



# ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА И НАРУШЕНИЯ МЫШЛЕНИЯ У ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОГРАНИЧНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ РЕЗИДУАЛЬНО-ОРГАНИЧЕСКОГО ГЕНЕЗА

**БЕРЕЗКИН Д.В.**

*Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение здравоохранения  
Центр восстановительного лечения «Детская психиатрия» имени С.С. Мнухина  
(СПб ГКУЗ ЦВЛ «Детская психиатрия» им. С.С. Мнухина),*

*г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7122-8115>, e-mail: [berezkin.dm@yandex.ru](mailto:berezkin.dm@yandex.ru).*

**ГОРБУНОВ И.А.**

*Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБУ ВО СПбГУ),*

*г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-750X>, e-mail: [i.a.gorbunov@spbu.ru](mailto:i.a.gorbunov@spbu.ru).*

В статье приводятся результаты исследования особенностей мышления и биоэлектрической активности коры головного мозга у детей с пограничными расстройствами резидуально-органического генеза. В исследовании приняли участие 80 детей со следующими диагнозами: органическое эмоционально лабильное [астеническое] расстройство [F 06.06]; энурез неорганический [F 98.0], энкопрез [F 98.1], стереотипные двигательные расстройства [F 98.4], другие уточненные эмоциональные расстройства и расстройства поведения с началом, обычно приходящимся на детский возраст [F 98.8]. У детей исследовались особенности биоэлектрической активности коры головного мозга, оценивались способности к пространственному анализу и синтезу, арифметическому счету, усвоению логико-грамматических конструкций, наличие вязкости, детализированности и разноплановости мышления. Исследовались различия биоэлектрической активности и особенностей мышления у детей в зависимости от особенностей пограничного расстройства. Показано, что на фоне астенизации наблюдаются более выраженные нарушения когнитивных функций. Дети с астеническими расстройствами [F 06.06] обладают наибольшим разбросом данных, чем пациенты с энурезом [F 98.0], энкопрезом [F 98.1], стереотипными двигательными расстройствами [F 98.4], нарушениями поведения [F 98.8]. При этом в среднем у них наблюдаются наиболее существенные нарушения мышления, что происходит на фоне повышения спектральной мощности низкочастотной активности дельта- и тета-ритмов в целом, а также дельта-ритма в лобных отделах головного мозга. Повышение низкочастотной активности в лобных долях обоих полушарий приводит к более выраженным нарушениям мышления, чем аналогичные изменения в височной, теменной, затылочной областях правого полушария и речевых зонах левого полушария. В первом случае они проявляются в нарушениях пространственного анализа и синтеза, вязкости, детализированности и разноплановости мышления, а также в сложностях в знаково-символической деятельности, усвоении логико-грамматических конструкций и в арифметическом счете. Во втором — только в нарушениях пространственного анализа и синтеза, вязкости, детализированности и разноплановости мышления.

**Ключевые слова:** пограничные психические расстройства у детей, нарушения мышления, функциональные показатели коры головного мозга, биоэлектрическая активность коры головного мозга, электроэнцефалография.



**Для цитаты:** Берёзкин Д.В., Горбунов И.А. Особенности биоэлектрической активности коры головного мозга и нарушения мышления у детей с различными пограничными расстройствами резидуально-органического генеза // Экспериментальная психология. 2021. Том 14. № 1. С. 151–171. DOI: <https://doi.org/10.17759/expsy.2021140107>

## FEATURES OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE CEREBRAL CORTEX AND THINKING DISORDERS IN CHILDREN WITH VARIOUS BORDERLINE DISORDERS OF RESIDUAL ORGANIC GENESIS

**DMITRII V. BEREZKIN**

*St. Petersburg S.S. Mnukhin Rehabilitation Center “Children’s psychiatry”, St. Petersburg, Russia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7122-8115>, e-mail: [berezkin.dm@yandex.ru](mailto:berezkin.dm@yandex.ru)*

**JEANA. GORBUNOV**

*Clinical Psychology and Psychophysiology department, St Petersburg State University, St. Petersburg, Russia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-750X>, e-mail: [i.a.gorbunov@spbu.ru](mailto:i.a.gorbunov@spbu.ru)*

The article presents the results of a study of the features of cognitive function and bioelectric activity cerebral cortex in children with borderline mental disorders of residually organic genesis. 80 children participated with the following diagnoses: organic emotionally labile [asthenic] disorder [F 06.06]; inorganic enuresis [F 98.0], encopresis [F 98.1], stereotypical motor disorders [F 98.4], other specified emotional and behavioral disorders with onset usually occurring in childhood [F 98.8]. The features of bioelectric activity of the cerebral cortex, the ability to spatial analysis and synthesis, arithmetic counting, assimilation of logical and grammatical structures, the presence of viscosity, detail and diversity intellectual activity were studied in children. Data of electroencephalographic examinations were compared with the results of psychodiagnostic methods using the methods of mathematical statistics. Differences of bioelectric activity and features of thinking in children were investigated depending on features of boundary disorder. It is shown that on the background of asthenization more pronounced cognitive impairment is observed. Children with asthenic disorders [06.06] have the largest scatter of data than patients with enuresis [F98.0], encopresis [F 98.1], stereotypical movement disorders [F 98.4], disorders of behavior [F 98.8]. At the same time, on average, they have the most significant violations of thinking, what happens against the background of increasing spectral power of low-frequency activity of delta and theta rhythms in general, as well as of delta rhythm in the frontal part of the brain. Increase of low-frequency activity in the frontal lobes of both hemispheres leads to more pronounced disorders of thinking, than similar changes in the temporal, parietal, occipital regions of the right hemisphere and speech zones of the left hemisphere. In the first case, they are manifested in violations of spatial analysis and synthesis, viscosity, detail and diversity of thinking, as well as in difficulties in the semantic and symbolic activity, in the assimilation of logical and grammatical structures and arithmetic. In the second case – only in violations of spatial analysis and synthesis, viscosity, detail and diversity of thinking.

**Keywords:** borderline mental disorders in children, disorders of thinking, functional parameters of the cerebral cortex, EEG, bioelectric activity of the cerebral cortex, electroencephalography.

**For citation:** Berezkin D.V., Gorbunov J.A. Features of Bioelectric Activity of the Cerebral Cortex and Thinking Disorders in Children with Various Borderline Disorders of Residual Organic Genesis. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2021. Vol. 14, no. 1, pp. 151–171. DOI: <https://doi.org/10.17759/expsy.2021140107> (In Russ.).



## Введение

Органические непсихотические расстройства являются достаточно распространенной группой заболеваний в детском возрасте. Они встречаются приблизительно у одной пятой от общего количества детей, обратившихся за психиатрической помощью [15]. Из пациентов, получающих лечение в санаториях, основным направлением которых являются болезни нервной системы, дети с органическими непсихотическими расстройствами составляют 40% (по данным медицинской статистики Детского психоневрологического санатория «Комарово», Санкт-Петербург) [6]. На текущий момент по сравнению с предыдущими историческими периодами отмечается увеличение частоты встречаемости этих расстройств [21].

Данная группа заболеваний является вариантом развития психоорганического синдрома. Когнитивные нарушения в этом случае являются последствиями экзогенно-органического поражения головного мозга, которые представляют собой самые разнообразные нарушения познавательных процессов: внимания, памяти, оптико-пространственных представлений, речи, подвижности мышления в виде детализированности и вязкости [12].

Электроэнцефалографические исследования являются значимыми при диагностике детей, имеющих пограничные психические расстройства на фоне резидуально-органических нарушений [26]. Для детей, имеющих различные сложности на фоне резидуально-органического поражения головного мозга, характерны как несформированность регуляторных структур, так и сложности в приеме и переработке информации. У них наблюдается задержка темпа созревания коры головного мозга, а также незрелость регуляторной фронтоталамической системы [14], в том числе и поражение таламуса [22]. Таким детям свойственна истощаемость функциональных резервов ЦНС, а также повышенная стереотипность в решении когнитивных задач относительно их здоровых сверстников [8; 9]. Дети с резидуально-органическими нарушениями ЦНС испытывают сложности в формировании тормозных реакций [28], им трудно управлять своими движениями [25]. Это проявляется в сложностях, возникающих при перестроении реакций выбора, увеличении количества ошибок, а также снижении точности в реакциях на движущийся объект [4]. Они связываются с повышением инертности нервных процессов [10, 11].

Они испытывают сложности с приемом и переработкой информации. У детей с резидуально-органическими нарушениями фиксируется снижение мощности альфа-ритма и повышение мощности низкочастотной активности [18; 19], что указывает на недостаточное развитие зрительного восприятия. Для структур правого полушария характерна недостаточная сформированность, в связи с этим возникает неэффективность протекания информационных процессов [17]. У детей с пограничными расстройствами обнаруживается снижение бета-ритма, при повышении мощности бета-2-ритма [20]. Таким образом, у них возможно спрямление экспоненциальной кривой падения мощностей основных фоновых ритмов, что может свидетельствовать о повышении интенсивности переработки поступающей информации [5].

