

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ШКОЛЬНИКОВ С РАЗНОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕШНОСТЬЮ. СООБЩЕНИЕ 2. ВЗАИМОСВЯЗЬ УСПЕШНОСТИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПАТТЕРНОВ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

О.Б. Гилева^{1,2}

¹ Екатеринбургский институт физической культуры (филиал) УралГУФК, г. Екатеринбург, Россия

² Институт развития образования Свердловской области, г. Екатеринбург, Россия

Обоснование. Изучение факторов академической успешности или неуспешности обучающихся – актуальная и социально значимая научная проблема. Академически неуспешные дети часто склонны к различного рода поведенческим нарушениям, употреблению психоактивных веществ и другим видам опасного поведения. В этой связи важно понять каковы причины неуспешности и пути повышения академической успешности. **Цель.** Выявить особенности реакции академически успешных и неуспешных детей 12 лет на когнитивную нагрузку по показателям ЭЭГ. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие школьники в возрасте 12 лет одной из школ г. Екатеринбурга (n = 51), которые были дифференцированы на две группы в соответствии с уровнем академической успешности. Запись биоэлектрической активности мозга проводилась с помощью аппаратно-программного комплекса «CONAN-м» производства НПО «Информатика и компьютеры» (Россия) монополярно от 10 симметричных отведений: в состоянии спокойного бодрствования (с закрытыми и открытыми глазами) и во время решения экспериментальных задач трех типов (простые арифметические, вербально-логические и на пространственное мышление). Различия между выборками академически успешных и неуспешных обучающихся оценивались с помощью непараметрического критерия Уилкоксона. **Результаты.** Выявлены различия по целому ряду показателей ЭЭГ как в состоянии покоя, так и при предъявлении экспериментального задания между академически успешными и неуспешными школьниками. Реакция академически успешных учеников в ответ на предъявление когнитивной нагрузки характеризуется преимущественной активацией передних областей коры с фокусом активности в левой лобной области. Академически неуспешные ученики характеризовались более генерализованным типом реакции ЭЭГ с фокусом активности в каудальных областях коры, особенно при предъявлении заданий на пространственное вращение фигуры. Также обнаружено, что успешные ученики ошибались при решении задач на пространственное вращение фигуры, а неуспешные – при решении вербально-логических задач. **Заключение.** У детей с низкой академической успешностью обнаружены характерные особенности функционирования коры головного мозга, затрудняющие восприятие учебного материала, предъявленного в виде логически выстроенного сообщения. Однако эти дети способны блестяще оперировать зрительно-пространственной информацией. Это необходимо учитывать при работе с такими детьми для повышения их академической успешности.

Ключевые слова: обучающиеся, биоэлектрическая активность мозга, академическая успешность.

Введение

Академическая успешность – мера усвоения учебного материала и важная составляющая образовательной деятельности, которая

сопряжена и с другими сторонами жизни обучающегося. Таким образом, недостаточная академическая успешность часто связана с проблемами и сложностями социальной адап-

тации, с девиантным и делинквентным поведением, употреблением психоактивных веществ, со склонностью к ранним половым связям, с утратой благополучных взаимоотношений с педагогическим коллективом и семейным окружением, маргинализацией и криминализацией подростков (Давыденко, 2005; Alcohol consumption ..., 2001). Это может весьма негативно повлиять на дальнейшее профессиональное самоопределение и социальную адаптацию школьника, тем самым оказывая влияние на всю его дальнейшую жизнь, например, показано, что достигнутый уровень образования может быть связан даже с таким понятием, как тяжесть преступлений: статья заключенного тем тяжелее, чем ниже образовательный уровень осужденного (Казин с соавт., 2010).

Однако известны многие гениальные люди, способности которых проявились лишь с возрастом. Многие из них были неуспешны в школьном обучении – таковы были А. Эйнштейн, Ч. Дарвин, К.Э. Циолковский. Это дает нам основание полагать, что неуспешность школьника может отражать какие-то индивидуальные качества ребенка, не связанные с силой его интеллекта. Можно предположить, что такие дети привыкают к роли «неудачников» или пополняют криминальные ряды, а общество теряет достаточно большую долю гениев.

Академическая успешность – весьма актуальная и социально значимая тема научных исследований. По состоянию на момент написания настоящей статьи по запросу «академическая успешность школьников» (academic success of students) результат поиска в Google Scholar – более 4 млн источников. Академическую успешность учащегося связывают с целым рядом его индивидуальных особенностей, но особенности функционирования его головного мозга занимают в этом ряду особое место. Именно они создают физиологическую базу для успешной учебной деятельности.

Известно, что успешные ученики проявляют признаки большей физиологической зрелости коры головного мозга, при этом характерный паттерн реакции их ЭЭГ на интеллектуальную нагрузку оказывается ближе к аналогичным показателям взрослых (Соколова с соавт., 2006; Гальперина с соавт., 2010; Роль биологических ..., 2010; Effects of age ..., 2010). Исходя из этого, исследователями де-

лается вывод о том, что неуспешность ученика в школе и трудности обучения связаны с незрелостью коры головного мозга (Безруких и др., 2009). Однако это не позволяет объяснить учебную неуспешность детей, как возрастную норму. Такой подход также не позволяет осознать пути и создать методики для улучшения академической успеваемости неуспешных детей.

Представляется актуальным поиск индивидуальных особенностей неуспешных школьников с тем, чтобы помочь им приобрести опыт более успешного обучения в школе и создать базу для получения ими образовательного уровня, соответствующего их реальным интеллектуальным способностям, учитывая колоссальное влияние, которое академическая успешность оказывает на социальную адаптацию школьника и его дальнейшее самоопределение.

В связи с этим *целью* наших исследований было изучение особенностей реакции ЭЭГ на когнитивную нагрузку академически успешных и неуспешных детей 12 лет.

Материалы и методы

Исследования были проведены на базе одной из школ г. Екатеринбурга. В исследовании приняли участие обучающиеся в возрасте 12 лет; 26 девочек и 25 мальчиков.

Обследование детей проводилось с письменного согласия родителей в стандартных условиях: в первой половине дня, при хорошем самочувствии обследуемых, со стандартной словесной инструкцией. Перед обследованием были проведены предварительные собеседования с родителями учащихся и педагогическим коллективом школы.

