG in the differential diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry Res*, 2007; 152(2–3): 211–222. PMID: 17451810 DOI: 10.1016/j.psychres.2006.04.015
- [64] Snyder S. M., Quintana H., Sexson S. B. et al. Blinded, multi-center validation of EEG and rating scales in identifying ADHD within a clinical sample. *Psychiatry Res*, 2008; 159(3): 346–358. PMID: 18423617 DOI: 10.1016/j.psychres.2007.05.006
- [65] Bruder G. E., Tenke C.E., Warner V. et al. Electroencephalographic measures of regional hemispheric activity in offspring at risk for depressive disorders. *Biol Psychiatry*, 2005; 57(4): 328–335. PMID: 15705347 DOI: 10.1016/j.biopsych.2004.11.015

- [66] Iznak A. F., Smulevich A. B. (ed.). [Modern ideas about the neurophysiological basis of depressive disorders. Depression and Comorbid Disorders] *Sovremennye predstavleniya o neyrofiziologicheskikh osnovah depressivnyh rasstrojstv. Depressiya i komorbidnye rasstrojstva*, Moscow: Mental Health Research Center, 1997; 166–179. (In Russ)
- [67] Knott V., Mahoney C., Kennedy S., Evans K. EEG power, frequency, asymmetry and coherence in male depression. *Psychiatry Res*, 2001; 106(2): 123–140. PMID: 11306251 DOI: 10.1016/s0925-4927(00)00080-9
- [68] Javelle F., Löw A., Bloch W. Unraveling the Contribution of Serotonergic Polymorphisms, Prefrontal Alpha Asymmetry, and Individual Alpha Peak Frequency to the Emotion-Related Impulsivity Endophenotype. *Mol Neurobiol*, 2022; 59(10): 6062–6075. PMID: 35854179 PMCID: PMC9463349 DOI: 10.1007/s12035-022-02957-6
- [69] Smit D. J. A., Posthuma D., Boomsma D. I., De Geus E. J. C. The relation between frontal EEG asymmetry and the risk for anxiety and depression. *Biological Psychology*, 2007; 74(1): 26–33. PMID: 16875773 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2006.06.002
- [70] Anokhin A. P., Heath A. C., Myers E. Genetic and environmental influences on frontal EEG asymmetry: A twin study. *Biological Psychology*, 2006; 71(3): 289–295. PMID: 16054745 PMCID: PMC2174210 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2005.06.004
- [71] Gotlib I. H. EEG Alpha Asymmetry, Depression, and Cognitive Functioning. *Cognition & Emotion*, 1998; 12(3): 449–478. DOI: 10.1080/026999398379673.
- [72] Lapin I. A., Alfimova M. V. [EEG-markers for depressive conditions] EEG-markery depressivnyh sostoyanij. *Social'naya i klinicheskaya psihiatriya [Social and Clinical Psychiatry]* 2014; 24(4): 81–89 (In Russ)

- [73] Blackhart G. C., Minnix J. A., Kline J. P. Can EEG asymmetry patterns predict future development of anxiety and depression? A preliminary study. *Biol Psychol*, 2006; 72(1): 46–50. PMID: 16223557 DOI: 10.1016/j.biopsycho.2005.06.010
- [74] Papousek I., Schuster G. Covariations of EEG asymmetries and emotional states indicate that activity at frontopolar locations is particularly affected by state factors. *Psychophysiology*, 2002; 39(3): 350–360. PMID: 12212654 DOI: 10.1017/s0048577201393083
- [75] Baving L., Laucht M., Schmidt M. H. Frontal brain activation in anxious school children. *J Child Psychol & Psychiat*, 2002; 43(2): 265–274. PMID: 11902605 DOI: 10.1111/1469-7610.00019
- [76] Imperatori C., Farina B., Adenzato M. et al. Default mode network alterations in individuals with high-trait-anxiety: An EEG functional connectivity study. *Journal of Affective Disorders*, 2019; 246: 611–618. PMID: 30605880 DOI: 10.1016/j.jad.2018.12.071
- [77] Kuznetsova I. L., Ponomareva N.V., Alemastseva E.A. The Interactive Effect of Genetic and Epigenetic Variations in FKBP5 and ApoE Genes on Anxiety and Brain EEG Parameters. *Genes*, 2022; 13(2): 164. PMID: 35205209 PMCID: PMC8872390 DOI: 10.3390/genes13020164
- [78] Dam H., Buch J. O. D., Nielsen A. B. et al. Clinical association to FKBP5 rs1360780 in patients with depression. *Psychiatric Genetics*, 2019; 29(6): 220–225. PMID: 31219960 DOI: 10.1097/YPG.0000000000000228