Нейрофизиологические и психофизиологические особенности у детей с пограничными психическими расстройствами резидуально-органического генеза негативно влияют на формирование высших психических функций (ВПФ). Эти особенности проявляются в недостаточном развитии предметного и конструктивного праксиса и тонкой моторики в целом, зрительно-моторной координации и пространственных представлений, сужении общего кругозора, сложностях в контроле и планировании осуществляемой деятельности [2;



24], а также в наличии общего когнитивного дефицита. У детей с последствиями резидуально-органических поражений ЦНС наблюдаются существенные различия поврежденных и сохранных звеньев ВПФ [16]. На основании этих различий были описаны следующие клинические нейропсихологические синдромы несформированности различных структур головного мозга у детей при нарушении развития различных ВПФ: синдром несформированности лобных отделов коры головного мозга, речевых зон левого полушария, правого полушария, мозолистого тела; поражения ствола головного мозга [16].

**Цель** настоящего исследования — описать функциональное состояние коры головного мозга при различных нарушениях мышления у детей с пограничными психическими расстройствами.

**Гипотеза:** изменения функционального состояния коры головного мозга, отражающиеся в соотношении мощностей высокочастотного и низкочастотного диапазонов и локализованные преимущественно в новейших областях коры ГМ (третичные зоны), оказывают существенное влияние на формирование когнитивных функций у детей с пограничными психическими расстройствами.

### Контингент и методы исследования

Нами обследовано 80 детей, лечившихся в психоневрологическом санатории «Комарово» в разное время в период с 2012 по 2016 г. Из них 70% — мальчики (56 человек) и 30% — девочки (24 человека); возраст мальчиков находился в пределах 8—12 лет, девочек — 8—11 лет. Причем 34% выборки (27 человек) составили дети 8 лет, 25% (20 человек) — дети 9 лет, 20% (16 человек) — 10 лет, 12% (10 пациентов) — 11 лет, 9% (7 пациентов) — 12 лет. Средний возраст составил 9,33 года. В дальнейшем для исключения влияния возраста на выявленные межгрупповые различия в дисперсионный анализ включалась ковариата — количество лет ребенка. Большинство детей (61%, 49 человек) проходили обучение по программам массовой школы, 36% (29 пациентов) обучались по программам школ 7-го вида для детей с задержками развития, 3% (2 ребенка) — в школах 5-го вида для детей с речевыми сложностями.

В выборке были представлены пациенты со следующими диагнозами по МКБ 10, верифицированными врачом-психиатром: органическое эмоционально лабильное [астеническое] расстройство [F 06.06] — 35% (28 человек); энурез неорганический [F 98.0] — 16% (13 детей); энкопрез [F 98.1] — 3% (2 ребенка); стереотипные двигательные расстройства [F 98.4] — 11% (9 детей); другие уточненные эмоциональные расстройства и расстройства поведения с началом, обычно приходящимся на детский возраст [F 98.8] и расстройствами поведения с началом, обычно приходящимся на детский и подростковый возраст, а также с неуточненными расстройствами [F 98.9], всего 35% (28 детей).

У всех детей отмечались последствия резидуально-органического поражения головного мозга. У подавляющего большинства детей (77 пациентов) психические и поведенческие нарушения проявлялись на фоне особенностей перинатального периода или родов, у двоих — последствия нейроинфекций, у одного — черепно-мозговой травмы, произошедшей в период раннего детства. У детей с последствиями нейроинфекций и черепно-мозговой травмы в период раннего детства значимых отличий биоэлектрической активности головного мозга выявлено не было, в связи с этим они были включены в общую выборку.

Экспериментальная группа была разделена на подгруппы сравнения по следующим принципам. Первый вариант деления детей был связан с особенностями проявлений невпрозоподобной симптоматики. В подгруппу I вошли дети с церебростеническими проявле-



ниями и эмоциональными нарушениями в виде лабильности, слабодушия, но без поведенческих нарушений, т. е. ее составили пациенты с эмоционально лабильными [астеническими] расстройствами [F 06.06] (28 детей). Средний возраст детей этой группы составил 9,2 года. В подгруппу II вошли дети (24 ребенка), в клинической картине которых отмечались энурез, энкопрез, стереотипные двигательные расстройства [F 98.0; F 98.1; F 98.4]. Эта подгруппа была названа — дети с недостаточной сформированностью церебрального контроля над выделительными функциями и произвольными действиями. Средний возраст детей составил 8,7 года. Дети данной подгруппы наряду с поведенческими нарушениями характеризуются эмоциональными нарушениями в виде повышенной возбудимости, конфликтности, негативизма. В подгруппу III (28 детей) вошли пациенты с нарушениями поведения (грызение ногтей, выдергивание волос и т. д.) и нарушениями эмоций (эксплозивность, вспыльчивость, негативизм) [F 98.8; F 98.9] Средний возраст детей этой подгруппы составил 9,4 года.

Второй вариант разделения детей на подгруппы был произведен на основании кластерного анализа. С помощью него было выделено три кластера обследуемых с различными нарушениями познавательных процессов. Сравнивалась мощность волн ЭЭГ по отдельным отведениям у обследуемых, вошедших в полученные кластеры.

**Регистрация ЭЭГ** осуществлялась с использованием 19-канального компьютерного энцефалографа фирмы «Мицар» (СПб., Россия), имеющего следующие технические характеристики: входное сопротивление более 200 МОм, входной диапазон  $\pm 5000$  мкВ, уровень внутренних шумов менее 0,25 мкВ, аналогово-цифровой преобразователь 16 бит, частота дискретизации 500 Гц, питание от порта USB, безопасность II класс BF, фотостимулятор светодиодный. Electrodes располагались по международной схеме 10–20%.

Регистрация ЭЭГ проводилась опытным врачом функциональной диагностики в утреннее время. Анализ ЭЭГ данных осуществлялся с того момента, когда регистрируемая биоэлектрическая активность мозга становилась рутинной, и до начала проведения клинических проб. Из отрезка фоновой ЭЭГ с закрытыми глазами выбирался фрагмент, не содержащий артефактов длительностью 12 секунд.

Для проведения спектрального анализа фоновой ЭЭГ применялась программа WinEEG. Расчет мощностей в диапазонах основных ритмов ЭЭГ проводился как усреднение эпох длительностью 4 секунды с перекрытием эпох 50% с временным окном Ханна, верхняя гармоника 64 Гц. В процессе анализа данных для устранения возможных остаточных артефактов происходило их автоматическое удаление с помощью вычитания полиномиального тренда 2-го порядка, а также удаления низкочастотного сигнала мощностью 400 мкВ<sup>2</sup> в диапазоне 0,01–0,7 с. Был применен заградительный фильтр 45–55 Гц.

Регистрация осуществлялась от лобных (Fp1, Fp2, F3, Fz, F4), центральных (C3, C4, Cz), теменных (P3, Pz, P4), передне- (T3, T4) и задне- (T5, T6) височных, затылочных (O1, O2) областей правого и левого полушарий при монополярном (с ипсилатеральными ушными индифферентными электродами) монтаже.

При анализе результатов ЭЭГ мы ориентировались на представления о том, что к 6–7 годам происходит переход от полиритмии к альфа-ритму. При этом наиболее выраженный качественный сдвиг происходит в созревании корковой ритмики (преобладание регулярного альфа-ритма в диапазоне 8–12 Гц) к 7–8 годам [16]. К 9–10 годам происходит дальнейшее развитие ритмогенных механизмов коры в виде установления ведущей частоты альфа-ритма [14; 19]. В связи с этим повышение мощности низкочастотных волн у детей от 8 до 12 лет мы однозначно оценивали как снижение функционального состояния головного мозга



независимо от возраста. Помимо этого при анализе данных мы ориентировались на представления о сильном межиндивидуальном разбросе значений параметров ЭЭГ: индивидуальные характеристики определяют показатели ЭЭГ в большей степени, чем возраст [5; 23].

Частоты анализировались в следующих диапазонах: дельта-ритм — 1–3 Гц, тета-ритм — 4–7 Гц, альфа-ритм — 8–12 Гц, бета-1-ритм — 13–20 Гц, бета-2-ритм — 21–35 Гц, гамма-ритм — более 35 Гц.

**Методы психодиагностики.** Для проведения психодиагностики использовался стимульный материал, взятый из классической нейропсихологической батареи тестов, составленной Е.Ю. Балашовой, М.С. Ковязиной [2].

В методике «Запоминание короткого рассказа» (рассказ предоставлялся на слух) качество пересказа оценивалось по четырехбалльной шкале, от 3 до 0: 3 балла — за безошибочный пересказ, при выпадении отдельных элементов рассказа — 2 балла, при выпадении большей части рассказа и сохранении отдельных его элементов — 1 балл, 0 баллов — если ребенок не мог пересказать рассказ и не вспомнил ни одного его элемента.

Формализованная оценка результата методики «Копирование фигуры Тейлора» производилась на основании выявления искажений, описанных в книге «Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте» А.В. Семенович [16]. В данной методике оценивались нарушения стратегии копирования, искажения углов при копировании и ошибочные повороты элементов рисунка, структурно-топологические ошибки, выпадения элементов, нарушения зрительно-моторной координации; за каждую ошибку начислялся 1 балл, затем рассчитывалась общая сумма баллов.