В исследование включались практически здоровые (I–II группы здоровья) дети. Учащиеся, имевшие выраженные отклонения в состоянии здоровья, в том числе хронические заболевания, мозговые дисфункции, задержку психического развития, исключались из выборки.

Запись биоэлектрической активности мозга проводилась с помощью аппаратно-программного комплекса «CONAN-м» производства НПО «Информатика и компьютеры» (Россия) монополярно от 10 симметричных отведений: затылочных – O1, O2, теменных – P3, P4, центральных – C3, C4, височных – T3, T4, лобных F3, F4 с референтным правым ушным электродом. Локализация отведений оп-

ределялась по международной системе «10–20». Частота пропускания усилителей 1–45 Гц. ЭЭГ регистрировали в двух состояниях: 1) в состоянии спокойного бодрствования (с закрытыми глазами и открытыми глазами); 2) во время решения экспериментальной задачи.

Экспериментальные задачи использовались трех типов. Примеры задач:

1. Арифметическая: «Сколько глаз у морского ежа, если у него на три глаза больше, чем у обычного лесного?».

2. Вербально-логическая: «Знайка и Незнайка играли в шахматы четыре часа, сколько времени играл каждый из них?».

3. Задача на пространственное вращение: подбор «готовой коробочки» для одного из вариантов развертки.

Компьютерная обработка электроэнцефалографических данных осуществлялась с помощью ресурсов программы CONAN-м, после ручного удаления артефактов методом быстрого преобразования Фурье, в анализ включались минутные отрезки записи ЭЭГ. Подвергнутые компьютерной математической обработке данные были представлены в виде оценок абсолютной мощности спектра ЭЭГ в диапазонах: тета 1 (4–6 Гц), тета 2 (6–7 Гц), альфа 1 (8–10 Гц), альфа 2 (10–13 Гц), бета 1 (14–20 Гц) в каждом из отведений.

В ходе исследования были выделены группы детей, имеющих высокую (4–5 баллов), среднюю (4–3 балла) и низкую (три балла) академическую успешность. В качестве меры академической успешности были использованы четвертные оценки детей, учитывались также уровень тревожности и время реакции обследуемых. Данные по времени реакции и тревожности и их взаимосвязи описаны ранее (Гилева, 2012). В данном сообщении проводится сравнение особенностей ЭЭГ детей с высокой академической успешностью и низким временем реакции и детей с низкой академической успешностью и высоким временем реакции.

Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием пакетов программ Microsoft Excel 2003 и Statistica 6.0. Различия между выборками исследуемых показателей оценивались с помощью непараметрического критерия Уилкоксона.

Результаты

В ходе исследования установлено, что арифметические задачи одинаково успешно

решали все испытуемые, решение вербально-логических и задач на пространственное вращение фигуры выявило существование отличий когнитивной деятельности у наиболее и наименее академически успешных школьников. Эти различия не зависели от пола испытуемого.

Вербально-логические задачи легко и с первой попытки решали академически успешные ученики. У детей, демонстрирующих низкие достижения в учебе, эти задачи вызвали затруднения вплоть до полной утраты возможности ответить правильно на поставленный вопрос вследствие невозможности воспринять логику поставленной задачи. При этом дети совершали арифметические действия там, где в этом не было необходимости. Они не могли правильно ответить на вопрос о протяженности пути, пройденного персонажем задачи, если известен путь, пройденный им в компании с другим персонажем, или определить разницу в возрасте персонажей через несколько лет, если она известна на текущий момент.

Пример: Девочка 12 лет рассказывает экспериментатору, что с удовольствием принимает участие в работе кружка шахматистов. Тем не менее в ответ на предъявленную задачу о длительности игры в шахматы каждого из игроков, игравших друг с другом четыре часа, уверенно отвечает, что каждый из них играл по два часа.

Ситуация выглядела так, будто у академически неуспешных детей наличествует своеобразный «дефект логики», подобный хорошо известным дефектам Пиаже. Это соответствует данным других авторов о том, что неуспешные в академическом плане учащиеся склонны испытывать сложности при вербально-гностической деятельности (Алферова с соавт., 1994; Бережковская с соавт., 2005).

Задачи на пространственное вращение фигуры академически успешные ученики решали с большим трудом, чаще не находя правильного ответа, трудности их были настолько велики, что экспериментатору не удавалось доказать им правильность верного ответа. Академически неуспешные ученики, напротив, решали такие задачи легко, с первой попытки и за очень короткое время. Однако для них была характерна неуверенность в своем решении, которое они легко меняли, если их просили объяснить ход решения или предлагали другой (неправильный) вариант реше-

ния. Так неожиданно были обнаружены особые способности этих детей к мысленному манипулированию зрительно-пространственными образами. Логично предположить, что подобные сложности при решении задач связаны с особенностями функционирования коры головного мозга, что соответствует положениям А.Р. Лурия о проявлении в когнитивной деятельности состояния головного мозга человека.

Действительно, обнаруженные сложности при решении задач разного типа у академически успешных и академически неуспешных детей нашли свое отражение в особенностях реакции ЭЭГ этих детей на предъявление когнитивной нагрузки и в покое. По мощности спектра ЭЭГ успешные и неуспешные ученики демонстрируют ряд статистически значимых различий, в некоторых случаях обнаруживаются половые различия.

В покое мощность всего спектра биоэлектрической активности выше у академически неуспешных девочек, ряд различий достигает статистической значимости: F3 – 0,02; C4 – 0,008; O1 – 0,005; O2 – 0,001; T4 – 0,001 (здесь и дальше приведено значение вероятности – p по критерию Уилкоксона). У неуспешных мальчиков выше мощность медленноволновой части спектра, различия достоверны по отведениям: F3 – 0,016; T3 – 0,031; T4 – 0,028.

При когнитивной нагрузке по большинству частотных диапазонов мощность биоэлектрической активности выше также у неуспешных детей, некоторые различия достигают уровня статистической значимости, а именно:

– при решении задач на *пространственное вращение* у мальчиков достоверны различия по отведениям: P3 – 0,003; O1 – 0,001; T3 – 0,025; у девочек – по отведениям: C4 – 0,028; T4 – 0,004;

– при решении *арифметических* задач у мальчиков – по отведениям: F3 – 0,020; P3 – 0,006; у девочек – по отведению T4 – 0,014;

– при решении *вербально-логических* задач у мальчиков – по отведению P3 – 0,031.

