

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2024, Том 12, № 3 / 2024, Vol. 12, Iss. 3 <https://mir-nauki.com/issue-3-2024.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/47PSMN324.pdf>

5.3.2. Психофизиология (психологические науки)

5.12.1. Междисциплинарные исследования когнитивных процессов (психологические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Бадалов, А. А. Оценка спектральной мощности ритмов ЭЭГ в структуре исследования феномена VIR-одаренности / А. А. Бадалов, С. Н. Бровкина, А. А. Сорокин, Е. В. Суманов // Мир науки. Педагогика и психология. — 2024. — Т. 12. — № 3. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/47PSMN324.pdf>

For citation:

Badalov A.A., Brovkina S.N., Sorokin A.A., Sumanov Ye.V. Evaluation of the spectral power of EEG rhythms in the structure of the study of the phenomenon of VIR-giftedness. *World of Science. Pedagogy and psychology*. 2024;12(3): 47PSMN324. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/47PSMN324.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Авторы выражают благодарность д.б.н., профессору Кропотову Ю.Д. и к.б.н. Прониной М.В., ИМЧ РАН, Санкт-Петербург, Россия, за предоставленные нормативные данные спектральной мощности ЭЭГ

УДК 159.91

Бадалов Андрей Аскарлович

ГОУ ВПО «Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина», Бишкек, Кыргызская Республика
Старший преподаватель
E-mail: andrey.badalov@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9617-1637>

Бровкина Светлана Николаевна

Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызская Республика
Старший преподаватель
E-mail: brovkina04@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9261-9852>

Сорокин Александр Анатольевич

ГОУ ВПО «Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина», Бишкек, Кыргызская Республика
Доцент
Кандидат биологических наук
E-mail: aasorokin@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9682-8085>

Суманов Евгений Васильевич

Медицинский центр нейрофизиологических и сосудистых исследований, Калининград, Россия
Врач функциональной диагностики
Кандидат медицинских наук
E-mail: sum-evgenij@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5707-7610>

Оценка спектральной мощности ритмов ЭЭГ в структуре исследования феномена VIR-одаренности

Аннотация. В статье рассматривается вопрос нейрофизиологического обеспечения когнитивных функций присутим индивидам с «версативно-ингентивно-рапидным» (VIR)-типом личности. На примере выборки, включающей 74 респондента основной группы с VIR-типом личности, а также 330 респондентов контрольной группы продемонстрированы особенности спектров мощности электроэнцефалограммы во всех общепринятых

частотных диапазонах. По результатам исследований определены основные признаки нейрофункционального, присущие индивидуумам с VIR-типом личности, такие как: снижение мощности практически всех частотных диапазонов в задних отделах головного мозга и увеличение представленности высокочастотного альфа-диапазона в ассоциативных отделах головного мозга, осуществлена интерпретация полученных данных. Кроме того, в исследование добавлена дополнительная группа, включающая 107 респондентов, обладающих признаками, являющимися пограничными между контрольной и основной группой. Проиллюстрированы отличия дополнительной группы как от основной, так и от контрольной групп, которые позволяют заключить необходимость разделения лиц с VIR-типом личности в последующих исследованиях. Выявленные отличия позволяют подтвердить теорию К. Абрахама — Ш. Ференци — Л. Сонди о двух крайних полюсах формирующейся онтогенетически личностной структуры, закономерности образования которых заложены в особенности характеристик нейрофункционального базиса последней.

Ключевые слова: нейрофизиология; одаренность; интеллект; творческие способности; когнитивные процессы; высшая нервная деятельность; биоэлектрическая активность; электроэнцефалография

Введение

Изучение нейрофизиологических коррелятов процессов познавательной деятельности является одним из приоритетных направлений когнитивной психологии. Особую значимость приобретает подобного рода научный поиск в случае исследования механизмов интеллектуальной и творческой одаренности. Последние, как показала практика, могут быть оценены в достаточной степени только в случае использования междисциплинарного подхода в процессе научных изысканий.

Тем не менее, исследователи, использующие междисциплинарный подход к исследованию когнитивных функций, зачастую оказываются в затруднительном положении, связанном, в первую очередь, с проблемами методологического характера. Это касается, с одной стороны, психологического и нейрофизиологического инструментария, используемого в процессе научного опыта, особенно в случае поиска соответствий полученных разными способами (и специалистами различного профиля) показателей. С другой стороны, особое значение приобретает выбор группы исследования, что связано со многими факторами:

- все еще существует большие трудности в использовании дескриптивного аппарата: что такое «интеллект», «творчество» и «одаренность» — это до сих пор открытый в концептуальном плане вопрос;
- в условиях отсутствия четкого понимания предмета исследования автоматически возникают трудности, связанные с подбором методов: несмотря на кажущееся разнообразие последних, по-настоящему релевантной является далеко не вся, и даже не основная их совокупность;
- оценка респондента как интеллектуально и творчески одаренной личности на фоне описываемого концептуального и методологического дефицита становится слишком субъективной, что, в свою очередь, приводит или к излишнему снижению, или к излишнему повышению значимости индивидуально-типологических особенностей личности обследуемого.

На протяжении нескольких лет мы изучаем особенности когнитивных функций индивидов, описываемых нами как VIR-тип личности [1].

Концептуальной основой нашей работы и, в частности, выбора группы исследования, стала теория системной структуры мыслительной деятельности (интеллекта) Б.Н. Рыжова [2].

Данная теория описывает основные характеристики продуктивности интеллектуальной деятельности индивида — объем, удельную сложность и темп системообразования — и соотносит их с выделением особых системных способностей или свойств интеллекта: «версативностью», «ингенивностью» и «рапидностью» (соответственно, «широтой», «глубиной» и «быстротой» ума).

Типологический аспект представленной теории предполагает, что в человеческой популяции должны существовать группы лиц, которые обладают высокими показателями выраженности как отдельно взятых описываемых характеристик интеллекта, так и различных их комбинаций. Такого рода популяционную группу мы и называем VIR-типом личности. Изначально данные индивиды были описаны с позиции эмоционально-мотивационных особенностей «отцом» персонологии Н.А. Муггау под названием лиц с «комплексом Икара» еще в 1938 г. [3; 4].

В связи с тем, что исследования проводились преимущественно в рамках психологии развития, личностные особенности эмоционального реагирования и мотивационно-потребностных процессов получили приоритет в описании и оценке, когнитивные же особенности данных лиц долгое время оставались в тени. Несмотря на то, что в семидесятые годы 20-го столетия независимо и практически одновременно Ц.П. Короленко и N. Wiklund отмечали, что лица с подобной личностной структурой отличаются высоко развитыми когнитивными и творческими способностями, планомерное исследование последних так и не было начато [5–8].

В недавно опубликованных работах, основанных на длившемся несколько лет исследовании когнитивных функций исследуемой группы лиц, мы показали, что они действительно обладают превышающими средние по популяции показатели интеллектуальной одаренности, включая все три представленные Б.Н. Рыжовым системные характеристики мыслительной активности [9–11].

А признаки, положенные в основу поиска данных лиц в популяции, и изначально описанные Н.А. Муггау в рамках психоаналитической концепции (нарциссизм, склонность к возникновению энуреза, «зачарованность огнем»), получили свое нейрофизиологическое обоснование. Немаловажно отметить, что сам Н.А. Murray, будучи приверженцем гештальтпсихологической школы, ввел в психологию термин «регантность» [12], обозначающий соответствие психологических особенностей личности физиологическим особенностям функционирования головного мозга, т. е., также как и мы, придерживался теории психофизиологического изоморфизма [13].

Соответственно последней, используемая им терминология, несомненно, устаревшая, может быть межпарадигмально переведена в современное концептуально-теоретическое пространство. Так, согласно нашим исследованиям, нарциссизм может трактоваться с точки зрения изменения функционирования ассоциативных нижнетеменных отделов головного мозга данных лиц, а также присущей им полнезависимости в рамках теории Witkin Н. [13–17]. Энурез известен как один из основных клинических признаков, связанных со слабо дифференцированной «рукостью» или амбидекстрией [18; 19]. А катексис огня («зачарованность» видом пламени) — как повышенная реактивность на отдельные базовые зрительные стимулы с точки зрения теории экологической валидности Дж. Гибсона [20].

Нами также были опубликованы несколько работ, описывающих нейрофизиологические особенности когнитивной деятельности указанной группы лиц, однако они в целом только иллюстрируют саму возможность подобного рода научного поиска [1; 10; 11; 13].

Предлагаемая же читателю статья является первой из тех, где авторы берут на себя смелость оценки и обобщающей интерпретации нейрофункциональных признаков, полученных в результате многомерного исследования различных показателей биоэлектрической активности головного мозга индивидов с VIR-типом личности.

Материалы и методы

Выбор групп исследования

Нами были обследованы 2 433 студента 1–5 курсов Кыргызско-Российского Славянского университета и Кыргызской Государственной Медицинской академии, среди которых было отобрано 74 испытуемых с VIR-типом личности (основная группа — ОГ, средний возраст $20,4 \pm 2,9$). Критериями включения стали признаки комплекса Икара, описанные Ц.П. Короленко и N. Wiklund, которые заменили в классической триаде Н.А. Murray «нарциссизм» (в связи с нечеткими описательными рамками последнего) на присутствие у респондента в анамнезе частых сновидений «с ощущением полета, парения и невесомости» [5–7]. Таким образом, критериями включения стали:

- энурез неорганической природы в анамнезе (непроизвольное или преднамеренное испускание мочи в кровати или в одежде, которое происходило с частотой не реже 2 раз в месяц на протяжении не менее 6 месяцев в возрасте до 7 лет и не реже 1 раза в месяц на протяжении минимум 6 месяцев в возрасте 7 лет или старше);
- «зачарованность огнем» (стремление смотреть на открытое пламя, горящие предметы, светящиеся или мерцающие объекты с возникновением трансподобного состояния, с возникновением подобных эпизодов не менее 2 раз в год на протяжении не менее пяти лет);
- наличие в анамнезе частых (не менее 2 раз в год на протяжении не менее 5 лет) сновидений с ощущением «полета», «парения» или «падения в пропасть».

С целью объективации исследования были созданы две дополнительные группы. Структура первой из них была сформирована таким образом, чтобы входящие в нее лица несли признаки, являющиеся переходными между теми, что присущи индивидуумам с комплексом Икара и полным отсутствием таких признаков. Теоретическим базисом данной процедуры стали теория, разработанная К. Abraham и S. Ferenczi [21] и получившая дальнейшее развитие в работах L. Szondi [22], о возможности формирования у индивида двух вариантов каждой из описанных S. Freud и Н.А. Murray стадий развития [3; 23] — активного и пассивного. С физиологической точки зрения образование каждой из двух возможных форм определяется изменением функциональной межполушарной асимметрии: появление активной формы объясняется преобладанием в работе левой гемисферы, пассивной — правой гемисферы головного мозга [24].