В методике «Толкование метафор» предлагалось три метафоры, отмечалось количество верных ответов.

В методике «Исключение понятий» правильность ответа и способность верно подобрать родовое понятие оценивались по пятибалльной шкале. При ориентировке на латентные конкретные признаки или ориентировке на две или более категории в ответах отмечалось наличие разноплановости мышления.

В методике «Описание сюжетных изображений» оценивалось понимание сюжета. При ориентировке ребенка на отдельные элементы рисунка, а не на сюжет в целом, отмечалось наличие вязкости или детализированности мышления.

С помощью методики «Арифметическая проба» оценивалась сформированность навыков счета, понимание или непонимание структуры числа.

**Методы математической статистики.** Для сокращения количества переменных и исключения ошибок измерения применялся факторный анализ. Был проведен эксплораторный анализ, применялся метод главных компонентов. Проводилась проверка на отличие корреляционной матрицы от нуля Критерием Бартлетта. Полученные факторы подверглись кластерному анализу (метод  $k$ -средних) и дисперсионному анализу с применением ковариаты, учитывающей возраст. При оценке различий мощности ритмов ЭЭГ и нарушений мышления у обследуемых подгрупп, сформированных по принципу сходства клинических проявлений, описывался общий суммарный эффект влияния факторов, также применялась ковариата, учитывающая возраст. При сравнении мощности волн по отдельным отведениям с различной выраженностью когнитивных нарушений использовался  $post-hoc$  критерий с поправкой Тьюки с целью учета множественных сравнений. При проведении дисперсионного анализа мы ориентировались на представления о том, что  $F$ -критерий устойчив относительно нарушения предположения об однородности дисперсии [27].





## Результаты

График факторных нагрузок представлен на рис. 1. На основании критерия Кайзера было выявлено 2 фактора. Они объединили 54% кумулятивной дисперсии. Собственные значения по факторам представлены в табл. 1. Факторные нагрузки отражены в табл. 2.

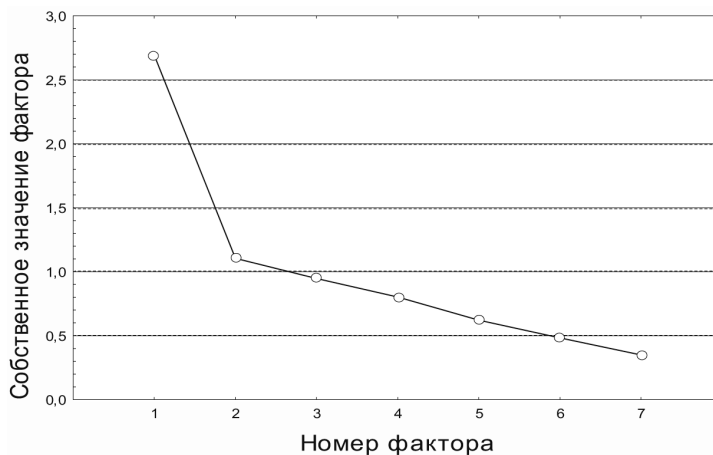


Рис. 1. График собственных значений факторов, номера которых обозначены на горизонтальной оси

Таблица 1

Таблица собственных значений по каждому фактору

Фактор	Собственное значение	% общей дисперсии	Кумулятивное собственное значение	% кумулятивной дисперсии
Вязкость и детализированность мышления (фактор 1)	2,693	38,474	2,693	38,474
Снижение способности к знаково-символической деятельности (фактор 2)	1,104	15,778	3,797	54,252

Из данных табл. 1 видно, что у обследуемых с пограничными расстройствами нарушения мышления объединились в два фактора.

В фактор 1 вошли такие нарушения, как вязкость и детализированность мышления, сложности анализа и синтеза информации, в том числе и пространственного анализа и синтеза. Этот фактор был условно обозначен как «Вязкость—детализированность».

Фактор 2 составили способности в усвоении логико-грамматических конструкций и навыки арифметического счета. Этот фактор был назван «Способность к целенаправленной знаково-символической деятельности».

С помощью дисперсионного анализа нами было выявлено, что у обследуемых разных клинических групп нарушения мышления отличаются (рис. 2). В связи с тем, что в факторе 1 (вязкость—детализированность) положительные факторные нагрузки соответствовали увеличению выраженности нарушений, повышение среднего по фактору оценивалось как большая выраженность нарушения. По фактору 2 (способности к знаково-символической деятельности) увеличению выраженности нарушений соответствовали отрицательные



Таблица 2

**Факторные нагрузки признаков**

Методика	Вязкость и детализированность мышления (фактор 1)	Способность к знаково-символической деятельности (фактор 2)
Исключение лишнего (успешность, баллы)	<b>-0,776</b>	0,321
Количество метафоры (успешность)	<b>-0,758</b>	0,173
Запоминание рассказа, баллы (увеличение)	-0,110	<b>0,807</b>
Фигура Тейлора, баллы (снижение)	<b>0,725</b>	0,166
Детализированность (сюжетное изображение) (ошибки)	<b>0,569</b>	-0,021
Разноплановость, наличие или отсутствие (ошибки)	<b>0,689</b>	-0,103
Арифметика, наличие или отсутствие (ошибки)	0,093	<b>-0,674</b>
Общая дисперсия	2,521	1,277
Доля общей дисперсии	0,360	0,182

*Примечание:* жирным шрифтом выделены наибольшие факторные нагрузки.

факторные нагрузки, поэтому меньшие средние значения по фактору интерпретировались как более выраженные нарушения. В связи с тем, что возраст фигурирует в качестве ковариаты в дисперсионном анализе, влияние возрастных особенностей выборок обследуемых разных клинических групп на особенности мышления исключено из влияния фактора «Клиническая группа». Из рис. 2 видно, что у детей с астенией [F 06.06] нарушения мышления носят наиболее выраженный характер. Им свойственны как вязкость и детализированность, сложности с анализом и синтезом информации, в том числе с пространственным анализом и синтезом, так и несформированность целенаправленной знаково-символической деятельности.

У детей, объединенных в общую группу под названием нарушения саморегуляции (дети с энурезом [F 98.0], энкопрезом [F 98.1], стереотипными двигательными расстройствами [F 98.4]), преобладали нарушения в виде вязкости и детализированности мышления, нарушений анализа и синтеза.

Дети с нарушениями поведения [F 98.8] характеризовались наиболее сохранными процессами мышления.

Дисперсионный анализ спектров фоновой ЭЭГ показал различия волновой активности коры головного мозга у обследуемых различных клинических групп (рис. 3). Из данного рисунка видно, что взаимодействие факторов «Частотный диапазон» и «Клиническая группа» имеет значимый эффект влияния на средние мощности во всех отведениях. Влияние возрастных особенностей выборок обследуемых разных клинических групп на основные фоновые ритмы исключено из влияния фактора «Клиническая группа» в связи с применением ковариаты, в которой фигурирует возраст.

У детей с астеническими расстройствами наблюдается повышение мощности во всех диапазонах частот ЭЭГ с некоторым преобладанием низкочастотной активности и невыраженным альфа ритмом. Такой сильный тренд к падению мощности с повышением частоты ЭЭГ, наблюдаемый у детей с астеническими расстройствами при вы-



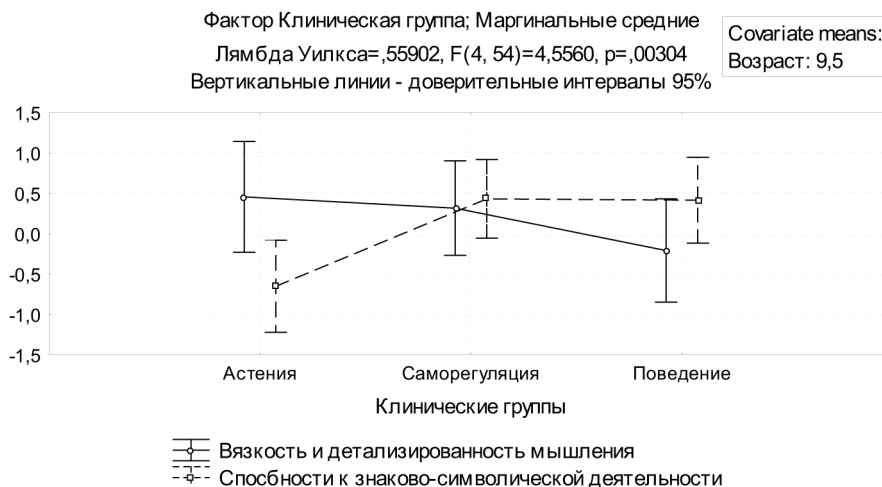


Рис. 2. Результат дисперсионного анализа — влияние фактора «Клиническая группа» на выраженность когнитивных нарушений у детей. Влияние возрастных особенностей выборок обследуемых разных клинических групп на особенности мышления исключено из влияния фактора «Клиническая группа» в связи с применением ковариаты, в которой фигурирует возраст

сокой мощности (и соответственно) амплитуде ЭЭГ, может говорить о большей незрелости мозга и снижении функциональных резервов по переработке поступающей информации на всех уровнях. На основании графиков, изображенных на рис. 3, можно говорить о том, что наиболее зрелая биоэлектрическая активность наблюдается у детей с нарушениями поведения. Это проявляется в наиболее слабой мощности низкочастотных волн. У детей с нарушением поведения наблюдается наибольшая мощность альфа-ритма по отношению к другим, что также свидетельствует о наиболее оптимальном и зрелом функциональном состоянии коры головного мозга и связывается с высоким уровнем нейропластичности. С другой стороны, средний возраст детей этой подгруппы был несколько выше (9,4 года против 8,9 у детей с нарушениями саморегуляции и 9,2 у детей с астенией), с чем также можно связывать повышение альфа-ритма. Самый слабый наклон графика мощностей у обследуемых с нарушениями саморегуляции может свидетельствовать о наибольшей неупорядоченности (сложности) сигнала ЭЭГ, что указывает на интенсивную переработку поступающей информации [5], а также повышенное психоэмоциональное напряжение и тревогу [1]. Встречаются сведения о том, что повышение бета-2-ритма и снижение бета-ритма является характерной чертой невротоподобных расстройств [20].