На рис. 1 и 2 приведены частотные спектры ЭЭГ академически успешных и неуспешных девочек при решении арифметических задач и задач на пространственное вращение фигуры в сравнении с состоянием покоя, у мальчиков закономерности аналогичны. Как уже было показано ранее, реакция ЭЭГ на

когнитивную нагрузку состояла в виде характерного для подростков типа активации со снижением спектральной мощности в альфа-диапазоне при увеличении мощности тета1- и бета1-диапазонов (Гилева, 2012). Успешные ученики отличаются более дифференцированным характером изменений ЭЭГ в ответ на когнитивную нагрузку.

Успешные мальчики также продемонстрировали дистантно-диагональный тип активации с характерной картиной асимметрии полушарий при когнитивной деятельности. У неуспешных мальчиков дистантно-диагонального типа активации не выявлялось, что также было показано ранее (Гилева, 2012).

Кроме того, представляется важным, что у успешных учеников при решении задач любого типа максимальные изменения спектральных характеристик наблюдались по фронтальным отведениям, а неуспешные реагировали на задачи изменением ЭЭГ практически по всем исследованным отведениям с преобладанием активации областей, расположенных окципитальнее. Особенно отчетливо это видно при предъявлении задачи на пространственное вращение фигуры, когда у неуспешных учеников наблюдаются более значительные изменения спектральных характеристик в расположенных каудально областях коры.

То, что реакция испытуемых на интеллектуальную нагрузку может различаться в зависимости от характера задачи и ее субъективной сложности, пола и возраста испытуемых, показано и другими авторами (Brain mappings ..., 2005).

Наглядно особенности реакции ЭЭГ на когнитивную нагрузку академически успешных и академически неуспешных школьников представлены при сравнении их топограмм в экспериментальных ситуациях.

На рис. 3 в качестве примера приведены амплитудные карты биоэлектрической активности головного мозга учеников, проявляющих разную степень академической успешности.

Амплитудные карты успешных и неуспешных детей имеет ряд различий. Академически успешные ученики обладают более локальным типом активации при когнитивной деятельности. Вне зависимости от типа задачи, наблюдается преимущественная активация фронтальных областей коры. Неуспешные в академическом плане ученики демонстрируют более генерализованный тип активации

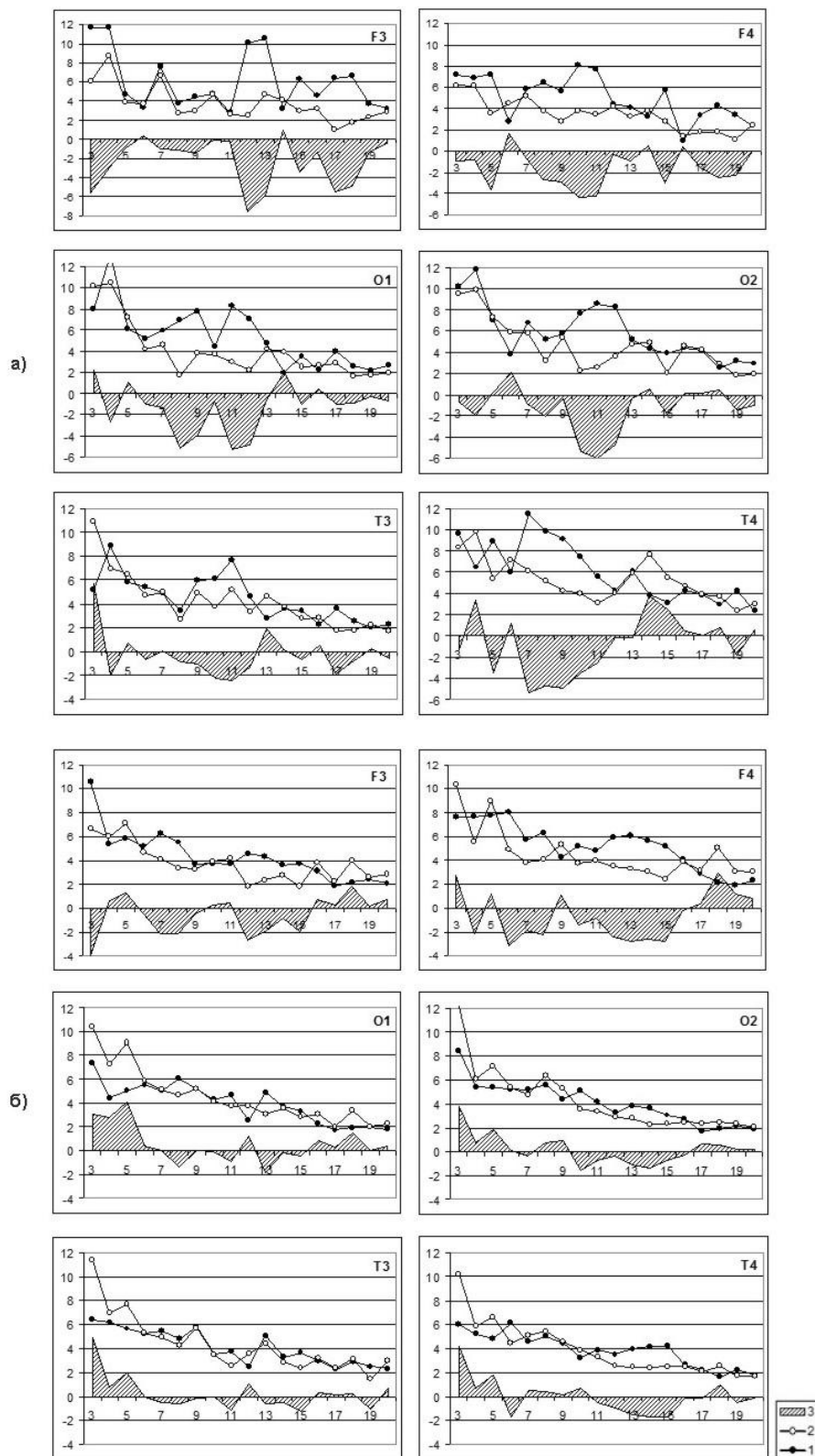


Рис. 1. Сравнение частотных спектров ЭЭГ по отведениям в покое и при решении арифметических задач: а – академически «неуспешные» ученики; б – «успешные» ученики; 1 – в покое; 2 – интеллектуальная нагрузка; 3 – разница между показателями нагрузки и покоя
 Fig. 1. Comparison of EEG frequency spectra by leads at rest and when solving arithmetic tasks: а – “unsuccessful” children; б – “successful” children; 1 – at rest; 2 – cognitive load; 3 – the difference between the indicators of load and rest

