
КОГНИТИВНАЯ ПЕДАГОГИКА COGNITIVE PEDAGOGY

Нейробиология когнитивных компетенций младшего школьного возраста: новейшие зарубежные исследования

Ермолова Т.В.

*Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4260-9087>, e-mail: yermolova@mail.ru*

Литвинов А.В.

*Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ);
Российский университет дружбы народов (ФГАОУ ВО РУДН),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-0021>, e-mail: alisal01@yandex.ru*

Бальгина Е.А.

*Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5558-1389>, e-mail: elenabalygina@rambler.ru*

Савицкая Н.В.

*Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1769-5553>, e-mail: n.sawa@yandex.ru*

В статье представлены зарубежные исследования текущего года, раскрывающие особенности нейрокогнитивного статуса в младшем школьном возрасте по ряду направлений. Это нейробиология компенсаторно-регуляторных механизмов преодоления врожденных трудностей обучения; образовательные стратегии, оптимизирующие нейробиологический статус учащегося; нейробиологический инструментальный развития когнитивной сферы учащихся; средовые и психосоматические факторы, воздействующие на нейрокогнитивный статус учащегося. В качестве ведущих элементов формирования когнитивных компетенций авторами выделены ресурсы памяти, возможности исполнительной деятельности, реакции торможения, самоконтроль. Совокупность проанализированных материалов составляет доказательную базу в пользу значимости качества образовательной среды и внимания к учащимся с трудностями обучения в первые школьные годы.

Ключевые слова: младший школьный возраст, когнитивная гибкость, коннективность, зоны коры, исполнительная деятельность, рабочая память, торможение, учебные трудности.

Для цитаты: Нейробиология когнитивных компетенций младшего школьного возраста: новейшие зарубежные исследования [Электронный ресурс] / Т.В. Ермолова, А.В. Литвинов, Е.А. Бальгина, Н.В. Савицкая // Современная зарубежная психология. 2020. Том 9. № 2. С. 8—20. DOI:<https://doi.org/10.17759/jmfp.2020090201>

Neurobiology of cognitive competencies in primary school age: the latest foreign research

Tatiana V. Ermolova

*Moscow State University of Psychology & Education,
Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4260-9087>, e-mail: yermolova@mail.ru*

Aleksandr V. Litvinov

*Moscow State University of Psychology & Education; Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),
Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-0021>, e-mail: alial01@yandex.ru*

Elena A. Balygina

*Moscow State University of Psychology & Education,
Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5558-1389>, e-mail: balygina@nextmail.ru*

Natalia V. Savitskaya

*Moscow State University of psychology & Education,
Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1769-5553>, e-mail: n.sawa@yandex.ru*

This paper presents the current researches revealing the peculiarities of neurocognitive status in primary school age and illustrating the achievements of the scientific school of foreign universities in such areas as: neuroscience compensatory-regulatory mechanisms of overcoming congenital learning difficulties; educational strategies that optimize the neurobiological status of the student; neurobiological tools for the development of the cognitive sphere of students; environmental and psychosomatic factors that affect the neurocognitive status of young students. The authors allocated memory resources, executive activity capabilities, inhibition reactions and self-control as the main elements in cognitive competencies' formation. The materials provide evidence in favor of the importance of the quality of educational environments and attention to students with learning difficulties in their first school years.

Keywords: junior school age; cognitive flexibility, connectiveness; zones of cerebral cortex; executive activity; working memory, inhibition, learning difficulties.

For citation: Ermolova T.V., Litvinov A.V., Balygina E.A., Savitskaya N.V. Neurobiology of cognitive competencies in primary school age: the latest foreign research [Elektronnyi resurs]. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 2020. Vol. 9, no. 2, pp. 8—20. DOI:<https://doi.org/10.17759/jmfp.2020090201> (In Russ.).

Введение

Специалисты системы образования, непосредственно работающие с детьми, практически единодушны в том, что современное поколение школьников представляет собой довольно сложную популяцию, обучение которой ставит перед педагогами совершенно новые задачи, к решению которых они зачастую оказываются не готовы. Одним из вызовов, с которым сталкивается современная система образования, можно назвать приход в школу поколения «цифровых с рождения» (born digital) [21], сменивших школьников из поколения «цифровых аборигенов» (digital natives) [20].

Но цифровая революция не единственное, что существенно меняет сферу образования и ставит учителей в затруднительное положение. Дополнительными вызовами становятся постепенное распространение системы инклюзивного образования в школах, к которому многие учителя оказываются психологически и профессионально неподготовленными, а также постоянно увеличивающийся процент учеников, у которых в силу разных причин в самом начале школьного обучения выявляются непродуктивные реакции на ключевые параметры школьной жизни.