С помощью дисперсионного анализа с применением post-hoc-критерия Тьюки были установлены зональные различия дельта-ритма у обследуемых разных клинических групп. На рис. 4 и рис. 5 показаны схематичные изображения головы человека (вид сверху) с расположенными электродами на скальпе. Треугольниками, направленными вверх или вниз, отмечено уменьшение или увеличение мощности дельта-ритма в отдельных отведениях у пациентов разных подгрупп относительно друг друга. Установлено, что у обследуемых с астенией мощность дельта-ритма достоверно выше в лобной доле правого полушария и в височной доле левого, чем у обследуемых с нарушениями саморегуляции (рис. 4) и поведения (рис. 5).

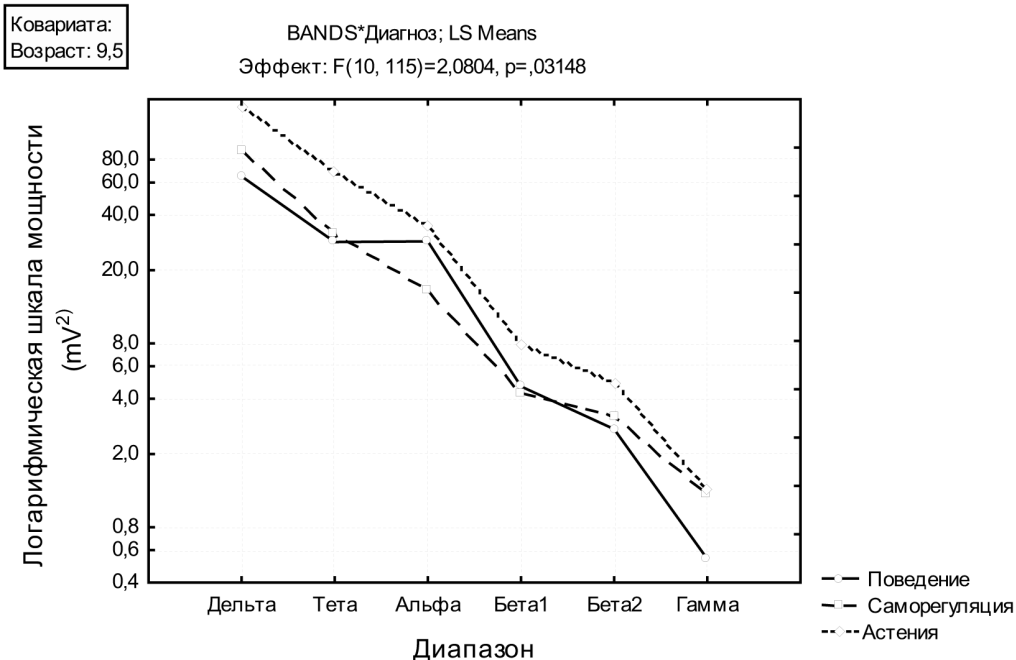


Рис. 3. График мощностей в диапазонах основных ритмов в фоновой ЭЭГ у обследуемых разных клинических групп, представленный в логарифмической шкале мощности. Влияние возрастных особенностей выборки обследуемых разных клинических групп на основные фоновые ритмы исключено из влияния фактора «Клиническая группа» в связи с применением ковариаты, в которой фигурирует возраст

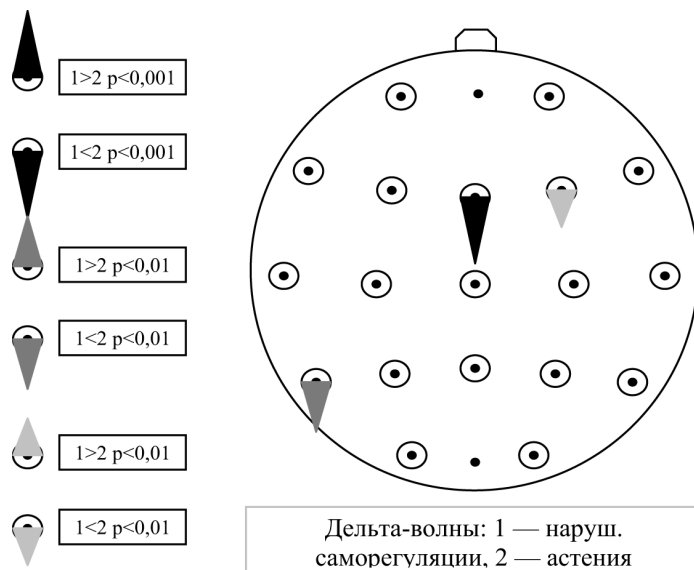


Рис. 4. Достоверные различия в мощности ЭЭГ в диапазоне дельта-волн по отведениям у обследуемых: 1 — с нарушениями саморегуляции и 2 — астенией по post-hoc-критерию с поправкой Тьюки

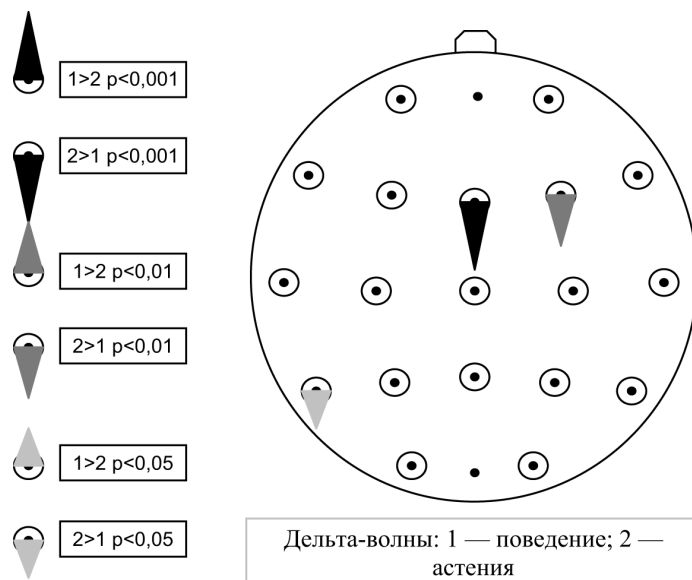


Рис. 5. Достоверные различия в мощностях ЭЭГ в диапазоне дельта-волн по отведениям у обследуемых: 1 — с нарушениями саморегуляции и 2 — астенией по post-hoc критерию с поправкой Тьюки

Кластерный анализ (метод К-средних) позволил выделить три группы обследуемых с преобладанием различных нарушений когнитивных процессов (рис. 6).

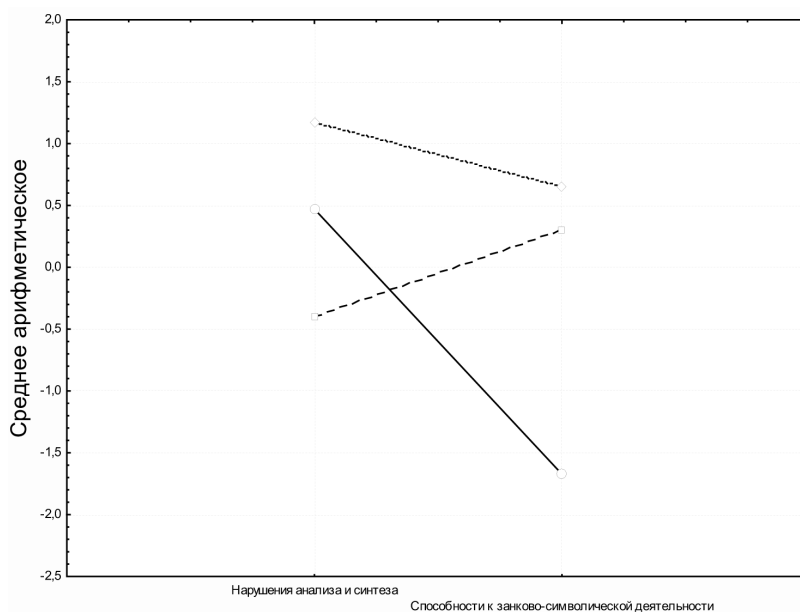


Рис. 6. Среднее арифметическое по трем кластерам: кластер 1 — сплошная линия (общее когнитивное снижение, сложности с обоими факторами), кластер 2 — пунктир (наиболее сохранные когнитивные процессы), кластер 3 — точки (преобладают вязкость и детализированность мышления)



В кластер 1 вошли обследуемые, у которых наблюдалось снижение когнитивных функций, вошедших в фактор 1 (вязкость—детализированность мышления) и низкие оценки по фактору 2 (способность к знаково-символической деятельности). Эта группа обследуемых была условно обозначена — обследуемые с интеллектуальным снижением. В кластер 2 вошли обследуемые с высокими показателями психического развития по обоим факторам. Обследуемые данной группы были условно обозначены — пациенты с сохранными когнитивными функциями. Обследуемые, чьи показатели вошли в кластер 3, характеризовались высокими оценками по фактору 1 (нарушения анализа—синтеза и вязкость—детализированность мышления), но высокими способностями к знаково-символической деятельности. Эта группа была охарактеризована как обследуемые с вязкостью, детализированностью мышления, сложностями с обобщением и пространственным анализом.