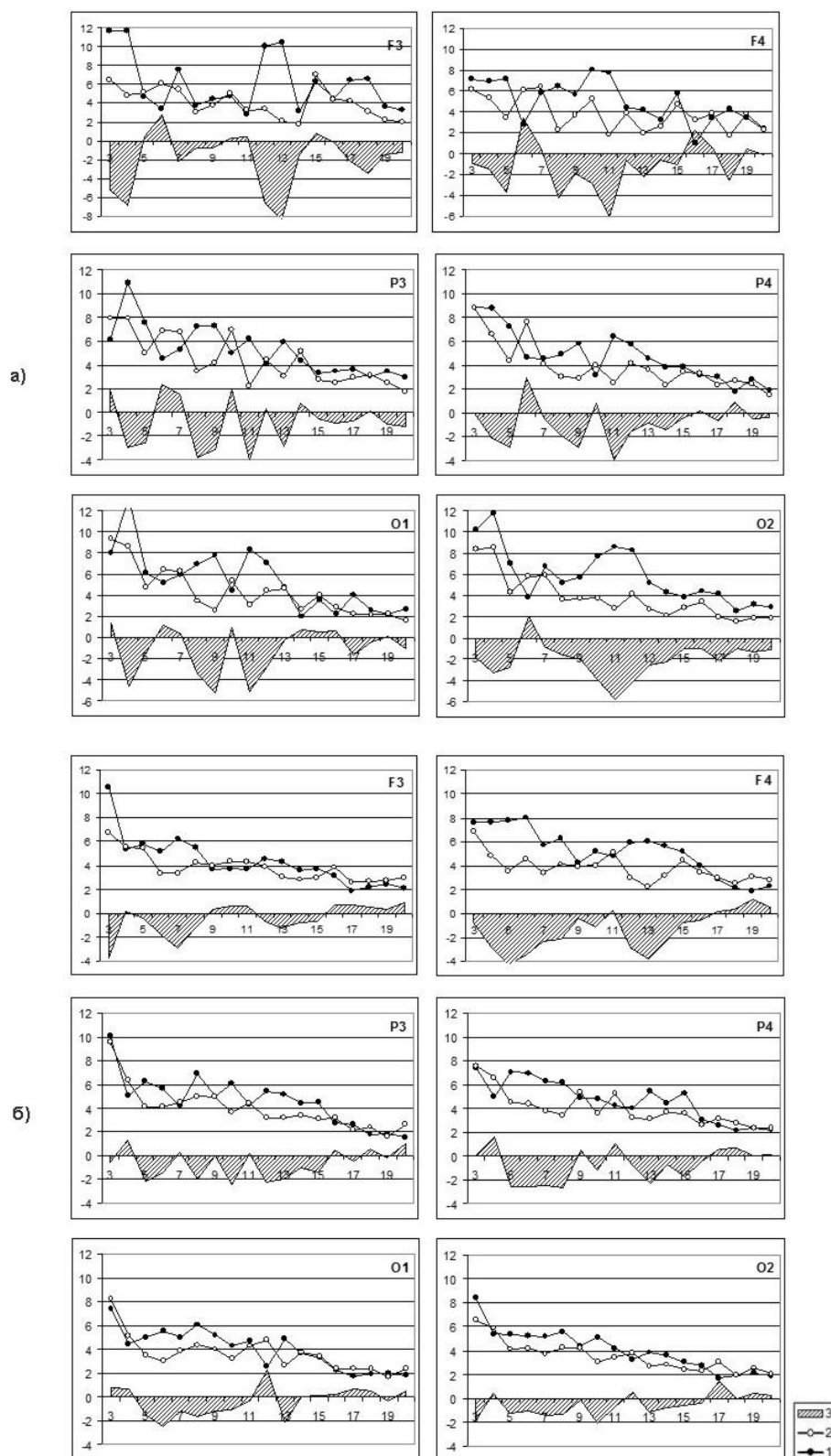


Рис. 2. Сравнение частотных спектров ЭЭГ по отведениям в покое и при решении задач на вращение фигуры: а – академически «неуспешные» ученики; б – «успешные» ученики; 1 – в покое; 2 – интеллектуальная нагрузка; 3 – разница между показателями нагрузки и покоя
 Fig. 2. Comparison of EEG frequency spectra by leads at rest and when solving a figure rotation task: а – “unsuccessful” children; б – “successful” children; 1 – at rest; 2 – cognitive load; 3 – the difference between the indicators of load and rest