В случае комплекса Икара («уретрального» в терминологии Н.А. Murray) исследуемая нами классическая форма является пассивной. Активная форма характеризуется отсутствием энуреза с формированием уретральной фиксации, возникновение состояний «зачарованности» (в современной терминологии «повседневного трансового состояния» [25] происходит не столько на световые стимулы, сколько на движущиеся, «полеты» во сне часто приобретают вид «провалов» и «падений». Была подобрана группа из 107 лиц с описанными признаками активной формы уретральной фиксации. Вследствие сходства признаков данной группы с признаками лиц с комплексом Икара, она получила название: основная группа 2 (ОГ2). Критериями исключения в ОГ1 и ОГ2 стали:

- эндогенные психические расстройства в анамнезе, а также повреждения или дисфункции головного мозга, вызванные экзогенными факторами (органические нарушения), кроме минимальной мозговой дисфункции в детском возрасте или в качестве ее аналога нейроциркуляторной дистонии («вегето-сосудистой» дистонии) диагностированной при достижении респондентом периода взрослости;
- прием психотропных препаратов во время или позднее, чем за две недели до проведения исследования.

В качестве контрольной группы (КГ) использовались записи ЭЭГ 330 испытуемых (средний возраст $23,1 \pm 5,4$) из нормативной базы данных NBI Database. Для отбора испытуемых в базу данных использовались следующие критерии: перинатальный период без патологии, отсутствие неврологических и психических расстройств, черепно-мозговых травм, судорожной и пароксизмальной активности в анамнезе. Все испытуемые давали добровольное согласие на участие в исследовании и на момент регистрации ЭЭГ не принимали никаких медицинских препаратов [26].

Регистрация ЭЭГ в ОГ и ОГ2

Регистрация электроэнцефалограмм производилась на компьютерном электроэнцефалографе ООО «Нейрон-спектр 4/ВПМ» с программным обеспечением «neuron-spectrum_NET-omega (v2.0.22.1). Расположение мостиковых хлорсеребряных электродов по международной системе 10–20 в отведениях: O1; O2; P3; P4; T5; T6; T3; T4; C3; C4; F3; F4; Fp1; Fp2. Запись производилась в полосе частот пропускания 0,5–30 Гц. Режекторный фильтр 50 Гц. Сопротивление электродов не превышало 5 кОм. Частота дискретизации ЭЭГ составляла 250 Гц, в некоторых исследованиях 500 Гц. Регистрация осуществлялась монополярно по отношению к левому и правому ушным электродам. По окончании записи она сохранялась в edf-формате.

Запись ЭЭГ проводилась в затемнённом, шумоизолированном помещении. Обследуемый располагался в удобном кресле с подголовником и подлокотниками. ЭЭГ регистрировалась в фоновом состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в течение не менее 3-х минут (в некоторых случаях до 5-и минут), проводились пробы: реакция активации (открыть-закрыть глаза), ритмической фотостимуляции (РФС, 1–20 Гц) и гипервентиляции (ГВ).

Регистрация ЭЭГ в КГ

Регистрацию ЭЭГ осуществляли с помощью аппаратно-программного комплекса «Мицар-201» (ООО «Мицар», Санкт-Петербург), компьютерной программы WinEEG (автор В.А. Пономарев) и 19-канальной электродной шапочки производства ElectroCap (ElectroCap, Eaton, Ohio, USA) в отведениях Fp1; Fp2; F7; F3; Fz; F4; F8; C3; Cz; C4; T3; T4; T5; T6; P3; Pz; P4; O1; O2 по международной системе 10–20 с заземляющим электродом в отведении Fpz. Электроды заполнялись небольшим количеством электропроводящего геля «ElectroGel». В качестве референтных использовались прилегающие к шапочке электроды-клипсы, располагавшиеся на мочках ушей. Место установки ушных электродов предварительно зачищали абразивным гелем «NuPrep». Далее электроды заполняли небольшим количеством электропроводящего геля «ElectroGel». Сопротивление электродов не превышало 5 кОм. Полоса пропускания составляла 0,53–30 Гц, применялся режекторный фильтр — 45–55 Гц, частота дискретизации ЭЭГ составляла 250 Гц.

Исследования проводились в затемненной экранированной комнате с частичной звукоизоляцией, испытуемые сидели в удобном кресле с подлокотниками. ЭЭГ регистрировалась в состоянии спокойного бодрствования при открытых и при закрытых глазах (минимум по три минуты каждая проба).

Обработка ЭЭГ данных

Для сравнения с ОГ и ОГ2 количество каналов ЭЭГ в данных из нормативной базы уменьшалось до 16.

Удаление артефактов проводилось с помощью автоматической процедуры, основанной на пороговых критериях. Из записей удалялись фрагменты, содержащие высокоамплитудные (более 100 мкВ) сигналы, а также медленные волны с частотой 0–1 Гц и амплитудой более 50 мкВ и быстрые волны с частотой 20–35 Гц и амплитудой более 35 мкВ хотя бы в одном канале.

Спектры мощности ЭЭГ рассчитывались для фрагментов ЭЭГ, зарегистрированных в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами, методом быстрого преобразования Фурье с длиной эпохи 4 с и перекрываемением эпох 50 %. Количественные оценки и сравнения спектральной мощности ЭЭГ проводили в дельта (1,5–4 Гц), тета (4–7,5 Гц), альфа-1 (7,5–10 Гц), альфа-2 (10–13 Гц), бета-1 (13–21 Гц), бета-2 (21–30 Гц) и гамма (30–40 Гц) частотных диапазонах.

Дизайн статистической обработки

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ SPSS 16.0 for Windows. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимается равным 0,05 (p — достигнутый уровень значимости). Проверка количественных признаков на соответствие нормальному закону распределения выполнена при помощи критерия Шапиро-Уилка. Описание количественных признаков, приведено в виде медианы и интерквартильного размаха. Сравнение данных проводилось при помощи критерия Манна-Уитни. В качестве поправки на множественную проверку гипотез при исследовании данных спектрального анализа мощности ЭЭГ был использован метод Бенджамини-Йекутиели, позволяющий избежать увеличения вероятности статистической ошибки как первого, так и второго рода [27].

Результаты и обсуждение

В последующем изложении полученные показатели и их интерпретация будут предоставлены в соответствии с подразделением частотных составляющих ЭЭГ испытуемых на отдельные группы диапазонов (в порядке проведения исследований): (1) дельта- и тета-диапазоны (низкочастотные); (2) альфа-1- и альфа-2-диапазоны (низкочастотный и высокочастотный альфа-диапазоны); (3) бета-1-, бета-2- и гамма-диапазоны (высокочастотные).

1. Дельта- и тета-диапазоны

Данные, отражающие показатели мощности дельта- и тета-диапазонов во всех трех исследуемых группах приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Показатели мощности дельта- и тета-диапазонов в ОГ и ОГ2 в сравнении с КГ

Дельта-диапазон					
Э	КГ	ОГ	p-value	ОГ2	p-value
Fp1	13,56 (8,79–24,35)	17,04 (10,06–25,43)	0,138	15,15 (9,75–22,63)	0,460
Fp2	14,12 (9,00–23,87)	16,46 (11,79–26,64)	0,083	15,00 (9,75–24,49)	0,452
F3	9,11 (7,14–13,37)	9,52 (7,49–13,92)	0,545	8,84 (5,99–12,54)	0,262
F4	9,53 (7,10–12,96)	9,93 (6,87–13,48)	0,749	9,30 (6,68–12,54)	0,533
F7	7,26 (5,13–11,06)	6,12 (4,52–9,24)	0,043	6,11 (3,96–8,24)	0,010
F8	7,86 (5,21–11,07)	6,15 (4,79–9,17)	0,055	6,75 (4,95–9,01)	0,113
C3	8,03 (6,04–10,76)	8,03 (5,90–10,93)	0,782	6,70 (4,56–9,94)	0,013
C4	8,37 (6,44–10,64)	7,82 (6,21–10,99)	0,454	7,05 (5,16–9,20)	0,018
T3	4,35 (3,21–5,87)	5,41 (3,59–7,45)	0,018	4,48 (2,81–6,25)	0,982
T4	4,38 (3,18–5,92)	4,72 (3,46–6,19)	0,157	4,11 (3,18–5,57)	0,460
T5	6,19 (4,13–8,66)	4,58 (3,43–6,65)	0,005	3,73 (2,65–4,86)	0,000007*
T6	6,54 (4,22–9,03)	4,81 (3,72–6,84)	0,003	3,13 (2,45–4,54)	0,000008*
P3	8,83 (5,81–11,91)	8,93 (5,50–12,84)	0,962	6,63 (5,10–9,30)	0,002
P4	8,72 (6,05–12,19)	8,05 (5,73–12,21)	0,809	7,21 (5,03–8,49)	0,001*
O1	8,68 (5,79–13,71)	7,97 (4,67–10,77)	0,168	5,81 (4,06–9,01)	0,00017*
O2	9,10 (5,78–13,73)	7,48 (4,72–11,00)	0,057	5,98 (3,75–10,18)	0,001*
Тета-диапазон					
Э	КГ	ОГ	p-value	ОГ2	p-value
Fp1	4,34 (3,34–6,69)	6,45 (3,88–8,81)	0,001*	4,52 (3,20–6,86)	0,757
Fp2	4,71 (3,32–6,54)	6,54 (4,05–9,81)	0,00048*	4,42 (3,05–7,70)	0,809
F3	5,44 (4,06–7,86)	6,22 (4,62–9,28)	0,239	4,54 (3,35–6,49)	0,008
F4	5,60 (3,86–7,66)	6,37 (4,45–9,62)	0,147	4,62 (3,19–6,26)	0,009
F7	3,07 (2,27–4,47)	3,71 (2,39–4,91)	0,407	2,42 (1,89–4,01)	0,073
F8	3,18 (2,32–4,53)	3,41 (2,56–4,99)	0,210	2,95 (2,11–4,08)	0,143
C3	5,82 (3,82–8,43)	5,67 (3,96–9,68)	0,753	4,12 (3,01–5,84)	0,001*
C4	5,79 (3,98–8,49)	6,06 (3,99–10,37)	0,647	4,17 (3,20–5,88)	0,00036*
T3	2,56 (1,84–3,75)	3,43 (2,34–5,15)	0,006	2,44 (1,59–3,81)	0,437
T4	2,55 (1,73–3,65)	2,89 (2,11–4,68)	0,019	2,06 (1,54–3,20)	0,110
T5	4,07 (2,56–6,20)	2,71 (1,88–4,71)	0,004	2,11 (1,37–3,05)	0,000009*
T6	3,92 (2,43–6,12)	3,28 (1,76–5,10)	0,007	1,76 (1,23–2,84)	0,000005*
P3	6,26 (3,68–9,47)	5,72 (3,62–11,73)	0,518	4,17 (3,01–5,75)	0,001*
P4	6,20 (3,77–9,26)	6,30 (4,03–11,72)	0,399	4,09 (3,05–6,06)	0,001*
O1	5,26 (3,44–8,97)	3,97 (2,89–7,99)	0,104	3,63 (2,30–5,18)	0,00024*
O2	5,25 (3,51–9,34)	4,44 (2,74–7,86)	0,091	3,66 (2,27–6,45)	0,001*