При сравнении спектральных характеристик фоновой ЭЭГ у обследуемых трех выделенных групп (кластеров) были установлены достоверные различия мощности волн по *post-hoc*-критерию Tukey. У детей с когнитивным снижением наблюдается повышение мощности дельта-волн в лобных отделах обоих полушарий (рис. 7) и тета-волн в затылочном отделе правого полушария в сравнении с детьми с более сохранными когнитивными функциями (рис. 8).

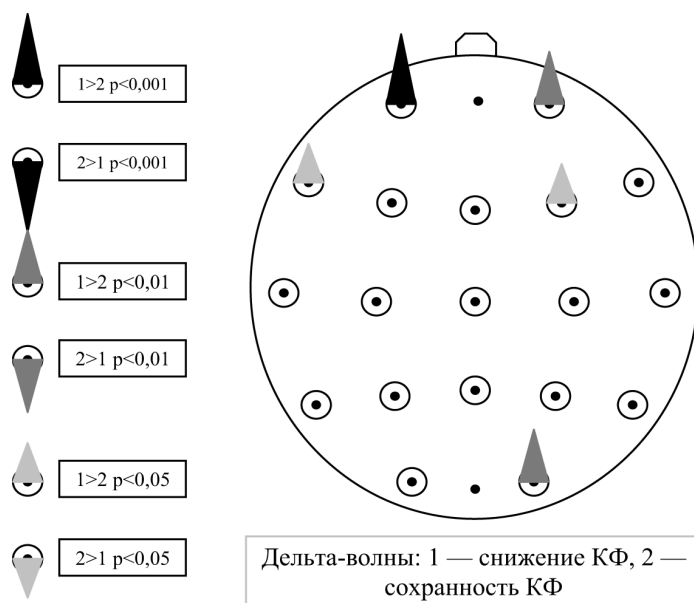


Рис. 7. Достоверные изменения мощности в диапазоне дельта-волн по отведениям: 1 — у обследуемых со снижением когнитивных функций (КФ) (кластер 1) относительно 2 — у обследуемых, не имеющих выраженных когнитивных нарушений (кластер 2) по *Post-hoc*-критерию с поправкой Tukey

У детей с вязкостью и детализированностью мышления наблюдается повышение мощности дельта-волн в затылочных, теменных, височных и центральных отведениях правого полушария, а также и височных отведениях левого полушария в сравнении с детьми с сохранными когнитивными функциями (рис. 9).

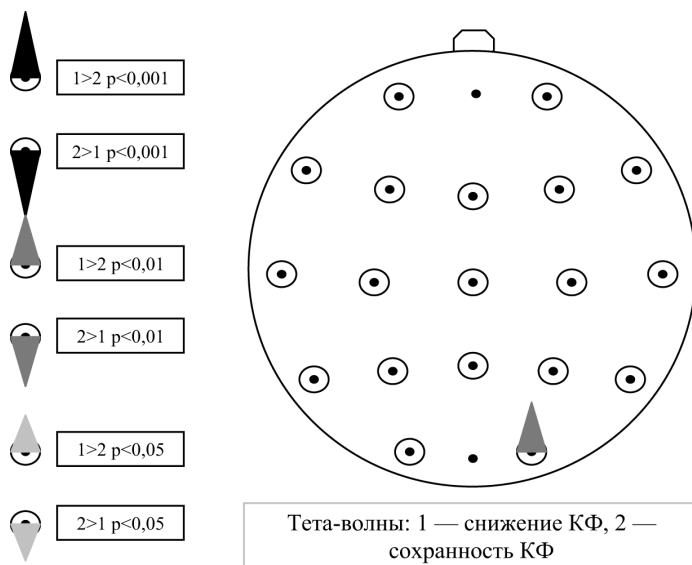


Рис. 8. Достоверные изменения мощности в диапазоне тета-волн по отведениям: 1 — у обследуемых со снижением когнитивных функций (КФ) (кластер 1) относительно 2 — у обследуемых, не имеющих выраженных когнитивных нарушений (кластер 2) по Post-hoc-критерию с поправкой Tukey

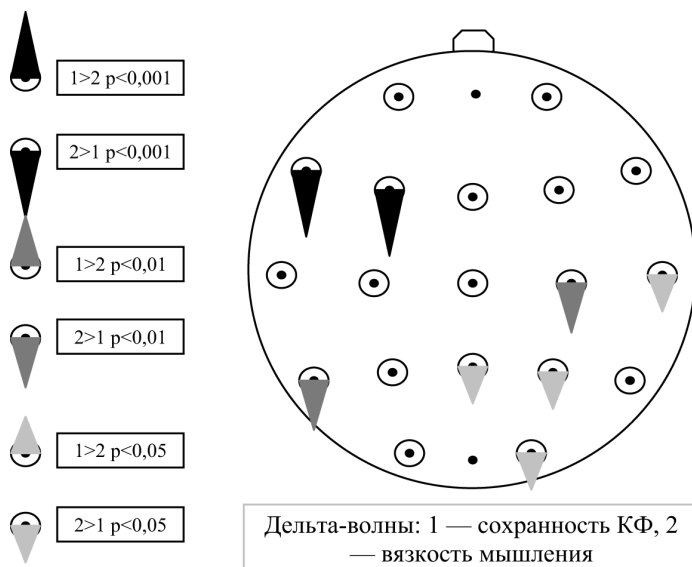


Рис. 9. Достоверные изменения мощности в диапазоне дельта-волн по отведениям: 1 — у обследуемых с сохранными когнитивными функциями (КФ) (кластер 1) относительно 2 — у обследуемых, имеющих нарушения в виде вязкости и детализированности мышления (кластер 3) по Post-hoc-критерию с поправкой Tukey

У детей с общим когнитивным снижением отмечается повышение мощности в диапазоне дельта-волновой активности в префронтальной области левого полушария (рис. 10) и тета-волн в затылочном отделе правого полушария (рис. 11) в сравнении с детьми, у ко-



торых преобладали нарушения мышления в виде вязкости и детализированности. Вместе с тем у первых мощность дельта ритма была ниже в премоторной зоне и височной области левого полушария (рис. 11), чем у вторых.

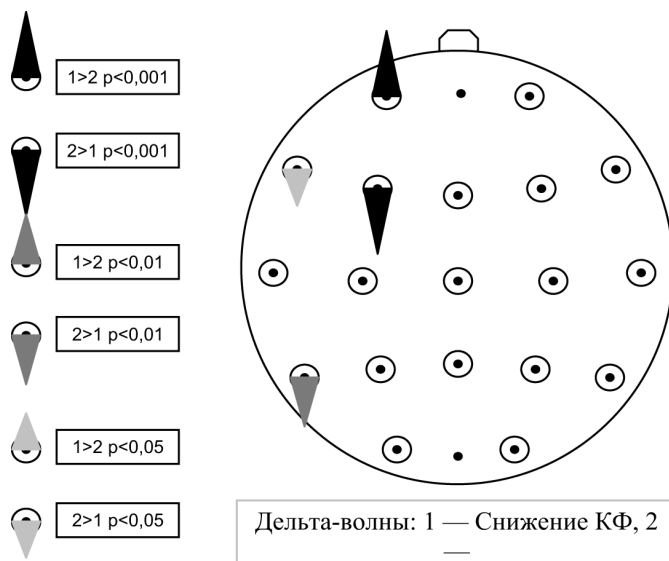


Рис. 10. Достоверные изменения мощности в диапазоне дельта-волн по отведениям у обследуемых со снижением когнитивных функций (кластер 1) относительно обследуемых, имеющих нарушения в виде вязкости и детализированности мышления (кластер 3) по Post-hoc-критерию с поправкой Tukey