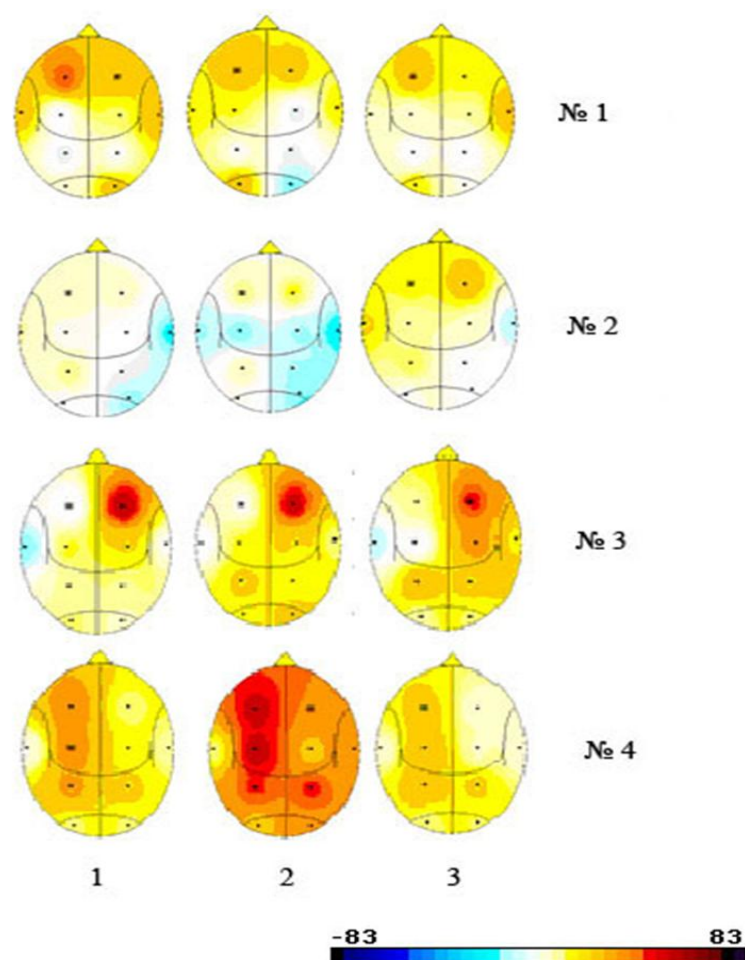


Рис. 3. Топографические карты активности коры головного мозга учеников с разной степенью академической успешности: № 1, 2 – академически успешные ученики, № 3, 4 – неуспешные ученики; 1 – арифметические задачи; 2 – вербально-логические задачи; 3 – задачи на пространственное вращение
 Fig. 3. Topographic maps of the activity of the cerebral cortex in children with different academic success: № 1, 2 – successful children, № 3, 4 – unsuccessful children; 1 – arithmetic task; 2 – verbal and logical tasks; 3 – figure rotation task

коры при смещении фокуса активности в окципитальном направлении, особенно при решении задач на пространственное вращение фигуры. Для них характерно весьма значительное повышение активации головного мозга даже при предъявлении простых для всех учащихся арифметических задач. В том случае, если все же происходит активация фронтальных зон коры, то преимущественно происходит активация правой фронтальной области.

Некоторые исследователи отмечают, что усиление активности правого полушария происходит у подростков в период полового созревания, оно сопровождается ослаблением вербальных функций и снижением успешности в обучении и может приводить к ухудше-

нию эмоционального фона взаимоотношений с другими людьми (Curtis et al., 2007).

В целом при решении задач успешными учениками активируются фронтальные области коры их головного мозга, которые общепринято считаются областями, принимающими активное участие в решении этого типа задач у взрослых испытуемых. Это создает нейрофизиологическую основу для легкости решения ими задач этого типа. Однако такая особенность не позволяет этим детям с такой же легкостью справляться с задачами на пространственное вращение фигуры.

Неуспешные ученики, напротив, при когнитивной деятельности, как правило, активируют зоны коры, расположенные каудально, ответственные за оперирование со зрительно-

пространственной информацией. Это позволяет этим ученикам легко решать задачи на пространственное вращение фигуры и объясняет их неспособность к решению вербально-логических задач.

Таким образом, мы обнаружили, что характер активации коры успешных и неуспешных в академическом отношении учеников различается и соответствует сложностям, которые возникают у них при решении задач разных типов и, скорее всего, служит причиной этих трудностей.

Обсуждение

Проанализировав полученные данные, мы пришли к выводу о том, что академически успешные и академически неуспешные ученики отличаются друг от друга по психофизиологическим особенностям, в частности по паттерну активности коры головного мозга как в покое, так и при когнитивной деятельности. Причем особенности эти таковы, что весьма осложняют учебную деятельность академически неуспешных учащихся.

Для неуспешных учеников характерна более генерализованная активность коры, большее количество медленноволновой активности. Считается, что подобные особенности функционирования головного мозга могут быть обусловлены изменениями функционирования регуляторных структур ствола мозга и незрелостью коры головного мозга. В частности, об этом может свидетельствовать повышенная мощность медленноволновой ритмики в передне-центральных отделах коры, в таких случаях также описано снижение степени участия лобных отделов коры в реализуемой деятельности (Алферова, с соавт., 1994; Артемова, 2003).

Другие исследователи также отмечают снижение степени участия лобных отделов коры в реализуемой деятельности у детей с трудностями обучения, объясняя это более низким уровнем ее функционального созревания (Yurgelun-Todd, 2007; Бетелева с соавт., 2009; Effects of age ..., 2010). Интересно, что подобный тип активации наблюдается у подростков, употребляющих психоактивные вещества (Подоплекин с соавт., 2010).

Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что у них не формируется система дистантно-диагонального типа активации. Исследования на взрослых испытуемых показали, что при решении задач может формиро-

ваться два варианта такой активации – связывающий левые фронтальные области и правые затылочные и, наоборот, правые фронтальные и левые затылочные. Первый вариант активации связан с успешностью и быстротой решения заданий, что объясняют подвижностью перестроек пространственных взаимодействий потенциалов коры соответственно специфике поставленной задачи (Джебраилова с соавт., 2013). Можно предположить, что у наших школьников в отличие от взрослых еще не сформирована способность перестраиваться в зависимости от задачи. Это не позволяет детям гибко реагировать на тип задачи, и они решают успешно те, которые в большей степени соответствуют их индивидуальным особенностям.

Подчеркивается, что именно фронтальные области играют ведущую роль при формировании дистантных осей фронтального неокортекса с задними корковыми областями (Горев, 2015). По-видимому, низкая активность фронтальных областей у академически неуспешных школьников определяет и генерализованную реакцию ЭЭГ на когнитивную нагрузку, и отсутствие дистантно-диагонального типа активации.

Таким образом, различия успешных и неуспешных учеников по закономерностям функционирования головного мозга обнаруживается и другими исследователями, при этом считается, что эти особенности связаны с незрелостью мозговых структур. Рассматривая характерные для неуспешных учеников особенности работы коры, мы понимаем, что они определяют не только особенности когнитивной деятельности, но и поведения этих детей.

Ранее неоднократно отмечалось, что основная причина школьной неуспеваемости – низкий уровень вербально-логического мышления¹, следствием чего является более продолжительный период становления самосознания².

¹ Горшенева С.В. Изучение взаимосвязи уровня вербально-логического мышления и школьной неуспеваемости у младших школьников // Достижения биологической физиологии и их место в практике образования: матер. Всерос. конф. с междунар. участием. Самара, 2003. С. 74–75.

² Новикова Г.Р., Шалимов В.Ф., Ополинский Э.С. Об одном из ведущих патогенетических механизмов возникновения трудностей в обучении у младших школьников // Актуальные вопросы клинической медицины: сб. ст. М., 2001. С. 160–163.