- [79] Fingelkurts A. A., Fingelkurts A. A., Rytälä H. et al. Composition of brain oscillations in ongoing EEG during major depression disorder. *Neurosci Res*, 2006; 56(2): 133–144. PMID: 16860895 DOI: 10.1016/j.neures.2006.06.006
- [80] Grin-Yatsenko V. A., Baas I., Ponomarev V. A., Kropotov J. D. EEG power spectra at early stages of depressive disorders. *J Clin Neurophysiol*, 2009; 26(6): 401–406. PMID: 19952564 DOI: 10.1097/WNP.0b013e3181c298fe
- [81] Hinrikus H., Suhhova A., Bachmann M. et al. Spectral features of EEG in depression. *Biomed Tech (Berl)*, 2010; 55(3): 155–161. PMID: 20415629 DOI: 10.1515/BMT.2010.011
- [82] Strelec V. B., Garah ZH. V., Novotockij-Vlasov V. Yu. [Comparative study of the gamma rhythm in normal conditions, during examination stress, and in patients with first depressive episode] Sravnitel'noe issledovanie gamma-ritma v norme, pri ekzamenacionnom stresse i u bol'nyh s pervym pristupom depressii. *ZHurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti im. IP Pavlova [Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova]*, 2006; 56(2): 219 (In Russ)
- [83] Orekhov YU. V., Golikova ZH. V., Strelec V. B. [Psychophysiologic parameters of reproducing emotions in healthy subjects and patients during the first episode of depression] Psihofiziologicheskie pokazateli myslennogo vosproizvedeniya emocional'nyh sostoyanij v norme i u bol'nyh pri pervom pristupe depressii. *ZHurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti im. IP Pavlova [Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova]*, 2004; 54(5) (In Russ)

- [84] Mel'nikova S., Lapin I. A. [Coherence analysis of the EEG in depressive disorders of different genesis] Kogerentnyj analiz EEG pri depressivnyh rasstrojstvah razlichnogo geneza. Social'naya i klinicheskaya psihiatriya [Social and Clinical Psychiatry], 2008; 18(3): 27–32 (In Russ)
- [85] Hinrikus H., Suhhova A., Bachmann M. et al. Electroencephalographic spectral asymmetry index for detection of depression. Med Biol Eng Comput, 2009; 47(12): 1291–1299. PMID: 19911211 DOI: 10.1007/s11517-009-0554-9
- [86] Flores-Gutiérrez E. O., Díaz J.-L., Barrios F.A. et al. Differential alpha coherence hemispheric patterns in men and women during pleasant and unpleasant musical emotions. Int J Psychophysiol, 2009; 71(1): 43–49. PMID: 18755225 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2008.07.007
- [87] Passynkova N., Neubauer H., Scheich H. Spatial organization of EEG coherence during listening to consonant and dissonant chords. Neurosci Lett, 2007; 412(1): 6–11. PMID: 17134828 DOI: 10.1016/j.neulet.2006.09.029
- [88] Andersen S. B., Moore R. A., Venables L., Corr P. J. Electrophysiological correlates of anxious rumination. Int J Psychophysiol, 2009; 71(2): 156–169. PMID: 18848849 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2008.09.004
- [89] Hinrichs H., Machleidt W. Basic emotions reflected in EEG-coherences. Int J Psychophysiol, 1992; 13(3): 225–232. PMID: 1459879 DOI: 10.1016/0167-8760(92)90072-j