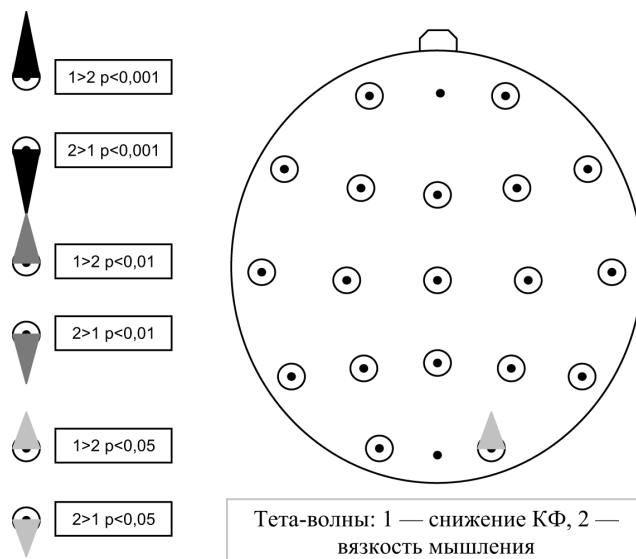


Рис. 11. Достоверные изменения мощности в диапазоне тета-волн по отведениям: 1 — у обследуемых со снижением когнитивных функций (кластер 1) относительно 2 — у обследуемых, имеющих нарушения в виде вязкости и детализированности мышления (кластер 3) по Post-hoc-критерию с поправкой Tukey





## Обсуждение результатов

Исследование уточняет особенности функционального состояния коры головного мозга у детей с различной симптоматикой пограничных психических расстройств, возникающих на резидуально-органическом фоне. В целом, результаты исследования согласуются с ранее известными фактами, но уточняют некоторые детали. У детей рассматриваемой группы наблюдается повышение мощности низкочастотной активности во фронтальных отделах головного мозга и правого полушария, что традиционно интерпретируется как снижение функционального состояния. У детей, имеющих нарушения нейродинамики, внимания, сложности в обучении, наблюдается незрелость регуляторной фронто-таламической системы, что и проявляется в повышении низкочастотной активности в лобном отделе мозга [14].

В исследовании нами было выявлено, что выраженное снижение функционального состояния фронтальной коры головного мозга приводит к более существенным когнитивным нарушениям. На фоне снижения функционального состояния структур правого полушария, входящих в блок приема и переработки информации (II функциональный блок мозга), а также речевых зон левого полушария наблюдаются менее выраженные нарушения мышления. В первом случае наблюдались как нарушения в виде несформированности пространственного анализа и синтеза, вязкости, детализированности, разноплановости мышления и недостаточное развитие способности к обобщению, так и сложности в целенаправленной знаково-символической деятельности (усвоение логико-грамматических конструкций и нарушение арифметического счета). Во втором случае нарушения проявлялись в виде несформированности пространственного анализа и синтеза, вязкости, детализированности и разноплановости мышления, недостаточного развития способности обобщения.

Вероятно, формирование этих нарушений ВПФ у детей разных групп имело отличающуюся природу. Несформированность пространственного анализа и синтеза, вязкость и детализированность, разноплановость мышления, недостаточная способность к обобщению вместе со сложностями в целенаправленной знаково-символической деятельности (усвоение логико-грамматических конструкций и нарушение арифметического счета) возникали на фоне сложностей с формированием избирательного внимания, планированием деятельности и в дискретизации сенсорных стимулов, проблемами фильтрации значимой и второстепенной информации. То есть возникали на фоне неспецифического когнитивного дефицита. Нарушения в виде несформированности пространственного анализа и синтеза, вязкости, детализированности и разноплановости мышления возникали на фоне недостаточной способности к упорядочиванию и систематизации информации. Нарушения мышления в данном случае возникали в связи с дефицитностью развития пространственных функций, которые наряду с вербально-логическими связями включены в процесс формирования понимания семантических связей понятий [7].

У детей с астеническими расстройствами наблюдается повышение мощности во всех диапазонах частот ЭЭГ с некоторым преобладанием низкочастотной активности при сравнении с детьми других клинических групп. У них тренд к падению мощности ЭЭГ наряду с повышением ее частоты был наиболее выражен, что указывает на большую незрелость мозга и снижение эффективности переработки поступающей информации на всех уровнях. Видимо, именно с сочетанием данных факторов связаны более существенные нарушения



мышления у обследуемых данной группы, чем у обследуемых других групп. Нарушения мышления у детей с астеническими расстройствами проявлялись как в виде вязкости и детализированности мышления, сложностей анализа и синтеза информации, в том числе и пространственного анализа и синтеза, так и в виде трудностей в усвоении логико-грамматических конструкций и нарушений арифметического счета. В связи с этим следует говорить о том, что астенизация ребенка приводит к существенному снижению обучаемости и нарушениям развития высших психических функций. Можно предположить, что повышение мощности волн высокочастотных диапазонов отражает компенсаторные тенденции, которые требуют больших энергозатрат и приводят к последующему истощению функциональных резервов.

У пациентов со сложностями саморегуляции (энурезом, энкопрезом и стереотипными двигательными расстройствами) преобладают нарушения мышления в виде его вязкости и детализированности, сложности с анализом и синтезом информации, в том числе, с пространственным. Такого рода нарушения соответствуют наименьшей мощности альфа-ритма и наименьшим различиям мощности бета-1- и бета-2-ритмов и являются характерной чертой детей с неврозоподобными состояниями [20]. Если учесть, что основными областями локализации альфа-ритма являются затылочный отдел, зрительная кора головного мозга, а с формированием альфа-ритма в онтогенезе связывается становление у ребенка зрительного восприятия, то следует, что характерной чертой этих детей является недостаточная сформированность зрительного восприятия [2]. Это предположение подтверждается проведенным психодиагностическим исследованием, в котором фиксировались недостаточное развитие пространственных представлений, пространственного анализа и синтеза у детей этой группы. Вероятно, формирование нарушений мышления у них происходит вторично на фоне нарушений зрительно-пространственного восприятия. Преобладание высокочастотной активности бета-2- и гамма-диапазонов связывается с эмоцией страха, повышением психоэмоционального напряжения, со значимостью переживаний, а снижение альфа-ритма — с повышением самоконтроля [13].

Наиболее сохраненные когнитивные функции определяются у детей с нарушениями поведения — в среднем биоэлектрическая активность является наиболее приближенной к норме.

В исследовании были установлены различия функционального состояния коры головного мозга и области локализации снижения функционального состояния коры головного мозга у детей с различными пограничными расстройствами и нарушениями когнитивных процессов. Результаты удалось получить благодаря применению спектрального анализа ЭЭГ. В настоящее время медицинские психологи проводят большое количество обследований в соответствии с задачами клиники, но эти результаты часто остаются невостребованными в научных исследованиях в связи с недостаточным уровнем обобщения и трактовки полученных сведений. Сравнение результатов спектрального анализа ЭЭГ с данными психодиагностических обследований позволяет получать результаты и делать выводы, которые возможно экстраполировать в дальнейшем на более широкую сферу клинических наблюдений, а, следовательно, данный метод анализа обладает как научной новизной, так и практической значимостью. Подобный подход в дальнейшем возможно применять к исследованиям как особенностей познавательных процессов, так и эмоциональной сферы с целью выявления и уточнения физиологических механизмов возникновения нарушений психических функций у детей и взрослых.



## Выводы

1. Дети с астеническими расстройствами [F 06.06] характеризуются наиболее выраженными нарушениями мышления, что связано с повышением спектральной мощности низкочастотной активности дельта- и тета-ритмов в целом, а также дельта-ритма в лобном отделе головного мозга. Астенизация негативно сказывается на интеллектуальных возможностях ребенка в связи со снижением возможностей регуляторных функций лобной области коры головного мозга. Однако также была отмечена тенденция к компенсации нарушений.

2. У обследуемых с энурезом [F 98.0], энкопрезом [F 98.1], стереотипными двигательными расстройствами [F 98.4] были обнаружены нарушения мышления в виде его вязкости и детализированности, фиксировались нарушения пространственного анализа и синтеза. В этой группе наблюдалось снижение функционального состояния мозга в виде снижения мощности альфа ритма, а также некоторое относительное увеличение мощности в гамма- и бета-диапазонах.

3. У детей с нарушениями поведения [F 98.8] наблюдалось наиболее высокое функциональное состояние коры головного мозга при сравнении с пациентами других групп. Снижения факторов мышления у них не встречались.

4. Снижение функциональных возможностей структур лобных отделов коры обоих полушарий приводит как к нарушениям в виде несформированности пространственного анализа и синтеза, вязкости, детализированности, разноплановости мышления и недостаточного развития способности обобщения, так и к сложностям в целенаправленной знаково-символической деятельности, усвоении логико-грамматических конструкций и в арифметическом счете.

5. У детей на фоне снижения функционального состояния височной, теменной и затылочной областей правого полушария, а также речевых зон левого полушария обнаруживаются нарушения в виде несформированности пространственного анализа и синтеза, вязкости, детализированности и разноплановости мышления, недостаточного развития способности обобщения.