Однако это не единственная их проблема. Показано, что низкая степень зрелости мозговых структур и снижение степени участия лобных отделов коры в реализуемой деятельности поведенчески могут проявляться как неустойчивость внимания, нарушения слухоречевой памяти, познавательной активности и работоспособности. Подчеркивается, что подобные особенности обуславливают проявления неорганизованности, рассеянности, минимального отставания в различных сферах психики. Эти изменения влияют на все аспекты жизни детей, в том числе снижают социальную адаптацию, гибкость поведения и эмоциональную компетентность (Алферова с соавт., 1994; Бережковская с соавт., 2005; Progressive increase ..., 2006; Curtis et al., 2007; Yurgelun-Todd, 2007; Роль биологических ..., 2010).

Низкий уровень вербально-логического мышления приводит к тому, что мнения значимых людей для этих детей непонятны и малодоступны. Они не могут анализировать высказывания других людей о себе, поэтому у них недостаточно развита регулирующая функция речи. Отсутствие понимания речи приводит к затруднениям в оценке своих умений, качеств, способностей. Кроме того, недостаточное развитие логических операций влечет за собой импульсивное выполнение любых действий, в том числе учебных, неумение использовать даже те способности, которыми эти дети обладают, отсутствие осознания связи между целью деятельности и действиями³ (Кудрина, 1999).

Учитывая обнаруженные нами особенности функционирования коры мозга у детей возрастной нормы, отличающихся только академической успешностью, мы начинаем понимать, насколько трудно академически неуспешным детям взаимодействовать с другими людьми, не только с педагогами, но и с родителями, и со сверстниками. Недостаточно успешная учеба – это только одно из проявлений их индивидуальных особенностей.

Эти особенности причиняют массу неудобств как самим учащимся, так и взрослым, которые с ними работают. И это не единст-

венное обстоятельство, которое заставляет обратить на эти особенности пристальное внимание.

Первое обстоятельство, на которое указывают многочисленные исследования, – это то, что неуспешные в школе дети, неуспешны также и во многих других сферах жизни, в том числе им часто требуется помощь социальных служб. Они часто склонны к употреблению психоактивных веществ и различным типам социально нежелательного и опасного поведения (Никифоров с соавт., 2004; Jeunes, 2002). Поэтому сама по себе академическая неуспешность – фактор риска для детей школьного возраста.

Второе обстоятельство обнаруживается в наших исследованиях – это особая легкость решения задач на пространственное вращение фигуры. Скорость и правильность ее решения настолько велики, что позволяют говорить о наличии у этих детей выдающихся способностей к решению задач этого типа.

Обладая такими выдающимися способностями, эти дети не могут проявить себя при школьном обучении, когда большая часть учебного материала излагается в вербально-логической форме и подобным же образом происходит и контроль знаний. Поэтому в школе практически отсутствуют ситуации, когда возможно проявление сильных сторон этих учеников, у них возникает неуверенность в себе и собственных силах. Кроме того, уникальные способности этих детей в результате остаются без должного развития. Это подтверждается мнением А. Эйнштейна, который, объясняя свою школьную неуспешность, говорил, что он, будучи ребенком, мыслил зрительными образами (Холодная, 2004).

По-видимому, большинство академически неуспешных детей тяжело переживают свою неуспешность, теряют веру в себя, прекращают попытки реализации своего личностного потенциала, который в этом случае остается нереализованным. В результате мы, возможно, теряем гениальных взрослых, которые так и не решаются проявить свою одаренность, или, учитывая характерные для них сложности социальной адаптации, проявляют ее каким-либо социально нежелательным способом. Об этом косвенно свидетельствует, например, одна из работ, в которой показано, что статья заключенных тем легче, чем выше их образовательный уровень (Казин с соавт., 2010).

³ Кудрина, С.В. Особенности учебных действий школьников с недоразвитием интеллекта // Диагностика, профилактика и коррекция нарушений развития детей с ограниченными возможностями здоровья: сб. статей. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 1999. С. 56–60.

Заключение

Таким образом, обнаружено, что дети неуспешные в академическом плане обладают психофизиологическими особенностями индивидуальности, препятствующими им в достижении академического успеха. При традиционном способе преподавания и воспитания это может приводить к деформациям личностного развития, выражающимся в неуверенности в своих силах, нереализованности личностного потенциала и, возможно, склонности к асоциальным типам адаптации в социуме. Поэтому данное обстоятельство необходимо учитывать при построении психолого-педагогического сопровождения детей и в практике образовательной деятельности со школьниками.