Условные обозначения: Э — электрод; * — отмечены показатели P несущие статистическую значимость после использования поправки Бенжамини-Иекутиели [27]. Средние значения приведены в виде медианы и межквартильного размаха. Составлено авторами на основе данных оригинального исследования

Как видно из данных таблиц 1 и 2, наибольшая степень отличий показателей мощности как дельта-, так и тета-диапазонов отмечается при сравнении ОГ2 и КГ — в первой группе они статистически значимо ниже. Подобное отличие наиболее характерно для задних отделов головного мозга — затылочных, теменных и, особенно, задневисочных, а в случае тета-диапазона, кроме того, и центральных. Показатели мощности как дельта-, так и тета-диапазонов в ОГ отличаются от соответствующих показателей в КГ статистически значимо в префронтальных областях и в задневисочных областях на уровне тенденции. При этом показатели мощности в ОГ в префронтальных отделах превышают, а в задневисочных снижены по отношению к таковым в КГ. Учитывая, что большинством исследователей признается, что дельта-диапазон ЭЭГ отражает усиление тормозных процессов в коре головного мозга [28] и уменьшение коркового тонуса [29], снижение показателей его мощности в задних отделах коры может указывать на более интенсивную работу последних в ОГ и, особенно, в ОГ2 по сравнению с КГ.

Таблица 2

Результаты сравнения показателей мощности дельта- и тета-диапазонов в ОГ и ОГ2

Дельта-диапазон			
Э	ОГ	ОГ2	p-value
Fp1	17,04 (10,06–25,43)	15,15 (9,75–22,63)	0,497
Fp2	16,46 (11,79–26,64)	15,00 (9,75–24,49)	0,364
F3	9,52 (7,49–13,92)	8,84 (5,99–12,54)	0,195
F4	9,93 (6,87–13,48)	9,30 (6,68–12,54)	0,408
F7	6,12 (4,52–9,24)	6,11 (3,96–8,24)	0,514
F8	6,15 (4,79–9,17)	6,75 (4,95–9,01)	0,599
C3	8,03 (5,90–10,93)	6,70 (4,56–9,94)	0,093
C4	7,82 (6,21–10,99)	7,05 (5,16–9,20)	0,152
T3	5,41 (3,59–7,45)	4,48 (2,81–6,25)	0,062
T4	4,72 (3,46–6,19)	4,11 (3,18–5,57)	0,091
T5	4,58 (3,43–6,65)	3,73 (2,65–4,86)	0,011
T6	4,81 (3,72–6,84)	3,13 (2,45–4,54)	0,00018*
P3	8,93 (5,50–12,84)	6,63 (5,10–9,30)	0,021
P4	8,05 (5,73–12,21)	7,21 (5,03–8,49)	0,029
O1	7,97 (4,67–10,77)	5,81 (4,06–9,01)	0,052
O2	7,48 (4,72–11,00)	5,98 (3,75–10,18)	0,147
Тета-диапазон			
Э	ОГ	ОГ2	p-value
Fp1	6,45 (3,88–8,81)	4,52 (3,20–6,86)	0,024
Fp2	6,54 (4,05–9,81)	4,42 (3,05–7,70)	0,021
F3	6,22 (4,62–9,28)	4,54 (3,35–6,49)	0,003
F4	6,37 (4,45–9,62)	4,62 (3,19–6,26)	0,001*
F7	3,71 (2,39–4,91)	2,42 (1,89–4,01)	0,046
F8	3,41 (2,56–4,99)	2,95 (2,11–4,08)	0,025
C3	5,67 (3,96–9,68)	4,12 (3,01–5,84)	0,004
C4	6,06 (3,99–10,37)	4,17 (3,20–5,88)	0,002
T3	3,43 (2,34–5,15)	2,44 (1,59–3,81)	0,008
T4	2,89 (2,11–4,68)	2,06 (1,54–3,20)	0,002
T5	2,71 (1,88–4,71)	2,11 (1,37–3,05)	0,009
T6	3,28 (1,76–5,10)	1,76 (1,23–2,84)	0,001*
P3	5,72 (3,62–11,73)	4,17 (3,01–5,75)	0,005
P4	6,30 (4,03–11,72)	4,09 (3,05–6,06)	0,002
O1	3,97 (2,89–7,99)	3,63 (2,30–5,18)	0,124
O2	4,44 (2,74–7,86)	3,66 (2,27–6,45)	0,123

Условные обозначения: Э — электрод; * — отмечены показатели P несущие статистическую значимость после использования поправки Бенжамини-Иекутиели [27]. Средние значения приведены в виде медианы и межквартильного размаха. Составлено авторами на основе данных оригинального исследования

В некоторой степени эти результаты касаются и тета-диапазона, т. к. функционально он несет ту же, что и дельта-диапазон, информационную нагрузку, свидетельствуя об уровне тормозного процесса [30; 31].

Необходимо отметить, однако, что существуют различные, порой даже диаметрально противоположные взгляды на функциональное значение тета-активности [32].

Высказываются мнения об участии ее в процессах квантования как внешней информации [33], так и полученной путем извлечения энграмм памяти [34].

Некоторые авторы рассматривают данный ритм как ритм напряжения [32]. Также большое количество работ посвящено участию тета-диапазона, особенно формирующегося во фронтальных (преимущественно средне-лобных) отделах в процессах решения мыслительных задач, процессах, связанных с рабочей и эпизодической памятью, пространственной навигацией, медитативных процессах и т. д. [35].

Позволим себе высказать мнение, базирующееся на теориях, учитывающих несколько форм функциональной асимметрии головного мозга: межполушарной, корково-подкорковой, лобно-затылочной [36], что функции данного диапазона биоэлектрической активности (как и любого другого) в передних и задних отделах коры могут существенно отличаться. Тем не менее, учитывая, что в указанных исследованиях показатели мощности тета-диапазона изучаются не в состоянии покоя (как в нашей работе), а в состоянии мыслительной деятельности, в дальнейшем мы будем говорить только о снижении мощности данного ритма в задних отделах и интерпретировать это как усиление в последних уровня активации.

2. Альфа-1 и альфа-2 диапазоны

Полученные показатели мощности альфа-1 и альфа-2-диапазонов исследуемых групп представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Показатели мощности альфа-диапазонов в ОГ и ОГ2 в сравнении с КГ

Альфа1-диапазон					
Э	КГ	ОГ	p-value	ОГ2	p-value
Fp1	3,05 (1,90–6,95)	5,07 (2,80–8,97)	0,067	2,59 (1,60–3,52)	0,012
Fp2	3,13 (1,89–6,84)	5,24 (2,79–9,24)	0,049	2,60 (1,60–3,52)	0,022
F3	4,54 (2,58–9,79)	5,95 (2,76–10,87)	0,506	2,33 (1,62–4,04)	0,000047*
F4	4,55 (2,44–9,72)	6,24 (3,12–12,60)	0,299	2,35 (1,72–3,88)	0,000036*
F7	2,23 (1,34–4,73)	2,93 (1,50–5,03)	0,738	1,41 (0,95–2,12)	0,000071*
F8	2,37 (1,38–4,91)	2,99 (1,59–5,75)	0,442	1,36 (0,87–2,39)	0,000032*
C3	5,54 (2,74–11,6)	6,00 (2,68–14,62)	0,844	2,45 (1,62–4,21)	0,000011*
C4	5,69 (2,95–11,81)	6,43 (2,95–17,09)	0,570	2,56 (1,72–4,18)	0,000006*
T3	2,17 (1,23–4,8)	2,74 (1,52–6,15)	0,159	1,38 (0,91–2,55)	0,001*
T4	2,24 (1,16–4,98)	2,58 (1,42–6,51)	0,380	1,27 (0,85–2,46)	0,00046*
T5	6,19 (2,91–16,49)	3,15 (1,24–6,33)	0,000025*	1,29 (0,79–2,70)	0,000002*
T6	6,50 (3,07–18,08)	3,60 (1,33–7,63)	0,00029*	1,32 (0,72–2,99)	0,000002*
P3	7,67 (3,79–20,05)	8,02 (3,37–24,05)	0,969	3,20 (1,73–5,83)	0,000002*
P4	8,56 (4,05–20,61)	9,05 (3,54–28,06)	0,975	3,44 (1,91–8,40)	0,000008*
O1	10,65 (4,95–30,14)	7,68 (3,18–16,99)	0,016	3,12 (1,65–8,67)	0,000002*
O2	10,94 (5,08–34,06)	7,16 (2,75–21,0)	0,005	3,35 (1,56–7,48)	0,000008*
Альфа2-диапазон					
Э	КГ	ОГ	p-value	ОГ2	p-value
Fp1	2,89 (1,67–4,72)	5,22 (2,57–6,96)	0,00011*	4,01 (1,79–6,63)	0,152
Fp2	2,93 (1,70–4,90)	5,12 (2,76–7,28)	0,00010*	3,82 (1,97–6,65)	0,148
F3	4,13 (2,45–6,31)	5,81 (3,39–9,99)	0,008	4,05 (2,16–7,84)	0,969
F4	4,06 (2,32–6,37)	6,89 (3,36–9,89)	0,001*	4,74 (2,16–8,09)	0,576
F7	2,27 (1,38–3,45)	3,31 (1,88–4,59)	0,006	2,75 (1,33–4,51)	0,489
F8	2,27 (1,34–3,67)	3,20 (1,94–4,72)	0,010	2,71 (1,22–4,53)	0,676
C3	5,27 (3,14–9,07)	9,03 (3,42–14,04)	0,029	5,11 (2,23–10,16)	0,599
C4	5,44 (3,38–8,99)	8,62 (4,09–14,03)	0,006	6,04 (2,15–10,08)	0,628
T3	2,51 (1,53–3,89)	4,02 (2,19–6,70)	0,0003*	2,84 (1,55–5,07)	0,495
T4	2,51 (1,56–3,67)	3,13 (2,00–5,20)	0,014	2,50 (1,76–5,74)	0,367
T5	8,04 (3,87–14,83)	3,26 (2,06–5,07)	0,0000005*	3,10 (1,35–5,77)	0,000002*
T6	8,70 (4,40–17,30)	4,66 (2,21–7,16)	0,0000012*	2,85 (1,45–6,94)	0,000003*
P3	10,37 (5,43–18,51)	17,92 (8,64–32,85)	0,006	8,86 (3,35–24,48)	0,506
P4	10,86 (6,01–22,10)	18,08 (9,07–34,4)	0,001*	11,79(4,26–27,25)	0,960
O1	18,83 (8,97–42,83)	16,54 (8,66–26,05)	0,204	11,32 (5,54–31,23)	0,006
O2	20,31 (9,72–43,01)	15,55 (7,27–32,63)	0,149	18,40 (4,48–26,57)	0,014