## Литература

1. Афтанас Л.И., Павлова С.А. Особенности межполушарного распределения спектров ЭЭГ у высоко тревожных индивидуумов в эмоционально-нейтральных условиях и при отрицательной эмоциональной активации // Журнал высшей нервной деятельности имени И.П. Павлова. 2005. Т. 55. № 3. С. 322–328.
2. Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. Возрастная динамика когнитивных функций младших школьников с дефицитом регуляции активности // Бюлл. ВСНЦ РАМН. 2014. № 4(98). С. 7–10.
3. Балашова Е.Ю., Ковязина М.С. Нейропсихологическая диагностика. Классический стимульный материал. М.: Генезис, 2015. 18 листов с цветными и 52 ч/б изображениями.
4. Березкин Д.В. Функциональные характеристики центральной нервной системы и нарушения познавательных функций у детей с неврозоподобными расстройствами резидуально-органического генеза // Клиническая и специальная психология. 2016. Т. 5. № 2. С. 46–62.
5. Вассерман Е.Л., Карташев Н.К., Полонников Р.И. Фрактальная динамика электрической активности. СПб.: Наука, 2004. 208 с.
6. Головки Т.А., Чертунова Н.С. Санаторно-курортное лечение как этап медицинской реабилитации детей с психоневрологическими заболеваниями и заболеваниями нервной системы // Тезисы науч.-практ. конф. К 55-летию Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детский психоневрологический санаторий «Комарово». СПб. 2015. С. 3–4.



7. Горбунов И.А., Ткачева Л.О. Связь семантических характеристик упорядоченности сознания с изменениями функционального состояния мозга // Вестник СПбГУ. Сер. 12. 2011. № 1. С. 324–329.
8. Грибанов А.В., Канжина Н.Н. Особенности аудиомоторных реакций у детей с разным уровнем развития произвольного внимания // Экология человека. 2008. № 5. С. 44–47.
9. Грибанов А.В., Подоплекин Д.Н. Изменение уровня постоянных потенциалов головного мозга у детей при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью // Вестн. Помор. ун-та. Сер. Физиол. и психол.-пед. науки. 2003. № 2. С. 41–47.
10. Звягина Н.В., Коромзин Ю.А. Особенности системной организации зрительного восприятия вербализуемых и невербализуемых стимулов // Вестн. Помор. ун-та. Сер. Физиол. и психол.-педагогич. науки. 2006. № 2 (10). С. 52–61.
11. Иорданова Ю.А. Особенности принятия решения детьми младшего и школьного возраста // Вестн. Помор. ун-та: Сер. Естеств. и точн. науки. 2006. № 4. С. 61–65.
12. Ковалев В.В. Психиатрия детского возраста: руководство для врачей. М.: Медицина. 1995. 608 с.
13. Кустубаева А.М., Толегонова А., Мэтьюс Дж. ЭЭГ-активность головного мозга при различных стратегиях саморегуляции эмоций: подавление и переоценка // Психологический журнал. 2013. Т. 34. № 4. С. 58–68.
14. Мачинская Р.И., Крупская Е.В. Созревание регуляторных структур мозга и организация внимания у детей младшего школьного возраста // Когнитивные исследования: Сб. науч. Трудов. Вып. 2 / Под ред. В.Д. Соловьева, Т.В. Черниговской. М.: Изд-во Ин-та психологии РАН, 2008. С. 32–48.
15. Пронина Л.С. Сравнительная характеристика показателей распространенности психических и поведенческих расстройств у детей и подростков Российской Федерации и Центрального Федерального округа в 2000–2007 гг. // Российский психиатрический журнал. 2009. № 6. С. 87–93.
16. Семенович А.В. Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте. М.: Издательский центр «Академия», 2002. 232 с.
17. Тамбиев А.Э., Медведев С.Д., Литвиненко О.В. Возрастная динамика развития основных свойств внимания в детском возрасте // Вопросы психологии. 2003. № 3. С. 118–122.
18. Тонконоженко Н.Л., Клиточенко Г.В. Особенности электроэнцефалограммы у детей младшего школьного возраста при синдроме гиперактивности с дефицитом внимания // Актуальные проблемы педиатрии: сб. науч. работ. Уфа. 2008. С. 139–140.
19. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Дубровинская Н.В., Горев А.С., Мачинская Р.И. Функциональная организация развивающегося мозга и формирование когнитивной деятельности // Физиология развития ребенка. Теоретические и прикладные аспекты [Сб. статей] / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. М.: Образование от «А» до «Я». 2000. С. 82–105.
20. Хасанова Л.Б., Аминев Г.А. Индивидуальные психофизиологические особенности электроэнцефалограмм при невротоподобных состояниях у детей // Здравоохранение Башкортостана. 2002. Спец. вып. 3. С. 295–297.
21. Эверт Л.С., Потупчик Т.В., Крысенко Л.В., Паничева Е.С. Характеристика астенического синдрома у детей первого года обучения в школе // Российский педиатрический журнал. 2014. № 2. С. 37–40.
22. Bailey T., Joyce A. The role of the thalamus in ADHD symptomatology and treatment // Appl. Neuropsychol. Child. 2015. № 4 (2). P. 89–96.
23. Benninger C., Matthis P., Scheffner D. EEG development of healthy boys and girls. Result of longitudinal study // Electroencephalography and clinical neurophysiology. 1984. Vol. 57. № 1. P. 1–12.
24. Healey D.M., Brodzinsky L.K., Bernstein M., Rabinovich B., Halperin J.M. Moderation effect of neurocognitive abilities on the relationship batwing temperament and global function // Child Neuropsychology. 2010. Vol. 16. P. 20–31.
25. Kalf J.A.C., de Sonnevile L.M., Hurks P.P., Hendriksen J.G., Kroes M., Steyaert J., van Zeben T.M., Vles J.S., Jolles J. Low- and high-level controlled processing in executive motor control tasks in 5–6-year-old children at risk of ADHD // J. Child. Psychol. Psychiatry. 2003. Oct. № 44 (7). P. 1049–1057.
26. Lenartowicz A., Loo S.K. Use of EEG to diagnose ADHD // Curr. Psychiatry Rep. 2014. Nov. № 16 (11). P. 498–510.
27. Lindman H.R. Analysis of variance in complex experimental designs. San Francisco: W.H. Freeman & Co., 1974. P. 33.



28. *Shallice T., Marzocchi G.M., Coser S., Del Savio M., Meuter R.F., Rumiati R.I.* Executive function profile of children with attention deficit with hyperactivity disorder // *Dev. Neuropsychol.* 2002. № 21 (1). P. 43–71.

## References

1. *Aftanas L.V., Paolova S.V.* Osobennosti mezhpolusharnogo raspredeleniya spektrov EEG u vysoko trevozhnykh individuumov v emocional'no-nejtral'nykh usloviyakh i pri otricate'l'noy emocional'noy aktivaciil'naya dinamika elektricheskoy aktivnosti Peculiarities of interhemispheric EEG band power [Distribution in high anxiety individuals under emotionally neutral and aversive arousal conditions] // *ZHurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti im. I.P. Pavlova [I.P. Pavlov Journal of Higher nervous Activity]*. 2005. T. 55. N 3. PP. 322–328. (In Russ.).
2. *Ahutina T.V., Korneev A.A., Matveeva E.Yu.* Vozrastnaya dinamika kognitivnykh funktsiy mladshikh shkol'nikov s deficitom regulyatsii aktivnosti [Age dynamics of cognitive functions of primary school children with deficiency of activity regulation] *Byulleten Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii medicinskikh nauk [Bulletin of East Siberian scientific center of the Siberian branch of the Russian Academy of medical Sciences]*. 2014. No. 4 (98). P. 7–10. (In Russ.).
3. *Balashova E.Yu., Kovyazina M.S.* Neyropsihologicheskaya diagnostika. Klassicheskiy stimul'niy material [Neuropsychological diagnostics. Classic stimulus material] Moscow: Genezis, 2015. 18 sheets with color and 52 b/w images. (In Russ.).
4. *Berezkin D.V.* Funktsional'nye kharakteristiki central'noi jnervnoi sistemy i narusheniya poznavatel'nykh funktsiy u detey s nevrozopodobnymi rasstroystvami rezidual'no- organicheskogo gena [The functional status of central nervous system and disturbances of cognitive functions of children with borderline mental disorder of residual organic genesis]. *Klinicheskaya i spetsial'naya psihologiya [Clinical and Special Psychology]*, [Elektronnyi resurs] [Online resource] 2016. Vol. 5. No. 2. P. 46–62. (Accessed 15.09.2019). (In Russ.).
5. *Vasserman E.L., Kartashev N.K., Polonikov R.I.* Fraktal'naya dinamika elektricheskoy aktivnosti [Fractal dynamics of brain electrical Activity]. St.-Peterburg: Nauka. 2004. 208 p. (In Russ.).
6. *Golovko T.A., Cherpunova N.S.* Sanatorno-kurortnoe lechenie kak etap medicinskoy reabilitatsii detey s psikhonevrologicheskimi zabolovaniyami i zabolovaniyami nervnoj sistemy [Sanatorium treatment as a stage of medical rehabilitation of children with neuropsychiatric diseases and diseases of the nervous system] *Tezisy nauch.-prakt. konf. k 55-letiyu Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo byudzhethnogo uchrezhdeniya zdavoohraneniya «Detskiy psikhonevrologicheskii sanatoriy «Komarovo»».*(Sankt-Peterburg, 2015 g.) [Health resort treatment as a stage of medical rehabilitation of children with psychoneurological disorder and disorder of neural system]. St. Petersburg. 2015. P. 3–4. (In Russ.).
7. *Gorbunov I.A., Tkacheva L.O.* Reaction semantic characteristics orderliness of consciosnes with changes functional condition of the brain // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 12. Psihologiya. Sociologiya. Pedagogika [Bulletin of Saint Petersburg University. Series 12. Psychology. Sociology. Pedagogy]*. 2011. N 1. PP. 324–329. (In Russ.).
8. *Gribanov A.V., Kanzhina N.N.* Osobennosti audiomotornykh reaktsiy u detey s raznym urovnem razvitiya proizvol'nogo vnimaniya [Features of audiomotor reactions in children with different level of development of voluntary attention] *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2008. № 5. P. 44–47. (In Russ.).
9. *Gribanov A.V., Podoplekin D.N.* Izmenenie urovnya postoyannykh potentsialov golovnog mozga u detey pri sindrome deficita vnimaniya s giperaktivnost'u [Changes in the level of permanent brain potentials in children with attention deficit with hyperactivity disorder] *Vestnik Pomorskogo universiteta: Ser. «Fiziologiya i psikhologo-pedagogicheskie nauki [Bulleting of Pomor State University: Ser. of physiological and psychologo-pedagogical sciences]*. 2003. № 2. P. 41–47. (In Russ.).
10. *Zoyagina N.V., Koromzin Yu.A.* Osobennosti sistemnoy organizatsii zritel'nogo vospriyatiya verbalizuemykh i neverbalizuemykh stimul'ov [Features of the system organization of visual perception of verbalized and non-verbalized stimuli] *Vestnik Pomorskogo Universiteta. Seriya fiziologicheskie i psikhologo-pedagogicheskie nauki [Bulletin of the Pomor State University: Ser. Physiological and psychological-pedagogical sciences]*. 2006. No. 2(10). P. 52–61. (In Russ.).
11. *Iordanova Ju.A.* Osobennosti povedencheskogo reagirovaniya detei 7–10 let s defitsytom vnimaniya [Specifically behavioral reaction of 7–10 years old children with deficit of attention] *Vestnik Pomorskogo*