Литература

1. Алферова, В.В. Пространственная организация биоэлектрической активности мозга детей с трудностями в обучении / В.В. Алферова, Т.А. Кудрякова // Физиология человека. – 1994. – Т. 20, № 5. – С. 151–153.
2. Артемова, Т.А. Индивидуальные различия в умственном развитии детей младшего школьного возраста / Т.А. Артемова // Психологическая наука и образование. – 2003. – № 2. – С. 101–111.
3. Безруких, М.М. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга и формирование познавательной деятельности в онтогенезе ребенка / М.М. Безруких, Р.И. Мачинская, Д.А. Фарбер // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 10–24.
4. Бережковская, Е.Л. Генезис письменной речи у школьников / Е.Л. Бережковская, А.Б. Антонова // Журнал практического психолога. – 2005. – № 6. – С. 118–129.
5. Бетелева, Т.Г. Возрастные особенности обработки зрительной информации в системе рабочей памяти / Т.Г. Бетелева, С.В. Сеницын, Д.А. Фарбер // Физиология человека. – 2009. – № 6. – С. 25–36.
6. Гальперина, Е.И. Становление нейрофизиологических механизмов стереогностической функции (ЭЭГ-исследование) / Е.И. Гальперина, М.Н. Цицерошин, Л.Г. Зайцева // Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 1. – С. 18–31.
7. Гилева, О.Б. Психофизиологические основы успешной учебной деятельности / О.Б. Гилева. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012. – 271 с.
8. Горев, А.С. ЭЭГ-анализ возрастных особенностей влияния произвольной релаксации на когнитивную деятельность у детей 10–12 лет / А.С. Горев // Новые исследования. – 2015. – Т. 42, № 1. – С. 16–26.
9. Давыденко, Л.А. Оценка поведенческих факторов риска, связанных с употреблением наркотических веществ и различных форм полового поведения школьников крупного города / Л.А. Давыденко // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2005. – № 54. – С. 6–8.
10. Джебраилова, Т.Д. Пространственная организация бета₂ ритма ЭЭГ и эффективность когнитивной деятельности человека / Т.Д. Джебраилова, И.И. Коробейникова // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2013. – Т. 63, № 6. – С. 667–676. DOI: 10.7868/S004446771306004X
11. Казин, Э.М. Влияние социально-психологических и психофизиологических условий и факторов на социальное здоровье и особенности формирования асоциального поведения у лиц женского пола / Э.М. Казин, М.Г. Березина, А.М. Прохорова // Валеология. – 2010. – № 4. – С. 34–41.
12. Никифоров, И.А. Медико-социальные факторы развития ранней полинаркомании (политоксикомании) / И.А. Никифоров, И.И. Никифоров // Актуальные вопросы восстановительной медицины. – 2004. – № 2(3). – С. 48–51.
13. Подоплекин, А.Н. Изменения нейроэнергетического метаболизма мозга у подростков с зависимостью от психоактивных веществ / А.Н. Подоплекин, М.Н. Панков // Новые исследования. – 2010. – № 3(24). – С. 5–15.
14. Роль биологических и социальных факторов в успешности школьного обучения / Н.Л. Горбачевская, Е.Ю. Давыдова, С.О. Петрова, С.А. Тюшкевич, О.И. Пашкевич // Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 3. – С. 66–73.
15. Соколова, Л.В. Электроэнцефалографические и нейропсихологические исследования функциональной зрелости коры головного мозга первоклассников с разным уровнем развития памяти / Л.В. Соколова, Д.А. Малышев // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 1. – С. 75–79.
16. Холодная, М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. – СПб.: Питер, 2004. – 384 с.
17. Alcohol consumption and academic performance in a population of Spanish high school students / M. López-Frías, M. Fernandez, E. Planells et al. // Journal of studies on

alcohol. – 2001. – Vol. 62. – № 6. – P. 741–744. DOI: 10.15288/jsa.2001.62.741

18. *Brain mappings of the arithmetic processing in children and adults* / F. Rocha, A. Rocha, E. Massad, R. Menezes // *Cognitive Brain Research*. – 2005. – Vol. 22. – № 3. – P. 359–372.

19. *Curtis, W.J. Emotion and resilience: A multilevel investigation of hemispheric electroencephalogram asymmetry and emotion regulation in maltreated and nonmaltreated children* / W.J. Curtis, D. Cicchetti // *Development & Psychopathology*. – 2007. – Vol. 19, № 3. – P. 811–840.

20. *Effects of age and sex on developmental neural networks of visual-spatial attention allocation* / K. Rubia, Z. Hyde, R. Halari, V. Giampietro, A. Smith //

Neuroimage. – 2010. – Vol. 51. – № 2. – P. 817–827. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2010.02.058

21. *Jeynes, W.H. The relationship between the consumption of various drugs by adolescents and their academic achievement* / W.H. Jeynes // *Amer. J. Drug and Alcohol Abuse*. – 2002. – Vol. 28, № 1. – P. 15–35.

22. *Progressive increase of fronto-striatal brain activation from childhood to adulthood during event-related tasks of cognitive control* / K. Rubia, A.B. Smith, J. Woolley et al. // *Hum Brain Mapp*. – 2006. – Vol. 27. – № 12. – P. 973–993. DOI: 10.1002/hbm.20237

23. *Yurgelun-Todd, D. Emotional and cognitive changes during adolescence* / D. Yurgelun-Todd // *Curr. Opin. Neurobiol*. – 2007. – Vol. 17, № 2. – P. 251–257.

Гилева Ольга Борисовна, доктор биологических наук, профессор, Екатеринбургский институт физической культуры (филиал) УралГУФК, (Екатеринбург); профессор, Институт развития образования Свердловской области (Екатеринбург), ogileva@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7587-9759

Поступила в редакцию 3 марта 2020 г.

DOI: 10.14529/jpps200309

BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE BRAIN IN PUPILS WITH DIFFERENT ACADEMIC SUCCESS. REPORT 2. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ACADEMIC SUCCESS AND PATTERNS OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE CORTEX

O.B. Gileva^{1,2}, ogileva@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7587-9759

¹ *Ekaterinburg Institute of Physical Education, Ekaterinburg, Russian Federation*

² *Institute of Educational Development, Ekaterinburg, Russian Federation*

Background. The paper presents the study of the factors of academic success and failure in students, which is a relevant and socially significant problem. Academic failure often results in behavior deviations, drug abuse and other types of dangerous behavior. Therefore, it is of utmost importance to establish the reasons of academic failure, as well as the ways to improve academic performance. **Aim.** The paper aims to establish the features of responses of academically successful and unsuccessful 12-year-old children to cognitive load based on EEG data. **Materials and methods.** Twelve-year-old schoolchildren (n = 51) from Ekaterinburg participated in the study. Participants were divided into two groups depending on their academic performance. EEG recording was performed using the CONAN-m equipment (Informatics and Computers, Russia). Monopolar EEG recordings were obtained from 10 symmetrical leads in different conditions: during resting wakefulness (for eyes open and closed) and when solving experimental tasks of three types (simple arithmetic task, verbal and logical task, spatial thinking

task). The differences between the samples of academically successful and unsuccessful children were assessed using the Wilcoxon nonparametric test. **Results.** Differences were revealed in a number of EEG indicators both at rest and when solving experimental tasks between academically successful and unsuccessful schoolchildren. The responses of academically successful children to cognitive load were characterized by predominant activation of the anterior cortical areas with a focus of activity in the left frontal area. Academically unsuccessful children were characterized by a more generalized type of EEG response with a focus of activity in the caudal areas of the cortex, especially when solving a figure rotation task. It was also found that successful children made mistakes when solving a figure rotation task and unsuccessful ones - when solving verbal and logical tasks. **Conclusion.** Children with low academic success were found to have characteristic features of the functioning of the cerebral cortex, which hampered the perception of educational material presented in the form of a logically structured message. However, these children were able to brilliantly operate with visual-spatial information. This must be taken into account when working with such children to improve their academic performance.

Keywords: schoolchildren, bioelectric activity of the brain, academic success.