Условные обозначения: Э — электрод; * отмечены показатели P несущие статистическую значимость после использования поправки Бенжамини-Иекутиели [27]. Средние значения приведены в виде медианы и межквартильного размаха. Составлено авторами на основе данных оригинального исследования

Таблица 4

Результаты сравнения показателей мощности альфа-диапазонов в ОГ и ОГ2

Альфа1-диапазон			
Э	ОГ	ОГ2	p-value
Fp1	5,07 (2,80–8,97)	2,59 (1,60–3,52)	0,00035*
Fp2	5,24 (2,79–9,24)	2,60 (1,60–3,52)	0,001*
F3	5,95 (2,76–10,87)	2,33 (1,62–4,04)	0,0001*
F4	6,24 (3,12–12,60)	2,35 (1,72–3,88)	0,0002*
F7	2,93 (1,50–5,03)	1,41 (0,95–2,12)	0,0004*
F8	2,99 (1,59–5,75)	1,36 (0,87–2,39)	0,0002*
C3	6,00 (2,68–14,62)	2,45 (1,62–4,21)	0,0003*
C4	6,43 (2,95–17,09)	2,56 (1,72–4,18)	0,0001*
T3	2,74 (1,52–6,15)	1,38 (0,91–2,55)	0,0004*
T4	2,58 (1,42–6,51)	1,27 (0,85–2,46)	0,001*
T5	3,15 (1,24–6,33)	1,29 (0,79–2,70)	0,002*
T6	3,60 (1,33–7,63)	1,32 (0,72–2,99)	0,0003*
P3	8,02 (3,37–24,05)	3,20 (1,73–5,83)	0,0003*
P4	9,05 (3,54–28,06)	3,44 (1,91–8,40)	0,001*
O1	7,68 (3,18–16,99)	3,12 (1,65–8,67)	0,005
O2	7,16 (2,75–21,0)	3,35 (1,56–7,48)	0,008
Альфа2-диапазон			
Э	ОГ	ОГ2	p-value
Fp1	5,22 (2,57–6,96)	4,01 (1,79–6,63)	0,109
Fp2	5,12 (2,76–7,28)	3,82 (1,97–6,65)	0,069
F3	5,81 (3,39–9,99)	4,05 (2,16–7,84)	0,058
F4	6,89 (3,36–9,89)	4,74 (2,16–8,09)	0,035
F7	3,31 (1,88–4,59)	2,75 (1,33–4,51)	0,157
F8	3,20 (1,94–4,72)	2,71 (1,22–4,53)	0,171
C3	9,03 (3,42–14,04)	5,11 (2,23–10,16)	0,027
C4	8,62 (4,09–14,03)	6,04 (2,15–10,08)	0,016
T3	4,02 (2,19–6,70)	2,84 (1,55–5,07)	0,042
T4	3,13 (2,00–5,20)	2,50 (1,76–5,74)	0,288
T5	3,26 (2,06–5,07)	3,10 (1,35–5,77)	0,447
T6	4,66 (2,21–7,16)	2,85 (1,45–6,94)	0,099
P3	17,92 (8,64–32,85)	8,86 (3,35–24,48)	0,023
P4	18,08 (9,07–34,4)	11,79(4,26–27,25)	0,037
O1	16,54 (8,66–26,05)	11,32 (5,54–31,23)	0,184
O2	15,55 (7,27–32,63)	18,40 (4,48–26,57)	0,439

Условные обозначения: Э — электрод; * отмечены показатели P несущие статистическую значимость после использования поправки Бенжамини-Иекутиели [27]. Средние значения приведены в виде медианы и межквартильного размаха. Составлено авторами на основе данных оригинального исследования

Альфа-диапазон является наиболее изученным из всех частотных диапазонов ЭЭГ, однако при этом определение его функционального значения до сих пор остается предметом дискуссий. Большинство теорий, описывающих роль альфа-диапазона в общей биоэлектрической активности головного мозга, можно разделить на две основные группы. Первая группа теорий, берущая свое начало из работ E.D. Adrian и B.N. Matthews [37], постулирует, что альфа-диапазон является т.н. ритмом «холостого хода», т. е. наличие его в тех или иных отделах головного мозга означает состояние функционального покоя последних. Другая группа теорий, базирующаяся на концепции W.G. Walter [38], связывает альфа-диапазон с процессами сканирования и квантования поступающей информации. В той или иной степени справедливы, по всей видимости, обе парадигмы: при этом превалирование какого-то функционального механизма может быть связано с частотой альфа-активности. Существует достаточно большое

количество работ, посвященных анализу функционального значения высоко- и низкочастотных компонентов альфа-диапазона. Согласно активационной теории D.B.Lindsley [39], альфа-диапазон отражает состояние функционального покоя, а возрастание его частоты и последующая реакция десинхронизации означают активизацию процессов переработки информации. Эту теорию подтверждает абсолютное большинство приводимых в литературе экспериментальных данных [32].

Существует большое количество исследований связывающих частоту альфа-диапазона с интеллектом [40–42], высокими скоростными показателями принятия решений [28; 31; 43] различием в поведенческих стратегиях [44], беглостью выполнения когнитивных [45–48] и психомоторных заданий [49; 50], а также степенью владения профессиональными навыками [49; 51], в то время как замедление доминирующего ритма ниже нормативного диапазона является предиктором снижения интеллектуальной активности [52].

Именно в связи с этим нами было проведено разделение активности альфа-диапазона в исследуемых группах на высоко- и низкочастотную составляющие, и в ходе экспериментальной проверки такой подход полностью оправдал себя.

Исследуемые группы (ОГ и ОГ2) не только достаточно сильно отличаются по особенностям альфа-активности как от КГ, так и между собой, но и демонстрируют эти различия по-разному, в зависимости от исследуемой частоты альфа-диапазона. Наибольшее количество статически значимых расхождений между показателями ОГ2 с одной стороны и показателями ОГ и КГ с другой, наблюдаются на частоте альфа1-диапазона. При этом полученные значения показателей указывают на сниженную мощность альфа1-активности в данной (ОГ2) группе респондентов.

На частоте альфа-2-диапазона подобного рода отличия касаются только задневисочных отделов головного мозга (для этих отделов, и только для них, характерно отличие между ОГ и КГ на альфа-1-частоте). Напротив, большая часть расхождений в значении показателей ОГ связана с альфа-2-диапазоном. Однако, в отличие от ОГ2, здесь мощность альфа-активности может быть как выше, так и ниже, чем в КГ (статистически значимых отличий между ОГ2 и ОГ в альфа-2-диапазоне мы не обнаружили). Увеличение мощности альфа-2-активности в ОГ по сравнению с КГ отмечается в первую очередь в префронтальных, фронтальных и теменных отделах головного мозга исследуемых лиц, а на уровне тенденции также в центральных и передневисочных областях. При этом задневисочные и затылочные области демонстрируют значимое снижение мощности альфа-2-диапазона в ОГ по сравнению с КГ.

Как и в случае с разделением концепций функциональной значимости альфа-активности на две основные группы как указывалось выше, распределение спектров мощности альфа-диапазона в исследуемых группах также включает в себя два базовых момента в интерпретации полученных данных. Во-первых, снижение мощности ЭЭГ в альфа-диапазоне, причем как низкочастотного, так и высокочастотного его компонентов, в задних отделах головного мозга исследуемых лиц (такого рода особенности альфа-активности, характерны в обычных условиях для спокойного бодрствования с открытыми глазами [30]), может говорить о высокой функциональной активности этих отделов, относящихся ко второму функциональному блоку по А.Р. Лурия [53], что определяет высокую эффективность выполнения данными лицами когнитивных тестов [10; 11; 54].

При этом снижение мощности альфа-диапазона (преимущественно на частотах альфа-1) также и в передних отделах в ОГ2, скорее всего означает высокую активность обработки информации, связанную, в первую очередь, с первичными когнитивными процессами (память, внимание, скорость решения задач и т. д.). Во-вторых, увеличение мощности альфа-диапазона (преимущественно на альфа-2 частотах) в префронтальных и теменных областях головного

мозга респондентов из ОГ2, то есть в областях, относящихся к третьему функциональному блоку по А.Р. Лурия [53] и являющихся третичными ассоциативными полями, может служить предиктором нескольких наблюдаемых в психологическом эксперименте эффектов. Сюда могут быть отнесены увеличение количества обрабатываемой информации, которая в обычных условиях должна подвергаться достаточно интенсивной фильтрации и сокращению в объеме, а также использование большого количества нерелевантной информации в принятии решения, что в целом приводит к формированию у исследуемых лиц описываемого нами эффекта «полисемантизма» [13; 55].

Эти предположения совпадают с опубликованными нами ранее данными когнитивных тестов и применения кросс-корреляционного анализа ЭЭГ респондентов с VIR-типом личности [15]. Кроме того, исследуя электрическую активность мозга, G. Walter выделил три группы людей: P — с устойчивой альфа-активностью, R — с реактивным альфа-ритмом, M — с отсутствием заметного альфа-ритма даже в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами [32]. Он утверждал, что для лиц первого типа (P) характерно наличие выраженного абстрактного мышления, а для лиц третьего (M)-предметного (в частности, зрительного). Подобного рода отличия, прослеживающиеся в нашем опыте между ОГ и ОГ2, могут служить опорой для дальнейших исследований, так как отсутствие сходства в данных группах паттернов биоэлектрической активности, указывает на разницу в стратегиях обработки информации респондентов, входящих в каждую из них. Т.е., если лица из ОГ2 демонстрируют преимущественно высокую эффективность на стадии поверхностной обработки (сенсорный, поддетальный анализ и анализ паттерна), то лица из ОГ на более глубокой стадии (ассоциативный и семантический анализ). Что, в свою очередь, может проявляться повышением уровня интеллекта в узком его значении как способности решения конвергентных задач у первых, и повышением уровня творческих способностей как зависящих от дивергентного мышления у вторых. Однако эта гипотеза нуждается в дальнейшей проверке.