- [90] Shemyakina N. V., Dan'ko S. G. Changes in the power and coherence of the β 2 EEG band in subjects performing creative tasks using emotionally significant and emotionally neutral words. *Hum Physiol*, 2007; 33(1): 20–26. DOI: 10.1134/S0362119707010033
- [91] Lapin I. A. [EEG coherence characteristics in depressive conditions with different prevalent affects] Osobennosti kogerentnyh harakteristik EEG pri depressivnyh rasstrojstvah s razlichnym vedushchim affektom. *Social'naya i klinicheskaya psihiatriya* [Social and Clinical Psychiatry], 2014; 24(2): 11–17 (In Russ)
- [92] Ivanitsky G. A. Individual Stable Patterns of Human Brain Rhythms as a Reflection of Mental Processes. *Sovrem Tehnol Med*, 2019; 11(1): 116. DOI: 10.17691/stm2019.11.1.14
- [93] Ambrosius U., Lietzenmaier S., Wehrle R. Heritability of Sleep Electroencephalogram. *Biological Psychiatry*, 2008; 64(4): 344–348. PMID: 18405882 DOI: 10.1016/j.biopsych.2008.03.002
- [94] Sutcliffe J. G., Milner R. J., Gottesfeld J. M., Reynolds W. Control of Neuronal Gene Expression. *Science*, 1984; 225(4668): 1308–1315. PMID: 6474179 DOI: 10.1126/science.6474179
- [95] Sutcliffe J. G., Milner R. J., Gottesfeld J. M., Lerner R. A. Identifier sequences are transcribed specifically in brain. *Nature*, 1984; 308(5956): 237–241. PMID: 6199680 DOI: 10.1038/308237a0
- [96] Babiloni F., Babiloni C., Carducci F. High resolution EEG: a new model-dependent spatial deblurring method using a realistically-shaped MR-constructed subject's head

- model. ⁵⁶ *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1997; 102(2): 69–80.
PMID: 9060857 DOI: 10.1016/s0921-884x(96)96508-x
- [97] Leissner P., Lindholm L.-E., Petersén I. Alpha amplitude dependence on skull thickness as measured by ultrasound technique. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1970; 29(4): 392–399. ⁸ PMID: 4097209 DOI: 10.1016/0013-4694(70)90047-7
- [98] Nunez P. L. A Study of Origins of the Time Dependencies of Scalp EEG: I - Theoretical Basis. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 1981; BME-28(3): 271–280. PMID: 7228073 DOI: 10.1109/tbme.1981.324700
- [99] Lopes da Silva F. Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1991; 79(2): 81–93. ²⁰ PMID: 1713832 DOI: 10.1016/0013-4694(91)90044-5
- [100] Steriade M., Gloor P., Llinás R. R. et al. Basic mechanisms of cerebral rhythmic activities. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1990; 76(6): 481–508. ⁶¹ ²⁰ PMID: 1701118 DOI: 10.1016/0013-4694(90)90001-z
- [101] Whittington M. A., Traub R. D., Kopell N. et al. Inhibition-based rhythms: experimental and mathematical observations on network dynamics. *International Journal of Psychophysiology*, 2000; 38(3): 315–336. PMID: 11102670 DOI: 10.1016/s0167-8760(00)00173-2
- [102] Davis H. Action potentials of the brain: in normal persons and in normal states of cerebral activity. *Arch NeurPsych*, 1936; 36(6): 1214. ¹ ⁸ DOI: 10.1001/archneurpsyc.1936.02260120061004

- [103] Lennox W. G., Gibbs E. L., Gibbs F. A. The brain-wave pattern, an hereditary trait; evidence from 74 "normal" pairs of twins. *Journal of Heredity*, 1945; 36: 233–243.
- [104] Loomis A. L., Harvey E. N., Hobart G. Brain Potentials During Hypnosis. *Science*, 1936; 83(2149): 239–241. PMID: 17809313 DOI: 10.1126/science.83.2149.239
- [105] Smit D. J. A., Boersma M., van Beijsterveldt C.E.M. et al. Endophenotypes in a Dynamically Connected Brain. *Behav Genet*, 2010; 40(2): 167–177. PMID: 20111993 PMCID: PMC2829652 DOI: 10.1007/s10519-009-9330-8
- [106] Van Baal G. C. M., De Geus E. J. C., Boomsma D. I. Genetic architecture of EEG power spectra in early life. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1996; 98(6): 502–514. PMID: 8763510 DOI: 10.1016/0013-4694(96)95601-1
- [107] Posthuma D., Neale M. C., Boomsma D. I., de Geus E. J. C. Are smarter brains running faster? Heritability of alpha peak frequency, IQ, and their interrelation. *Behavior Genetics*, 2001; 31(6): 567–579. PMID: 11838534 DOI: 10.1023/a:1013345411774
- [108] Smit C. M., Wright M. J., Hansell N. K. et al. Genetic variation of individual alpha frequency (IAF) and alpha power in a large adolescent twin sample. *International Journal of Psychophysiology*, 2006; 61(2): 235–243. PMID: 16338015 DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2005.10.004
- [109] Ibatoullina A. A., Vardaris R. M., Thompson L. Genetic and environmental influences on the coherence of background and orienting response EEG in children. *Intelligence*, 1994; 19(1): 65–78. DOI: 10.1016/0160-2896(94)90054-X.