References

1. Alferova V.V., Kudryakova T.A. [Spatial organization of bioelectric activity of the brain of children with learning difficulties]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 1994, vol. 20, no. 5, pp. 151–153. (in Russ.).
2. Artemova T.A. [Individual differences in the mental development of primary school children], *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie* [Psychological Science and Education], 2003, no. 2, pp. 101–111. (in Russ.).
3. Bezrukikh M.M., MacHinskaya R.I., Farber D.A. [Structural and functional organization of a developing brain and formation of cognitive functions in child ontogeny]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2009, vol. 35, no. 6, pp. 10–24. (in Russ.).
4. Berezhkovskaya E.L., Antonova A.B. [Genesis of written speech in school children]. *Zhurnal prakticheskogo psikhologa* [Journal of practical psychology], 2005, no. 6, pp. 118–129. (in Russ.).
5. Beteleva T.G., Sinitsyn S.V., Farber D.A. [Age-related specificity of the processing of visual information in the system of working memory]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2009, vol. 35, no. 6, pp. 25–36. (in Russ.).
6. Galperina E.I., Tsitseroshin M.N., Zaitseva L.G. [The ontogeny of the neurophysiological mechanisms of stereognosis: an EEG study]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2010, vol. 36, no. 1, pp. 18–31. (in Russ.).
7. Gileva O.B. *Psikhofiziologicheskie osnovy uspekhnoi uchebnoi deyatel'nosti* [Psychophysiological bases of successful educational activity]. Ekaterinburg. Pub. house of Ural state University of railway transport, 2012. 271 p. (in Russ.).
8. Gorev A.S. [Age-specific neurophysiological basis of voluntary regulation of functional state in children aged 10–12]. *Novye issledovaniya* [New research], 2015, vol. 42, no. 1, pp. 16–26. (in Russ.).
9. Davidenko L.A. [Evaluation of behavioral risk factors associated with drug abuse and various forms of sexual behavior of teenagers in a big city]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Journal of Volgograd State Medical University], 2005, no. S4, pp. 6–8. (in Russ.).
10. Dzhebrailova T.D., Korobeinikova I.I. [Spatial organization of the beta2 EEG frequency band and effectiveness of the intellectual activity in humans]. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti im. I.P. Pavlova* [I.P. Pavlov journal of higher nervous activity], 2013, vol. 63, no. 6, pp. 667–676. DOI: 10.7868/S004446771306004X (in Russ.).
11. Kazin E.M., Berezina M.G., Prokhorova A.M. [Influence of socio-psychological and psychophysiological conditions and factors on social health and features of formation of asocial behavior in women]. *Valeologiya* [Valueology], 2010, no. 4, pp. 34–41. (in Russ.).
12. Nikiforov I.A., Nikiforov I.I. [Medical and social factors of early drug addiction (polytoxicomania)]. *Aktual'nye voprosy vosstanovitel'noi meditsiny* [Topical issues of restorative medicine], 2004, no. 2 (3), pp. 48–51. (in Russ.).

13. Podoplekin A.N., Pankov M.N. [Changes in brain energy metabolism in teenagers addicted to psychoactive substances]. *Novye issledovaniya* [New research], 2010, no. 3(24), pp. 5–15. (in Russ.).
14. Gorbachevskaya N.L., Davydova E.Y., Petrova S.O., Tushkevich S.A., Pashkevich O.I. [The importance of biological and social factors for academic performance]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2010, vol. 36, no. 3, pp. 66–73. (in Russ.).
15. Sokolova L.V., Malyshev D.A. [Electrophysiological and neuropsychological studies of the functional maturity of the brain cortex in first-graders with different levels of memory development]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2006, vol. 32, no. 1, pp. 75–79. (in Russ.).
16. Kholodnaya M.A. *Kognitivnye stili. O prirode individual'nogo uma* [Cognitive styles. On the nature of the individual mind]. Saint Petersburg, Piter, 2004. 384 p. (in Russ.).
17. López-Frías M., Fernandez M., Planells E., M.T. León, Mataix J., Llopis J. Alcohol consumption and academic performance in a population of Spanish high school students. *Journal of studies on alcohol*, 2001, vol. 62, no. 6, pp. 741–744. DOI: 10.15288/jsa.2001.62.741
18. Rocha F., Rocha A., Massad E., Menezes R. Brain mappings of the arithmetic processing in children and adults. *Cognitive Brain Research*, 2005, vol. 22, no. 3, pp. 359–372.
19. Curtis W.J., Cicchetti D. Emotion and resilience: A multilevel investigation of hemispheric electroencephalogram asymmetry and emotion regulation in maltreated and nonmaltreated children. *Development & Psychopathology*, 2007, vol. 19, no. 3, pp. 811–840.
20. Rubia K., Hyde Z., Halari R., Giampietro V., Smith A. Effects of age and sex on developmental neural networks of visual-spatial attention allocation. *Neuroimage*, 2010, vol. 51, no. 2, pp. 817–827. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2010.02.058
21. Jaynes, W.H. The relationship between the consumption of various drugs by adolescents and their academic achievement. *Amer. J. Drug and Alcohol Abuse*, 2002, vol. 28, no. 1, pp. 15–35.
22. Rubia K., Smith A.B., Woolley J., Nosarti C., Heyman I., Taylor E., Brammer M. Progressive increase of frontostriatal brain activation from childhood to adulthood during event-related tasks of cognitive control. *Hum Brain Mapp*, 2006, vol. 27, no. 12, pp. 973–993. DOI: 10.1002/hbm.20237
23. Yurgelun-Todd D. Emotional and cognitive changes during adolescence. *Curr. Opin. Neurobiol*, 2007, vol. 17, no. 2, pp. 251–257.

Received 3 March 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Гилева, О.Б. Биоэлектрическая активность головного мозга школьников с разной академической успешностью. Сообщение 2. Взаимосвязь успешности учебной деятельности и паттернов биоэлектрической активности коры головного мозга / О.Б. Гилева // Психология. Психофизиология. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 80–92. DOI: 10.14529/jpps200309

FOR CITATION

Gileva O.B. Bioelectric Activity of the Brain in Pupils with Different Academic Success. Report 2. The Relationship Between the Academic Success and Patterns of Bioelectric Activity of the Cortex. *Psychology. Psychophysiology*. 2020, vol. 13, no. 3, pp. 80–92. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps200309