3. Бета-1, бета-2 и гамма-диапазоны

Показатели мощности бета-1, бета-2 и гамма-диапазонов исследуемых групп сведены в таблицы 5 и 6.

Таблица 5

Показатели мощности бета- и гамма-диапазонов в ОГ и ОГ2 в сравнении с КГ

Бета-1-диапазон					
Э	КГ	ОГ	p-value	ОГ2	p-value
Fp1	1,79 (1,30–1,84)	1,89 (1,45–2,84)	0,255	1,84 (1,33–2,50)	0,944
Fp2	1,77 (1,33–2,54)	2,18 (1,48–2,72)	0,100	1,68 (1,34–2,46)	0,774
F3	2,38 (1,72–3,54)	2,23 (1,74–3,52)	0,616	1,92 (1,31–2,65)	0,007
F4	2,38 (1,61–3,55)	2,36 (1,79–3,27)	0,921	1,87 (1,43–2,66)	0,017
F7	1,52 (1,13–2,20)	1,40 (1,00–2,04)	0,168	1,32 (0,84–2,02)	0,042
F8	1,52 (1,14–2,22)	1,53 (1,06–2,21)	0,550	1,29 (0,97–1,79)	0,018
C3	2,90 (1,97–4,09)	2,75 (1,91–3,87)	0,802	2,15 (1,37–3,29)	0,003*
C4	2,85 (1,99–4,03)	2,72 (1,88–4,13)	0,796	2,11 (1,41–3,16)	0,002*
T3	1,68 (1,18–2,33)	1,99 (1,50–3,54)	0,005	1,78 (1,10–2,71)	0,793
T4	1,65 (1,17–2,53)	1,92 (1,40–2,60)	0,041	1,64 (1,08–2,91)	0,829
T5	3,10 (1,84–4,45)	1,56 (1,30–2,45)	0,000007*	1,70 (1,14–2,68)	0,000001*
T6	2,81 (1,92–4,46)	1,74 (1,19–2,58)	0,000007*	1,39 (0,94–2,14)	0,000002*
P3	3,57 (2,32–5,53)	3,60 (2,57–5,80)	0,714	2,50 (1,91–3,94)	0,018
P4	3,59 (2,36–5,55)	3,55 (2,49–6,20)	0,877	2,70 (2,10–4,49)	0,021
O1	4,89 (2,95–7,30)	2,81 (1,85–6,10)	0,001*	3,07 (1,79–4,93)	0,001*
O2	4,73 (2,90–7,79)	3,07 (1,92–4,88)	0,00015*	2,85 (1,91–4,32)	0,00009*

Бета-2-диапазон					
Э	КГ	ОГ	p-value	ОГ2	p-value
Fp1	0,88 (0,64–1,21)	0,80 (0,57–1,29)	0,280	0,81 (0,57–1,43)	0,453
Fp2	0,88 (0,64–1,19)	0,85 (0,53–1,32)	0,813	0,89 (0,56–1,23)	0,689
F3	0,93 (0,66–1,29)	0,73 (0,53–1,10)	0,052	0,69 (0,43–1,13)	0,008
F4	0,87 (0,60–1,17)	0,67 (0,49–1,13)	0,115	0,74 (0,49–1,04)	0,042
F7	0,69 (0,52–0,96)	0,49 (0,36–0,74)	0,00015*	0,51 (0,29–0,72)	0,00043*
F8	0,68 (0,52–0,93)	0,51 (0,32–0,72)	0,001*	0,53 (0,34–0,76)	0,001*
C3	0,97 (0,66–1,33)	0,85 (0,62–1,22)	0,392	0,69 (0,41–1,12)	0,006
C4	0,93 (0,68–1,24)	0,74 (0,55–1,16)	0,041	0,74 (0,39–1,00)	0,001*
T3	0,60 (0,45–0,88)	0,75 (0,44–1,28)	0,080	0,68 (0,34–1,24)	0,828
T4	0,57 (0,43–0,98)	0,67 (0,39–1,34)	0,418	0,70 (0,33–1,31)	0,664
T5	0,76 (0,59–1,14)	0,50 (0,36–0,82)	0,000043*	0,65 (0,41–1,40)	0,185
T6	0,74 (0,53–1,11)	0,53 (0,34–1,11)	0,005	0,52 (0,30–1,01)	0,004
P3	0,98 (0,67–1,34)	0,87 (0,60–1,66)	0,581	0,72 (0,51–1,16)	0,019
P4	0,95 (0,67–1,33)	0,76 (0,56–1,56)	0,485	0,68 (0,50–1,07)	0,011
O1	1,15 (0,78–1,61)	0,78 (0,55–1,60)	0,005	0,95 (0,59–2,09)	0,185
O2	1,13 (0,78–1,66)	0,95 (0,54–1,49)	0,004	0,82 (0,62–1,33)	0,012
Гамма-диапазон					
Э	КГ	ОГ	p-value	ОГ2	p-value
Fp1	0,37 (0,24–0,56)	0,14 (0,08–0,23)	0,0000001*	0,16 (0,11–0,32)	0,000001*
Fp2	0,34 (0,23–0,55)	0,16 (0,10–0,26)	0,0000002*	0,17 (0,11–0,29)	0,000002*
F3	0,24 (0,17–0,32)	0,10 (0,06–0,17)	0,0000002*	0,12 (0,06–0,17)	0,000003*
F4	0,22 (0,16–0,30)	0,10 (0,06–0,15)	0,0000004*	0,10 (0,06–0,15)	0,000005*
F7	0,26 (0,18–0,39)	0,08 (0,06–0,15)	0,0000002*	0,08 (0,05–0,20)	0,000008*
F8	0,24 (0,16–0,33)	0,08 (0,05–0,12)	0,0000005*	0,08 (0,05–0,16)	0,000002*
C3	0,22 (0,16–0,33)	0,10 (0,07–0,18)	0,0000005*	0,10 (0,05–0,18)	0,000003*
C4	0,21 (0,16–0,32)	0,09 (0,05–0,16)	0,0000003*	0,09 (0,06–0,15)	0,000001*
T3	0,21 (0,12–0,42)	0,11 (0,07–0,28)	0,00015*	0,12 (0,05–0,26)	0,00015*
T4	0,21 (0,11–0,45)	0,12 (0,06–0,20)	0,0000073*	0,12 (0,06–0,37)	0,001*
T5	0,22 (0,15–0,30)	0,08 (0,05–0,15)	0,0000008*	0,11 (0,06–0,21)	0,000011*
T6	0,21 (0,15–0,28)	0,08 (0,05–0,17)	0,0000001*	0,09 (0,05–0,17)	0,000007*
P3	0,23 (0,16–0,29)	0,09 (0,06–0,16)	0,0000001*	0,09 (0,06–0,15)	0,000005*
P4	0,23 (0,16–0,31)	0,09 (0,06–0,15)	0,0000001*	0,10 (0,06–0,14)	0,000007*
O1	0,25 (0,18–0,39)	0,11 (0,06–0,16)	0,0000002*	0,13 (0,08–0,30)	0,000013*
O2	0,25 (0,18–0,35)	0,12 (0,07–0,15)	0,0000004*	0,12 (0,07–0,22)	0,000003*

Условные обозначения: Э — электрод; * отмечены показатели P несущие статистическую значимость после использования поправки Бенжамини-Иекутиели [27]. Средние значения приведены в виде медианы и межквартильного размаха. Составлено авторами на основе данных оригинального исследования

Таблица 6

Результаты сравнения показателей мощности бета- и гамма-диапазонов в ОГ и ОГ2

Бета-1-диапазон			
Э	ОГ	ОГ2	p-value
Fp1	1,89 (1,45–2,84)	1,84 (1,33–2,50)	0,338
Fp2	2,18 (1,48–2,72)	1,68 (1,34–2,46)	0,127
F3	2,23 (1,74–3,52)	1,92 (1,31–2,65)	0,073
F4	2,36 (1,79–3,27)	1,87 (1,43–2,66)	0,921
F7	1,40 (1,00–2,04)	1,32 (0,84–2,02)	0,431
F8	1,53 (1,06–2,21)	1,29 (0,97–1,79)	0,136
C3	2,75 (1,91–3,87)	2,15 (1,37–3,29)	0,027
C4	2,72 (1,88–4,13)	2,11 (1,41–3,16)	0,033
T3	1,99 (1,50–3,54)	1,78 (1,10–2,71)	0,081
T4	1,92 (1,40–2,60)	1,64 (1,08–2,91)	0,253
T5	1,56 (1,30–2,45)	1,70 (1,14–2,68)	0,807
T6	1,74 (1,19–2,58)	1,39 (0,94–2,14)	0,029
P3	3,60 (2,57–5,80)	2,50 (1,91–3,94)	0,025
P4	3,55 (2,49–6,20)	2,70 (2,10–4,49)	0,066
O1	2,81 (1,85–6,10)	3,07 (1,79–4,93)	0,915
O2	3,07 (1,92–4,88)	2,85 (1,91–4,32)	0,567