В связи с этими тенденциями в последние годы во всем мире четко прослеживается запрос учителей на обновление своих знаний о психологии младшего

школьного возраста, о причинах, которые вызывают у младших школьников трудности в обучении и о возрастной нейробиологии когнитивных компетенций школьников, во многом определяющих успешность школьного обучения. Наука пока не готова ответить на все эти запросы, но в последние полтора года наблюдается существенный рост публикаций по этой теме, среди которых преобладают прикладные исследования с акцентом на нейробиологию детского возраста, в том числе — в периоде школьного обучения. Целью данной статьи является ознакомление читателей с новейшими исследованиями по нейробиологии когнитивных процессов, появившимися в зарубежной литературе в 2019—2020 г.

Основная часть

В исследованиях последних лет проблемы нейропсихологии школьного возраста соотнесены с концепциями классической экспериментальной нейробиологии. В качестве примера можно привести публикацию группы американских психологов университета Висконсин-Милуоки (Х. Юсуф, В.Л. Элмерс, М. Сигал и др., 2020) о нейробиологических механизмах формирования страхов [14]. Она актуальна не только потому, что позволяет уточнить природу страхов у младших

учащихся, для которых эти эмоциональные состояния являются довольно распространенным явлением [11], но и потому, что, будучи на первый взгляд узконаправленной, она фактически посвящена феномену пластичности нейронов, от которой зависят ресурсы обучения и памяти (имеется в виду нейрофизиологический уровень «обучаемости», т. е. закрепления информации). Описывая этот феномен, авторы подчеркивают тот факт, что пластичность нейрона определяется его внутренней возбудимостью. Пластичность динамична и регулируется структурами мозга (миндалины, гиппокамп, ретроспленальная кора, префронтальная кора). Другими словами, нейронная пластичность — это фактор, тесно связанный с *качеством обучения* живой биосистемы. Свойство пластичности авторы связывают с качеством ионного трансфера по межнейронным связующим элементам (синапсам), обеспечивающим обмена нервными импульсами между клетками мозга. Подтверждением этому может выступить серия исследований французских и американских нейробиологов, доказавших, что так называемые ионные каналы, создающие определенный тонус в потоке К-Са ионов, управляют внутренней пластичностью и возбудимостью (модуляциями) нейронной цепи в разных зонах мозга [7; 10].

Еще одним доказательством того, что возбудимость нейронов гиппокампа (зоны консолидации памяти из кратковременной в долговременную) определяет успешность обучения, являются данные цикла исследований, проведенных в Северо-Восточном университете в Чикаго учеными, которые изучали механизмы хранения информации в нейронных сетях млекопитающих [18]. Авторы пришли к заключению, что возбудимость этой группы нейронов сама изменяется по мере взросления организма и накапливающегося опыта обучения. Действительно, исследование, проведенное в Бразилии Т. Франком (2019) на лабораторных животных, показало, что нейрогенез в зоне гиппокампа ответственен за поведенческие механизмы тревожности, тормозные реакции и ресурсы памяти и в зависимости от зрелости нейронов возможны переключения с одного рода деятельности на другой (с возбуждения на торможение, с ингибирования на стимуляцию) [13].

Классические исследования нейрогенеза в лабораторных условиях хотя и позволяют глубже проникать в природу данного явления, фиксировать его универсальность в разных группах подопытных животных, а также имплицитно проецировать эти процессы на поведение младшего школьника, тем не менее не имеют единой стратегии поиска данных, проводятся в разных условиях, используют разные экспериментальные модели и ставят перед собой разные цели и задачи. Это затрудняет использование получаемых данных «напрямую» для решения дидактических задач в рамках так называемой «доказательной педагогики» (evidence-based pedagogy).

Согласно имеющимся сведениям, современные школьные учителя в наибольшей степени заинтере-

сованы в данных тех исследований детского развития (в том числе междисциплинарных), где анализируются нейробиологические механизмы конкретных явлений, с которыми они чаще всего встречаются на практике (агрессия, задержки психического развития разной этиологии, дефекты речи, памяти, внимания и т.д.) [26].

Нейробиологические компенсаторно-регуляторные механизмы преодоления врожденных речевых трудностей

Одним из таких наиболее значимых междисциплинарных исследований текущего года можно назвать исследование нейронных сетей мозга у младших школьников с анамнезом экстремально-преждевременного рождения, как находящихся в группе риска когнитивных дисфункций [23]. Эта работа была проведена группой неонатологов и психоневрологов университетских клиник и научно-исследовательских центров Цинциннати и Торонто (М.И. Барнс-Дэвис, Б.Дж. Вильямсон, Л.С. Мерхар, С.К. Голланд, Д.С. Кадис, 2020).