- universiteta: Ser. «Estestvennye i tochnye nauki» [Bulleting of Pomor State University: Ser. Natural and exact sciences]. 2006. No. 3. P 68–72. (In Russ.).
12. Kovalev V.V. sihiatriya detskogo vozrasta .Rukovodstvo dlya vrachej [Psychiatry of childhood. Guide for physicians]. Moscow. Medicine. 1995. 608 p. (In Russ.).
13. Kustubayeva A.M., Tolegenova A., Matthews G. EEG-aktivnost' golovnogogo mozga pri razlichnykh strategiyah samoregulyacii emociy: podavlenie i pereocenka [EEG-brain activity in different strategies of emotions' self-regulation] // Psihologicheskii zhurnal [Psychological journal]. 2013. T. 34. N 4. Pp. 58–68. (In Russ.).
14. Machinskaya R.I., Krupskaya E.V. Sozrevanie regulatorynykh struktur mozga i organizatsyya vnimaniya u detei mladshogo shkol'nogo vozrasta [Maturation of the regulatory structures of the brain and attention organization of primary school age children]. Kognitivnye issledovaniya: Sb. nauch. trudov, vyp. 2 [Cognitive research: collection of scientific papers, iss. 2]. Solov'eva V.D., Chernigovskaya T.V., eds. Moscow: Institute of psychology of RAN. 2008. P. 32–48. (In Russ.).
15. Pronina L.S. Sravnitel'naya kharakteristika pokazateley rasprostranennosti psikhicheskikh i povedencheskikh rasstroystv u detey i podrostkov Rossiyskoy Federatsii i Tsentral'nogo Federal'nogo okruga v 2000–2007 gg. [Comparative characteristics of the prevalence of mental and behavioral disorders in children and adolescents of the Russian Federation and the Central Federal district in 2000-2007] Rossiyskii psikhiatricheskii zhurnal [Russian Psychiatry Journal]. 2009. N 6. P. 87–93. (In Russ.).
16. Semenovich A.V. Neyropsikhologicheskaya diagnostika i korrektsiya v detskom vozraste [Neuropsychological diagnosis and correction in childhood]. M.: Akademiya, 2002. 232 p. (In Russ.).
17. Tambiev A.E., Medvedev S.D., Litvinenko O.V. Vozrastnaya dinamika razvitiya osnovnykh svoystv vnimaniya v detskom vozraste [Age dynamics of development of basic characteristics of attention in childhood]. Voprosy psikhologii [Questions of psychology]. 2003. N 3. P. 118–122. (In Russ.).
18. Tonkonozhenko N.L., Klitochenko G.V. Osobennosti elektroencefalogrammy u detey mladshogo shkol'nogo vozrasta pri sindrome giperaktivnosti s deficitom vnimaniya [Features of electroencephalogram in primary school children with hyperactivity disorder with attention deficit] Sbornik nauchnykh rabot «Aktual'nye problemy pediatrii» [Collection of scientific works “Actual problems of Pediatrics”]. Ufa. 2008. P. 139–140. (In Russ.).
19. Farber D.A., Beteleva T.G., Dubrovinskaya N.V. Gorev A.S., Machinskaya R. I. Funktsional'naya organizatsiya razvivayushchegosya mozga i formirovanie kognitivnoy deyatelnosti [Functional organization of a developing brain and formation of cognitive activity] // Fiziologiya razvitiya rebenka. Teoreticheskie i prikladnye aspekty Physiology of child development. [Theoretical and applied aspects [Yes Collection]. M. Education from “A” to “Z”. 2000. P. 82–105. (In Russ.).
20. Hasanova L.B., Aminev G.A. Individual'nye psihofiziologicheskie osobennosti elektroencefalogramm pri nevrozopodobnykh sostoyaniyakh u detey [Individual psychophysiological features of electroencephalograms in neurosis-like states in children] // Zdravoohranenie Bashkortostana [Health care of Bashkortostan]. Special issue 3. 2002. Pp. 295–297. (In Russ.).
21. Evert L.S., Potupchik T.V., Krysenko L.V., Panicheva E.S. Kharakteristika astenicheskogo sindroma u detei pervogo goda obucheniya v shkole [Characteristics of astenoneurotic syndrome of children of the first year education in School]. Rossijskii pediatricheskii zhurnal [Russian pediatric journal]. 2014. No. 2. P. 37–40. (In Russ.).
22. Bailey T., Joyce A. The role of the thalamus in ADHD symptomatology and treatment // Appl. Neuropsychol. Child. 2015. No. 4 (2). P. 89–96.
23. Benninger C., Matthis P., Scheffner D. EEG development of healthy boys and girls. Result of longitudinal study // Electroencephalography and clinical neurophysiology/ 1984. Vol. 57. N. 1. P. 1–12.
24. Healey D.M., Brodzinsky L.K., Bernstein M., Rabinovich B., Halperin J.M. Moderation effect of neurocognitive abilities on the relationship batwing temperament and global function // Child Neuropsychology. 2010. Vol. 16. P. 20–31.
25. Kalf J.A.C., de Sonneville L.M., Hurks P.P., Hendriksen J.G., Kroes M., Steyaert J., van Zeben T.M., Vles J.S., Jolles J. Low- and high-level controlled processing in executive motor control tasks in 5–6-year-old children at risk of ADHD // J. Child. Psychol. Psychiatry. 2003. Oct. No. 44 (7). Pp. 1049–1057.
26. Lenartowicz A., Loo S.K. Use of EEG to diagnose ADHD // Curr. Psychiatry Rep. 2014. Nov. N 16 (11). P. 498–510.





27. Lindman H.R. Analysis of variance in complex experimental designs. — San Francisco: W.H. Freeman & Co., 1974. PP. 33.
28. Shallice T., Marzocchi G.M., Coser S., Del Savio M., Meuter R.F., Rumiati R.I. Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder // Dev. Neuropsychol. 2002. No. 21 (1). P. 43–71.

### **Информация об авторах**

*Берёзкин Дмитрий Владимирович*, медицинский психолог, Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение здравоохранения Центр восстановительного лечения «Детская психиатрия» имени С.С. Мнухина (СПб ГКУЗ ЦВЛ «Детская психиатрия» им. С.С. Мнухина), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7122-8115>, e-mail: [berezkin.dm@yandex.ru](mailto:berezkin.dm@yandex.ru)

*Горбунов Иван Анатольевич*, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, кафедра медицинской психологии и психофизиологии, Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБУ ВО СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-750X>, i.a.gorbunov@spbu.ru.

### **Information about the authors**

*Dmitrii V. Berezkin*, Clinical Psychologist, St. Petersburg S.S. Mnukhin Rehabilitation Center “Children’s Psychiatry”, St. Petersburg, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7122-8115>, e-mail: [berezkin.dm@yandex.ru](mailto:berezkin.dm@yandex.ru)

*Jean A. Gorbunov*, PhD in Psychology, Senior Researcher, Clinical Psychology and Psychophysiology Department, St Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-750X>, e-mail: [i.a.gorbunov@spbu.ru](mailto:i.a.gorbunov@spbu.ru)

Получена 04.10.2019

Received 04.10.2019

Принята в печать 01.03.2021

Accepted 01.03.2021