Бета-2-диапазон			
Э	ОГ	ОГ2	p-value
Fp1	0,80 (0,57–1,29)	0,81 (0,57–1,43)	0,901
Fp2	0,85 (0,53–1,32)	0,89 (0,56–1,23)	0,843
F3	0,73 (0,53–1,10)	0,69 (0,43–1,13)	0,654
F4	0,67 (0,49–1,13)	0,74 (0,49–1,04)	0,695
F7	0,49 (0,36–0,74)	0,51 (0,29–0,72)	0,836
F8	0,51 (0,32–0,72)	0,53 (0,34–0,76)	0,804
C3	0,85 (0,62–1,22)	0,69 (0,41–1,12)	0,136
C4	0,74 (0,55–1,16)	0,74 (0,39–1,00)	0,439
T3	0,75 (0,44–1,28)	0,68 (0,34–1,24)	0,310
T4	0,67 (0,39–1,34)	0,70 (0,33–1,31)	0,841
T5	0,50 (0,36–0,82)	0,65 (0,41–1,40)	0,180
T6	0,53 (0,34–1,11)	0,52 (0,30–1,01)	0,497
P3	0,87 (0,60–1,66)	0,72 (0,51–1,16)	0,234
P4	0,76 (0,56–1,56)	0,68 (0,50–1,07)	0,215
O1	0,78 (0,55–1,60)	0,95 (0,59–2,09)	0,310
O2	0,95 (0,54–1,49)	0,82 (0,62–1,33)	0,753
Гамма-диапазон			
Э	ОГ	ОГ2	p-value
Fp1	0,14 (0,08–0,23)	0,16 (0,11–0,32)	0,247
Fp2	0,16 (0,10–0,26)	0,17 (0,11–0,29)	0,685
F3	0,10 (0,06–0,17)	0,12 (0,06–0,17)	0,639
F4	0,10 (0,06–0,15)	0,10 (0,06–0,15)	0,968
F7	0,08 (0,06–0,15)	0,08 (0,05–0,20)	0,809
F8	0,08 (0,05–0,12)	0,08 (0,05–0,16)	0,622
C3	0,10 (0,07–0,18)	0,10 (0,05–0,18)	0,771
C4	0,09 (0,05–0,16)	0,09 (0,06–0,15)	0,912
T3	0,11 (0,07–0,28)	0,12 (0,05–0,26)	0,710
T4	0,12 (0,06–0,20)	0,12 (0,06–0,37)	0,661
T5	0,08 (0,05–0,15)	0,11 (0,06–0,21)	0,105
T6	0,08 (0,05–0,17)	0,09 (0,05–0,17)	0,735
P3	0,09 (0,06–0,16)	0,09 (0,06–0,15)	0,989
P4	0,09 (0,06–0,15)	0,10 (0,06–0,14)	0,915
O1	0,11 (0,06–0,16)	0,13 (0,08–0,30)	0,093
O2	0,12 (0,07–0,15)	0,12 (0,07–0,22)	0,369

Условные обозначения: Э — электрод; * отмечены показатели P несущие статистическую значимость после использования поправки Бенжамини-Иекутиели [27]. Средние значения приведены в виде медианы и межквартильного размаха. Составлено авторами на основе данных оригинального исследования

Как следует из концепции А.С. Mundy-Castle [56], диапазон бета-частот функционально неоднороден и разделяется на два поддиапазона, первый из которых (бета-1), часто связан с альфа-диапазоном, тогда как второй более самостоятелен, а усиление его свидетельствует о повышении (в отличие от соответствующих изменений альфа-диапазона) активации головного мозга. Исходя из полученных нами данных, мы можем в целом согласиться с данной теорией, так как показатели мощности бета-1-диапазона действительно близки по своим особенностям показателям альфа-активности, особенно для ОГ: это касается в первую очередь, снижения мощности бета-1-диапазона в задних отделах головного мозга (затылочных и задневисочных). Показатели мощности бета-2-диапазона как в ОГ, так и в ОГ2, правда, отличаются от соответствующих в КГ не слишком интенсивно, кроме того, значимо отличающиеся показатели перераспределены в сторону передневисочных и заднефронтальных отделов головного мозга. Однако, это, по нашему мнению, может быть связано с тем, что граница между бета-1- и бета-2-диапазонами не является четко установленной и ее значения до сих пор служат предметом дискуссии, отличаясь от автора к автору [30]. Гораздо более очевидные отличия демонстрируют при этом показатели на частоте гамма-диапазона. Как мы видим из данных таблицы 5, они статистически значимо отличаются от соответствующих показателей КГ как в

ОГ, так и в ОГ2 во всех отведениях: мощность гамма-диапазона в обеих исследуемых группах гораздо ниже, чем в группе сравнения.

Интерпретация биоэлектрической активности в высокочастотном диапазоне представляет собой довольно сложную задачу, тем не менее, исходя из теории А.С. Mundy-Castle, мы можем заключить, что в бета- и гамма- диапазонах более низкочастотная активность действительно близка к альфа-активности как по своему функциональному значению, так и по особенностям изменения. В то время как высокочастотные диапазоны бета-гамма-континуума скорее связаны с процессами активации. Считается, что синхронизация на частотах бета-диапазона может представлять собой след постактизации и нейрофизиологически интерпретируется как процесс перезагрузки: стирание следов информации, используемой ранее, и подготовка системы к новым действиям [52]. Синхронизация бета-активности также играет роль в эндогенных нисходящих процессах управления вниманием [57–62], рабочей памятью [63; 64], поиском [65–68], распознаванием объектов [69], восприятием [70–73] и сенсомоторной интеграцией [54; 74–76]. Синхронизация в гамма-диапазоне играет существенную роль в процессах интеграции сенсорной информации [77–79]. Возникает закономерный вопрос: если снижение мощности низкочастотных диапазонов ЭЭГ, выявленное нами в задних отделах головного мозга исследуемых лиц с VIR-типом личности, интерпретировалось нами как повышение биоэлектрической активности данных областей, то следовало бы ожидать повышения в этих зонах активности высокочастотного бета- и, особенно, гамма-диапазонов, чего мы не наблюдаем если исходить из показателей таблицы 5.

Тем не менее, в данном случае мы склонны придерживаться гипотезы К.В. Судакова [80], согласно которой нейрофизиологическим коррелятом эффективности деятельности испытуемых является феномен усиления биоэлектрических взаимодействий по сравнению с исходным состоянием. То есть сниженный уровень активации отдельных зон головного мозга исследуемых лиц в покое по сравнению с КГ может быть предиктором более выраженной их активизации в процессе деятельности непосредственно связанной с решением задач. С другой стороны, подобного рода снижение функциональной активности может приводить к формированию у лиц с VIR-типом личности присущего им «полисемантизма» и повышенной склонности к «детализации» информации, со снижением ее глобальной синтетической обработки [10; 11; 13; 54].

Несомненно, обе эти гипотезы нуждаются в дальнейшей проверке, предопределяя необходимость проведения исследований, связанных с изучением нейрофизиологических показателей работы головного мозга лиц с РИИ в процессе мыслительной деятельности, особенно с точки зрения формирования при этом функциональных связей различных отделов коры между собой.

Заключение

Таким образом, исследование мощности различных ритмов ЭЭГ лиц с VIR-типом личности позволяет выявить у них следующие основные признаки изменения биоэлектрической активности головного мозга:

1. Снижение мощности практически всех частотных диапазонов в задних отделах головного мозга, что может свидетельствовать о повышенной функциональной активности данных областей.
2. Увеличение представленности высокочастотного альфа-диапазона в ассоциативных отделах головного мозга, связанное, по всей видимости, с изменением процессов селекции используемой в мыслительных процедурах для принятия решения информации.

3. Разделение группы исследуемых лиц на две подгруппы согласно нейропсихоаналитической концепции позволяет более дифференцированно подойти к исследованию феномена VIR-одаренности и может быть использовано в дальнейших научных изысканиях.

В отношении последнего вывода стоит добавить несколько слов. Е.А. Жирмунская в своей монографии «Клиническая электроэнцефалография» приводит данные Ф.Я. Золотарева, выделявшего три варианта паттернов ЭЭГ у практически здоровых индивидов [81]:

1. Организованный, регулярный альфа-ритм высокой амплитуды с постоянными периодами. Флуктуации периодов тем меньше, чем выше амплитуда. При этом, вызванная световыми раздражениями (навязанная) активность в пределах полосы альфа-частот не превышает по своей интенсивности фоновую.
2. Альфа-ритм нерегулярный с непостоянными периодами с наличием вспышек более высокой амплитуды. Вызванная световыми раздражениями альфа-активность по амплитуде обычно высокая.
3. Плоский вариант ЭЭГ с нерегулярной, низкоамплитудной активностью. Навязывание ритма световых мельканий чаще отсутствует. Иногда, наоборот, вызванная активность с частотой 8–13 Гц имеет высокую амплитуду.

При этом вариант 1 характеризуется тем, что регулирующие, синхронизирующие и десинхронизирующие системы мозга работают эффективно и сбалансировано. Вариант 2 указывает на существование частых, скачкообразных изменений в соотношении потоков синхронизирующих и десинхронизирующих влияний. А вариант «3» свидетельствует о стойком повышении влияний со стороны активирующих систем. При этом вариант 2 образуется вследствие усиления влияния со стороны диэнцефальных (таламус и гипоталамус), а вариант 3 мезэнцефальных (мост и средний мозг) структур. Далее, цитируя работу В.Е. Майорчик [81; 82], Е.А. Жирмунская связывает влияние диэнцефальных структур преимущественно с лобными и центральными, а мезэнцефальных — с затылочно-теменными и височными отделами головного мозга.

Нетрудно заметить, что описываемый Е.А. Жирмунской и Ф.Я. Золотаревым вариант 2 ЭЭГ во многом соответствует данным полученным нами для ОГ, а вариант 3 — для ОГ2 лиц с VIR-типом личности. Таким образом, исходя из полученных данных, можно предположить, что формирование психологических свойств лиц из ОГ и ОГ2 происходит на сходной основе, однако обеспечивающие его мозговые системы относятся к реципрокно-функционирующим (синхронизирующие-десинхронизирующие системы ствола, передние (моторные) и задние (сенсорные) отделы головного мозга). Последнее как раз и обеспечивает то качественное разнообразие, позволяющее утверждать, что психическая структура лиц, входящих в ОГ2 не служит «переходным» вариантом между VIR-типом и лицами с отсутствием признаков присущих последним, но скорее является специфической формой VIR-типа личности