Наблюдение велось за группой детей, с младенчества до младшего школьного возраста, рожденных экстремально-преждевременно на сроке гестации менее 28 недель, так называемой *extremely-preterm* (ЕРТ) — группой, обычно относимой к группе высокого риска нарушений нейроразвития. Однако, по мнению авторов, эти проблемы преодолимы: до 65% детей, родившихся даже на сроке гестации в 23 недели, адекватно развиваются и в начальной школе даже считаются одаренными. Данное исследование было направлено на раскрытие механизма, позволяющего реализовать такой шанс на успешный онтогенез.

Авторы выстроили алгоритм своего исследования как последовательное сочетание анализа информации и собственных результатов. На фоне малочисленности работ по механизмам и факторам рисков повреждающего действия преждевременных родов, они провели анализ литературного материала и вычленили факты снижения объема мозга в ЕРТ-группе, более низкого качества овладения речью, дефицитов исполнительного функционирования. Они обратили внимание на данные о том, что в дополнение к сниженному общему объему мозга у ЕРТ-детей некоторые его структуры оказываются особенно затронутыми, включая мозолистое тело, гиппокамп и мозжечок.

Авторы прибегли к инструментальному изучению этих структур и с помощью магнитоэнцефалографии (МЭГ) обнаружили: в ЕРТ-группе повышена коннективность (количество межнейронных связей) между левой и правой перисильвиарными областями (сильвиева борозда отделяет лобную и теменную доли от височной). При этом наблюдается относительно увеличенная справа налево перисильвиарная коннективность при выполнении аудио задания. Эти наблюдения

мотивировали авторов на расширение поиска особенностей речевого развития у детей, перенесших экстремально-преждевременные роды.

Благодаря использованию МЭГ, авторы смогли использовать инструмент эффективного подключения — повышенную временную разрешающую способность, чтобы проследить непосредственно за направленным потоком информации (т. е. за сигналами, отражающими действующую коннективность). Действительно, этот анализ выявил у ЕРТ-группы существенно повышенный информационный поток справа налево. Авторы считают этот эффект проявлением не со стороны сложно-координированной корковой «полезной рабочей поверхности», но со стороны коннективной речевой сети, больше всего повреждаемой недоношенностью.

Далее авторы перешли к изучению изменений в белом веществе мозга, которые могли бы отвечать за нетипичные динамические проявления речевой сети у ЕРТ-детей. Они приняли во внимание литературные данные о том, что рождение не в естественные сроки провоцирует повреждение зачаточных клеток нервной сети, тормозя развитие нейронной сети мозга и вызывая повреждение белого вещества.

Этот этап исследования потребовал подключения высокой технологии определения фракционной анизотропии (ФА), позволяющей оценить «направленную» организацию структуры головного мозга, которая зависит от количества и ориентации проводящих путей (трактов) белого вещества. Его уровень, по признанию ученых, связан с когнитивным старением. Точнее, это своего рода маркер неврологического, когнитивного и функционального статуса локусов мозга. Из клинической практики известно, что уровень ФА повышен у пациентов с речевыми нарушениями в зоне таламуса на противоположной поражению стороне: например, в остром периоде ишемического инсульта параллельно инициируются процессы нейродегенерации и нейрорепарации, связанные с изменением интегральности белого и серого вещества головного мозга, т. е. изменениями в проводящих путях [8].

Обобщая эти данные, можно предположить, что величина ФА является ранним маркером аксональной дегенерации. Ее повышение или снижение на стороне очага поражения еще не нашло достоверного объяснения. Есть мнение, что низкая ФА в зоне мозолистого тела может рассматриваться в качестве предиктора неврологического дефицита и низкого когнитивного статуса [1].

Имеющиеся сведения об уровне ФА у детей, рожденных преждевременно, противоречивы. В литературных источниках встречаются неоднозначные сообщения о механизмах, регулирующих развитие белого вещества у недоношенных детей. Сложность заключается в том, что в разных локусах мозга могут наблюдаться как снижение ФА, так и его повышение [17].

Данные о применении инструмента пространственной статистики состояния нервных пучков мозговых

структур экстремально недоношенных детей встречаются и у других авторов [4]. Ими показано, что повышение уровня ФА белого вещества в зоне дорсального и вентрального (задних и передних) нервных путей в правом полушарии позитивно коррелирует с улучшением достижений в речевых навыках у учащихся, родившихся резко недоношенными. Повышение уровня ФА в специализированных нервных пучках коррелирует с множеством специфических речевых (языковых) областей (так, показатели правосторонней передней зоны таламуса коррелируют со скоростью обработки информации; второстепенные показатели левостороннего и правого форцепса мозолистого тела — с пассивным словарным запасом; правостороннего нижележащего лобно-затылочного пучка — с вербальными способностями) [9]. В то же время, траектории развития белого вещества в младенчестве и раннем детстве нелинейны, и замедленная динамика изменений у недоношенных детей может быть связана с когнитивными и речевыми нарушениями.