- [110] Lubeiro A., Fatjó-Vilas M., Guardiola M. Analysis of KCNH2 and CACNA1C schizophrenia risk genes on EEG functional network modulation during an auditory odd-ball task. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 2020; 270(4): 433–442. PMID: 30607529 DOI: 10.1007/s00406-018-0977-0
- [111] Loo S. K., Hale S.T., Hanada G. et al. Familial clustering and DRD4 effects on electroencephalogram measures in multiplex families with attention deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2010; 49(4): 368–377. PMID: 20410729 PMCID: PMC2919766
- [112] Kramer G., van der Flier W. M., de Langen C. et al. EEG functional connectivity and ApoE genotype in Alzheimer’s disease and controls. *Clinical Neurophysiology*, 2008; 119(12): 2727–2732. PMID: 18848805 DOI: 10.1016/j.clinph.2008.08.019
- [113] Ponomareva N. V., Andreeva T.V., Protasova M. et al. Genetic association of apolipoprotein E genotype with EEG alpha rhythm slowing and functional brain network alterations during normal aging. *Front Neurosci*, 2022; 16: 931173. PMID: 35979332 PMCID: PMC9376365 DOI: 10.3389/fnins.2022.931173
- [114] Gadow K. D., Pinsonneault J. K., Perlman G., Sadee W. Association of dopamine gene variants, emotion dysregulation and ADHD in autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 2014; 35(7): 1658–1665. PMID: 24780147 PMCID: PMC4084560 DOI: 10.1016/j.ridd.2014.04.007
- [115] Blasi G., Bianco L.L., Taurisano P. et al. Functional Variation of the Dopamine D2 Receptor Gene Is Associated with Emotional Control as well as Brain Activity and Connectivity during Emotion Processing in Humans. *Journal of Neuroscience*, 2009;

29(47): 14812–14819. PMID: 19940176 PMCID: PMC2834475 DOI: 10.1523/JNEUROSCI.3609-09.2009

- [116] Lau J. Y. F., Goldman D., Buzas B. et al. BDNF gene polymorphism (Val66Met) predicts amygdala and anterior hippocampus responses to emotional faces in anxious and depressed adolescents. *NeuroImage*, 2010; 53(3): 952–961. PMID: 19931400 PMCID: PMC2888869 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2009.11.026
- [117] Koven N. S., Demers L. A. Discordant peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor and serotonin are associated with enhanced emotional intelligence in men. *Psychology & Neuroscience*, 2014; 7(4): 609–618. DOI: 10.3922/j.psns.2014.4.21
- [118] Gohier B., Senior C., Radua J. et al. Genetic modulation of the response bias towards facial displays of anger and happiness. *Eur Psychiatry*, 2014; 29(4): 197–202. PMID: 23769682 DOI: 10.1016/j.eurpsy.2013.03.003
- [119] Thompson J. M. D., Sonuga-Barke E.J., Morgan A.R. et al. The catechol-O-methyltransferase (COMT) Val158Met polymorphism moderates the effect of antenatal stress on childhood behavioural problems: longitudinal evidence across multiple ages: COMT and the Effect of Maternal Stress on Behaviour. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2012; 54(2): 148–154. PMID: 22070166 DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.04129.x
- [120] Kosonogov V., Vorobyeva E., Kovsh E., Ermakov P. A review of neurophysiological and genetic correlates of emotional intelligence. *IJCRSEE*, 2019; 7(1): 137–142. DOI: 10.5937/IJCRSEE1901137K