В целом, полученные данные, несомненно, нуждаются в дальнейшей экспериментальной проверке, которая должна включать в себя, в первую очередь, изучение корреляционных взаимоотношений нейрофизиологических и когнитивных показателей, а также исследование взаимосвязей различных областей коры головного мозга между собой в процессе мыслительной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Badalov, A.A. On the Issue of Neurophysiological Mechanisms of Giftedness: Creative Type of Personality as an Objective Reality / A.A. Badalov, A.A. Sorokin, S.N. Brovkina, S.S. Kalinin, G.K. Kassymova, O.N. Duvalina, M.R. Arpentieva // ANP Journal of Social Science and Humanities — 2021 — 2(1): 1–10. — URL: https://www.researchgate.net/publication/348960056_On_the_Issue_of_Neurophysiological_Mechanisms_of_Giftedness_Creative_Type_of_Personality_as_an_Objective_Reality.
2. Рыжов Б.Н. Системные основания психологии (продолжение) / Б.Н. Рыжов // Системная психология и социология, — 2010 — № 2 — С. 5–24.
3. Murray H.A. Explorations in personality / H.A. Murray // New York: Oxford University Press. — 1938 — 384 с.
4. Murray H.A. American Icarus. In Clinical Studies of Personality / H.A. Murray // Burton A., Harris R.E., Eds.; Harper and Row: New York, NY, USA, — 1955 — Т. 3 — С. 15–41.
5. Короленко Ц.П. К вопросу о патологии воображения при височной эпилепсии / Ц.П. Короленко, В.В. Банщиков, В.Ю. Завьялов (ред.) // Эмоции и воображение. М.: Всероссийское общество невропатологов и психиатров — 1975 — С. 72–99.
6. Короленко Ц.П. Личностные расстройства / Ц.П. Короленко, Н.В. Дмитриева. // СПб.: Питер, — 2010 — 400 с.
7. Korolenko, Ts. Clinical Traits of Temporal Lobe Personality in the Inhabitants of North Siberia / Ts. Korolenko, N. Dmitrieva, T. Spiks // Am. Int. J. of Contemporary Research — 2012 — № 2 — С. 13–19.
8. Wiklund N. The Icarus Complex. / N. Wiklund // Lund. Department of Psychology — 1978 — 272 с.
9. Бадалов А.А. Особенности интеллекта и мышления лиц с синдромом Икара / А.А. Бадалов, С.Н. Бровкина // Актуальные проблемы психиатрии и наркологии в современных условиях: сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы психиатрии и наркологии», посвященной 60-летию кафедры психиатрии, наркологии и медицинской психологии ЧГМА (Чита, 01–02 июня 2017 года). — [Электронное издание]. — Чита: ФГБОУ ВО ЧГМА, — 2017 — С. 26–29.
10. Бадалов А.А. Особенности когнитивных процессов у лиц с комплексом Икара в перспективе исследования феномена VIR-одаренности. Часть 1 / А.А. Бадалов, С.Н. Бровкина // Вестник КРСУ — 2020 — Том 20 — № 10 — С. 118–124.
11. Бадалов А.А. Особенности когнитивных процессов у лиц с комплексом Икара в перспективе исследования феномена VIR-одаренности. Часть 2 / А.А. Бадалов, С.Н. Бровкина // Вестник КРСУ — 2020 — Том 20 — № 10 — С. 125–132.
12. Hall C.S. Theories of Personality / C.S. Hall, G. Lindsey // New York: John Wiley and Sons, 1970 — 572 с.
13. Бадалов А.А. «Принцип химеры»: качественный анализ психофизиологического изоморфизма лиц с расстройством интеграции идентичности / А.А. Бадалов, С.Н. Бровкина, М.Е. Давидович, А.Ш. Кадырова, И.А. Кугаевский, Е.В. Суманов, З.И. Мамадумарова, Ю.В. Улитина // Обзорение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева. — 2018 — № 2 — С. 3–10.

14. Каплан-Солмз К. Клинические исследования в нейропсихоанализе. Введение в глубинную нейропсихологию. Пер. с англ. К.А. Лемешко. Под научн. ред. докт. психол. наук, проф. А.Ш. Тхвостова / К. Каплан-Солмз, М. Солмз — М.: Академически проект — 2016. — 271 с.
15. Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума / М.А. Холодная — 2-е изд. СПб.: Питер, — 2004 — 384 с.
16. Ярлыков В.Н. К вопросу о роли темных областей головного мозга в организации поведения детей с социальной дезадаптацией / В.Н. Ярлыков // XV Мнухинские чтения "Комплексный подход к терапии психических расстройств у детей": научная конференция с международным участием, [16 ноября 2017 г.]: посвящается памяти профессора Самуила Семеновича Мнухина и 60-летию открытия детской психиатрической больницы (СПб, Песочная набережная, д. 4): сборник статей / под общей редакцией Ю.А. Фесенко, Д.Ю. Шигапова. — Санкт-Петербург: Офсет Принт, 2017. — 204 с.
17. Witkin H. Psychological differentiation: current status / H. Witkin // J. person. and soc. psychol. — 1979. — Т. 37 — № 7 — С. 1127–1145.
18. Бадалов А.А. Роль некоторых нейрофизиологических показателей межполушарной асимметрии в формировании клинических признаков синдрома Икара / Е.В. Суманов, Т.И. Галако // Современные концепции реабилитации в психоневрологии: отрицание отрицания. Материалы Всероссийского конгресса с международным участием. Санкт-Петербург, 9–11 июня 2016 г. [Электронное издание]: под общей ред. Н.Г. Незнанова, О.В. Лиманкина. СПб: АльтаАстра, — 2016 — с. 24–27.
19. Москвин В.А. Межполушарные асимметрии и индивидуальные различия человека / В.А. Москвин, Н.В. Москвина. // М.: Смысл — 2011 — 368 с.
20. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию / Дж. Гибсон // М.: Прогресс — 1988 — 464 с.
21. Абрахам К. Классические психоаналитические труды / К. Абрахам, Э. Гловер, Ш. Ференци // М.: Когито-Центр — 2009 — 223 с.
22. Сонди Л. Учебник экспериментальной диагностики влечений: глубинно-психологическая диагностика и ее применение в психопатологии, психосоматике, судебной психиатрии, криминологии, психофармакологии, профессиональном, семейном и подростковом консультировании, характерологии и этнологии / Л. Сонди. // М.: Когито-Центр, 2005. 557 с.
23. Фрейд З. Очерки по психологии сексуальности / З. Фрейд // Минск: ООО «Поппурри» — 1997 — 480 с.
24. Сандомирский М.Е. Периодизация психического развития с точки зрения онтогенеза функциональной асимметрии полушарий / М.Е. Сандомирский, Л.С. Белгородский, Д.А. Еникеев // Современные проблемы физиологии и медицины. Уфа: Башк. гос. медицинский университет — 1997 — С. 44–63
25. Прохоров А.О. Повседневное трансовое состояние / А.О. Прохоров, М.Г. Юсупов. // М.: ИП РАН — 2013. — 176 с.
26. Терещенко Е.П. Нормативные значения спектральных характеристик ЭЭГ здоровых испытуемых от 7 до 89 лет / Е.П. Терещенко, В.А. Пономарев, А. Мюллер и др. // Новые исследования. — 2010 — Т. 1. — Вып. 25 — С. 4.

27. Benjamini Y. The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency / Y. Benjamini, D. Yekutieli // *Annals of Statistics* — 2001. — Т. 29 — № 4. — С. 1165–1188.
28. Забродин Ю.М. Психофизиология и психофизика / Ю.М. Забродин, А.Н. Лебедев. // М. «Издательство «Наука» — 1977 — 288 с.
29. Егорова И.С. Электроэнцефалография / И.С. Егорова. // М.: Медицина, 1973. — 296 с.
30. Иванов Л.Б. Неэпилептическая электроэнцефалография / Л.Б. Иванов. // М.: ООО «Медика» — 2013 — 200 с.
31. Русинов В.С. Оценка функционального состояния здорового человека и больных с очаговыми поражениями мозга по параметрам спектрально-корреляционного анализа электроэнцефалограммы на ЭВМ и вызванных потенциалов. Диагностика и прогноз функционального состояния мозга человека / В.С. Русинов, О.М. Гриндель, Т.Н. Болдырева, Е.М. Вакар, В.Е. Майорчик. // М., Наука, 1988 — С. 51–124.
32. Кирой В.Н. Электроэнцефалограмма и функциональные состояния человека / В.Н. Кирой, П.Н. Ермаков. // Ростов-на-Дону, из-во РГУ — 1998 — 262 с.
33. Симонов, П.В. Эмоциональный мозг: физиология. Нейроанатомия. Психология эмоций / П.В. Симонов. // Москва: Наука — 1981. — 214 с.
34. 34.Виноградова О.С. Гиппокамп и память / О.С. Виноградова. // М. Наука. — 1975 г. — 336 с.
35. Орлова С.И. Ритмы ЭЭГ и когнитивные процессы / С.И. Орлова // *Современная зарубежная психология*. — 2015 — Т. 4. — № 1. — С. 91–108.
36. Семенович А.В. Введение в нейропсихологию детского возраста / А.В. Семенович // М.: Генезис, 2008. — 319 с.
37. E.D. Adrian The interpretation of potential waves in the cortex / E.D. Adrian, V.H.C. Matthews // *J. Physiol.*, — 1934 — 81 — С. 440–471.
38. Walter W.G. Critical review: The technique and application of electro-encephalography // *Journal of Neurology and Psychiatry* — 1938 — 1(4) — 359–385.
39. Lindsley D.B. Psychological phenomena and the electroencephalogram. // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* — 1952 — 4(4) — 443–456.
40. Базанова О.М. Успешность обучения и индивидуальные частотно-динамические характеристики альфа-активности электроэнцефалограммы / О.М. Базанова // *Вестник Российской академии медицинских наук*. — 2006. — № 6. — С. 30–33.
41. Базанова О.М. Индивидуальные показатели альфа-активности электроэнцефалограммы и невербальная креативность / О.М. Базанова, Л.И. Афтанас // *Рос. физиол. журн. имени И.М. Сеченова*. — 2007. — Т. 93. — № 1. — С. 14–26.
42. Niedermeyer E. The Normal EEG of the Waking Adult // *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 5th eds. / Niedermeyer E., Lopes da Silva F. eds. // Lippincott Williams and Wilkins, — 2005a. — С. 167–192.
43. Пасынкова А.В. Альфа-ритм как индикатор силы нервной системы (по В.Д. Небылицыну) / А.В. Пасынкова // *Нейрофизиологические детерминанты процессов переработки информации человеком. Сб. научн. трудов*. // М.: Ин-т психол. АН СССР. — 1987 — С. 191.

44. Шпатенко Ю.И. Значение частоты альфа-ритма для оценки индивидуальных особенностей деятельности операторов / Ю.И. Шпатенко. // М.: Наука — 1983. — 170 с.
45. Базанова О.М. Показатели невербальной креативности и индивидуальная частота максимального пика альфа-активности электроэнцефалограммы / О.М. Базанова, Л.И. Афтанас // Функциональная диагностика. — 2006. — № 4. — С. 43–47.
46. Doppelmayr M. Individual differences in brain dynamics: important implications for the calculation of event-related band power / M. Doppelmayr, W. Klimesh, T. Pachinger, B. Ripper // Biol. Cybern. — 1998. — Т. 79 — № 1. — С. 49–57.
47. Klimesch W. EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis / W. Klimesch, P. Sauseng, S. Hanslmayr // Brain Res. Rev. — 2007. — Т. 53. — С. 63–88.
48. Moretti D.V. Hippocampal atrophy and EEG markers in subjects with mild cognitive impairment / D.V. Moretti, C. Miniussi, G.B. Frisoni, C. Geroldi, O. Zanetti, G. Binetti, P.M. Rossini // Clin. Neurophysiol. — 2007. — Т. 118 — № 12. — С. 2716–2729.
49. Базанова О.М. Биоуправление в психомоторном обучении: электрофизиологическое обоснование / О.М. Базанова, Е.М. Мерная, М.Б. Штарк // Рос. физиол. журн. имени И.М. Сеченова. — 2008. — 94(5). — 539–56
50. Hummel F. To act or not to act: neural correlates of executive control of learned motor behavior / F. Hummel, R. Saur, S. Lasogga, C. Plewnia, M. Erb, D. Wildgruber, W. Grodd, C. Gerloff // NeuroImage. — 2004. — 23. — 1391–1401.
51. Кураев Г.А. Особенности суммарной электрической активности мозга здоровых юношей, регулярно занимающихся физической культурой / Г.А. Кураев, Л.Н. Иваницкая, В.И. Бондин, С.Ю. Покуль // Физ. культура. — 2006. — № 1. — С. 43–47.
52. Кропотов Ю.Д. Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия: Пер. с англ. Под ред. В.А. Пономарева / Ю.Д. Кропотов — Донецк: Издатель Заславский А.Ю., 2010. — 512 с.
53. Лурия А.Р. Высшие корковые функции / А.Р. Лурия // СПб.: Питер, 2008. — 624 с.
54. Bassett D.S. Adaptive reconfiguration of fractal small-world human brain functional networks / D.S. Bassett, A. Meyer-Lindenberg, S. Achard, T. Duke, E. Bullmore // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. — 2006. — Т. 103. — С. 19518–19523.
55. Критская В.П. Патология психической деятельности при шизофрении: мотивация, общение, познание / В.П. Критская, Т.К. Мелешко, Ю.Ф. Поляков. // М., Изд-во МГУ — 1991 — 256 с.
56. Mundy-Castle A.C. Theta and beta rhythm in the electroencephalograms of normal adults / A.C. Mundy-Castle // EEG and Clin. Neuroph., 1951 — № 3(4) — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14887634/>.
57. Gross J. Modulation of long-range neural synchrony reflects temporal limitations of visual attention in humans / J. Gross, F. Schmitz, I. Schnitzler, K. Kessler, K. Shapiro, B. Hommel, A. Schnitzler // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. — 2004. — Т. 101. — С. 13050–13055.
58. Gross J. Anticipatory control of long-range phase synchronization / J. Gross, F. Schmitz, I. Schnitzler, K. Kessler, K. Shapiro, B. Hommel, A. Schnitzler // Eur. J. Neurosci. — 2006. — Т. 24. — С. 2057–2060.

59. Kranczioch C. Temporal dynamics of access to consciousness in the attentional blink / C. Kranczioch, S. Debener, A. Maye, A.K. Engel // *Neuroimage*. — 2007. — Т. 37. — С. 947–955.
60. Saalmann Y. Neural mechanisms of visual attention: how top-down feedback highlights relevant locations / Y Saalmann, I. Pigarev, T. Vidyasagar // *Science*. — 2007. — Т. 316. — С. 1612–1615.
61. Siegel M. Neuronal synchronization along the dorsal visual pathway reflects the focus of spatial attention / M. Siegel, T.H. Donner, R. Oostenveld, P. Fries, A.K. Engel // *Neuron*. — 2008. — Т. 60. — С. 709–719.
62. von Stein A. Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization / A. von Stein, J. Sarnthein // *Int. J. Psychophysiol.* — 2000. — Т. 38. — С. 301–313.
63. Deiber M.P. Distinction between perceptual and attentional processing in working memory tasks: a study of phase- locked and induced oscillatory brain dynamics / M.P. Deiber, P. Missonnier, O. Bertrand, G. Gold, L. Fazio-Costa, V. Ibanez, P. Giannakopoulos // *J. Cogn. Neurosci.* — 2007. — Т. 19. — С. 158–172.
64. Tallon-Baudry C. Induced gamma- band activity during the delay of a visual short-term memory task in humans / C. Tallon-Baudry, O. Bertrand, F. Peronnet, J. Pernier // *J. Neurosci.* — 1998. — Т. 18. — С. 4244–4254.
65. Buschman T. Top-down versus bottom-up control of attention in the prefrontal and posterior parietal cortices T. Buschman, E. Miller // *Science*. — 2007. — Т. 315. — С. 1860–1862.
66. Buschman T.J. Serial, covert shifts of attention during visual search are reflected by the frontal eye fields and correlated with population oscillations / T.J. Buschman, E.K. Miller // *Neuron*. — 2009. — Т. 63. — С. 386–396.
67. Nikolaev A. Correlation of brain rhythms between frontal and left temporal (Wernicke’s) cortical areas during verbal thinking / A. Nikolaev, G. Ivanitsky. A. Ivanitsky, M. Posner, Y. Abdullaev // *Neurosci. Lett.* — 2001. — Т. 298. — С. 107–110.
68. Pesaran B. Free choice activates a decision circuit between frontal and parietal cortex / B. Pesaran, M. Nelson, R. Andersen // *Nature*. — 2008. — Т. 453. — С. 406–409.
69. Sehatpour P. A human intracranial study of long- range oscillatory coherence across a frontal-occipital-hippocampal brain network during visual object processing / P. Sehatpour, S. Molholm, T. Schwartz, J. Mahoney, A. Mehta, D. Javitt, P. Stanton, J. Foxe // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. — 2008. — Т. 105. — С. 4399–4404.
70. Donner T.H. Population activity in the human dorsal pathway predicts the accuracy of visual motion detection / T.H. Donner, M. Siegel, R. Oostenveld, P. Fries, M. Bauer, A.K. Engel // *J. Neurophysiol.* — 2007. — Т. 98. — С. 345–359.
71. Gail A. Perception- related modulations of local field potential power and coherence in primary visual cortex of awake monkey during binocular rivalry / A. Gail, H.J. Brinksmeyer, R. Eckhorn // *Cereb. Cortex*. — 2004. — Т. 14. — С. 300–313.
72. Iversen J.R. Top-down control of rhythm perception modulates early auditory responses / J.R. Iversen, B.H. Repp, A.D. Patel // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* — 2009. — Т. 1169. — С. 58–73.

73. Okazaki M. Perceptual change in response to a bistable picture increases neuromagnetic beta-band activities / M. Okazaki, Y. Kaneko, M. Yumoto, K. Arima // *Neurosci. Res.* — 2008. — Т. 61. — С. 319–328.
74. Brovelli A. Beta oscillations in a large-scale sensorimotor cortical network: directional influences revealed by Granger causality / A. Brovelli, M. Ding, A. Ledberg, Y. Chen, R. Nakamura, S. Bressler // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* — 2004. — Т. 101. — С. 9849–9854.
75. Brown P. Cortical network resonance and motor activity in humans / P. Brown, J. Marsden // *Neuroscientist.* — 2001. — Т. 7. — С. 518–527.
76. Witham C. Cells in somatosensory areas show synchrony with beta oscillations in monkey motor cortex / C. Witham, M. Wang, S. Baker // *Eur. J. Neurosci.* — 2007. — Т. 26. — С. 2677–2686.
77. Engel A.K. Temporal binding and neuronal correlates of sensory awareness / A.K. Engel, W. Singer // *TRENDS in Cognitive Sciences.* 2001 — 5(1) — 16–25.
78. Gray C.M. Synchronous oscillations in neuronal systems: mechanisms and functions / C.M. Gray // *J. Comput. Neurosci.* — 1994. — Т. 1. — С. 11–38.
79. Singer W. Visual feature integration and the temporal correlation hypothesis / W. Singer, C. Gray // *Annu. Rev. Neurosci.* — 1995. — Т. 18. — С. 555–586.
80. Судаков, К.В. Геометрические образы когерентных взаимоотношений альфа-ритма электроэнцефалограммы в динамике системной результативной деятельности человека / К.В. Судаков, Т.Д. Джебраилова, И.И. Коробейникова. // *Российский физиолог. журн. имени И.М. Сеченова.* — 2011. — Т. 97. — № 6. — С. 580–589.
81. Жирмунская Е.А. Клиническая электроэнцефалография. Обзор литературы и перспективы использования метода / Е.А. Жирмунская. // М.: "МЭЙБИ" — 1991 — 77 с.
82. Майорчик В.Е. Изменения ЭЭГ в зависимости от локализации опухоли мозга / В.Е. Майорчик // *Клиническая электроэнцефалография, сб., ред. В.С. Русинов.* // М.: Медицина — 1973 — С. 106–146.

Badalov Andrey Askarovich

Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Bishkek, Kyrgyz Republic
E-mail: andrey.badalov@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9617-1637>

Brovkina Svetlana Nikolaevna

Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Ahunbaev, Bishkek, Kyrgyz Republic
E-mail: brovkina04@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9261-9852>

Sorokin Alexandr Anatol'yevich

Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Bishkek, Kyrgyz Republic
E-mail: aasorokin@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9682-8085>

Sumanov Yevgeniy Vasil'yevich

Medical Center of Neurophysiological and Vascular Research, Kaliningrad, Russia
E-mail: sum-evgenij@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5707-7610>

Evaluation of the spectral power of EEG rhythms in the structure of the study of the phenomenon of VIR-giftedness

Abstract. The article discusses the issue of neurophysiological support of cognitive functions inherent in individuals with the VIR personality type. On the example of a sample that includes 74 respondents from the main group with the VIR personality type, as well as 330 respondents from the control group, the features of the power spectra of the electroencephalogram in all generally accepted frequency ranges are demonstrated. According to the results of the research, the main signs of neurofunctioning inherent in individuals with the VIR personality type were determined, such as: a decrease in the power of almost all frequency ranges in the posterior parts of the brain and an increase in the representation of the high-frequency alpha range in the associative parts of the brain, interpretation of the data obtained was carried out. Besides, an additional group was added to the study, including 107 respondents with traits that are borderline between the control and the main group. The differences of the additional group from both the main and the control groups are illustrated, which allow us to conclude the need to separate persons with the VIR personality type in subsequent studies. The revealed differences make it possible to confirm the theory of K. Abraham — S. Ferenczi — L. Sondi about the two extreme poles of the developing ontogenetically personal structure, the formation patterns of which are laid down in the characteristics of the neurofunctional basis of the latter.

Keywords: neurophysiology; talent; intelligence; creativity; cognitive processes; higher nervous activity; bioelectrical activity; electroencephalography