На следующей стадии исследования авторы [23] изучали иннервацию мозолистого тела. Это самый крупный спаечный пучок белого вещества, соединяющий левое и правое полушария; это структура, объем которой у недоношенных детей снижен. Этими учеными получены данные, что у недоношенных детей ФА мозолистого тела снижена и в равной мере снижена ФА зоны нервно-проводящих путей, проходящих через мозолистое тело, что ассоциируется обычно с лингвистическими проблемами у детей, родившихся недоношенными.

Рабочая гипотеза исследования основывалась на том, что у детей и молодых людей, достигших совершеннолетия, вследствие истории их рождения недоношенными прослеживаются отклонения траектории развития белого вещества и характерная коннективность мозговых локусов. Это логично: ЕРТ-дети нуждаются в дополнительных нервных проводящих путях в зоне мозолистого тела, чтобы компенсировать ущерб белому веществу от недоношенности. Предположительно, такая внекаллозальная структурная связность может лежать в основе межполушарной функциональной гиперконнективности.

Для подтверждения гипотезы было проведено неинвазивное обследование детей младшего школьного возраста (7 лет) с историей экстремально-преждевременного рождения (на сроке менее 28 недель гестации и массой тела при рождении менее 1500 г.). Как оказалось, у ЕРТ-детей действительно имеет место повышенная функциональная коннективность, которая поддерживается обходной (возможно компенсаторной) структурной речевой сетью.

Авторы считают, что обходящая мозолистое тело структурная гиперконнективность может считаться биомаркером сопротивляемости неблагоприятным условиям и шансом на выживаемость, особенно в ситуациях недоношенности, поскольку она позитивно коррелирует с достижениями ЕРТ-детей, при этом по степени вовле-

ченности недоношенного ребенка в описанный межполушарный кортико-мозжечковый тракт можно прогнозировать его дальнейшие учебные достижения.

Авторы в результате пришли к выводу, что с когнитивными процессами, главным образом исполнительными функциями, сопряжены немоторные функции мозжечка. Учитывая, что для крайне недоношенных детей характерен когнитивный дефицит, эти разработки весьма актуальны. Они задают перспективу работы с ЕРТ-группой детей и обращают внимание специалистов на работы, в которых рассматриваются причины повышенного интереса этих детей к совместному чтению и отказа от самостоятельного чтения и в которых выявлены связи этих тенденций с повышенной правосторонней активацией зоны мозжечка.

Кроме того, авторы ссылаются на то, что у доношенных детей с диагностированной дислексией также повышен уровень ФА в мозжечковых проводящих пучках от правосторонней зоны мозжечка к левосторонней височно-теменной зоне. Существует теория, что данное проецирование («перевброс») с правосторонней фронтальной (передней) части мозжечка может быть регулирующим механизмом, способствующим компенсации слабой корковой сети, ответственной за навык чтения.

Результаты этого объемного, впечатляющего по уровню и глубине исследования позволяют говорить о наличии у ЕРТ-детей адаптивных механизмов компенсации дисматuration и повреждений белого вещества, связанных с недоношенностью.

Это отвечает теории о роли мозжечка как эффективно работающего биорегулятора и корректора нервных путей при формировании речевых и языковых навыков и овладении чтением. Приходится признать, что в мозгу ЕРТ-детей перенесенная травма белого вещества может постоянно нарушать процессы восприятия и адекватного воспроизведения речевой/языковой информации, что требует увеличения вклада от мозжечка для достижения биологически адекватного функционирования.

Важно отметить, что данное исследование продемонстрировало сопротивляемость, выживаемость, пластичность биосистем. В угрожающей развитию ситуации проявляются адаптивные ресурсы реструктуризации с помощью обходных стратегий (гиперконнективности). Авторы не говорят об этом феномене с общебиологических позиций, но подчеркнуть этот момент необходимо. Благодаря ему многократно повышается методическая и научная ценность данной публикации.

Аналогичная по замыслу работа проведена группой ученых университета Лейден (Л. Янсен, К. Петерс-Шольте, С. Виггерс-де Брюин, А. ван ден Берг-Хайсманс и др., 2020) [6]. Эти авторы концептуально объединили в одно- и многофакторных моделях сильную недоношенность, экстремально-преждевременные роды, травмы белого вещества, академическую успеваемость в возрасте девяти лет, материнские стра-

тегии воспитания и уровень образования матерей. При этом граница преждевременных родов указана на сроке менее 32 недель, что почти на 10 недель позднее, чем в публикации американо-канадской группы и ближе к естественному сроку родов.

Тем не менее, авторы считают таких детей относящимися к группе риска в связи с внутриутробными травмами белого вещества, что в отсроченной перспективе может приводить к трудностям в понимании ими прочитанного (в большей степени выраженным у мальчиков), дискалькулии, слабому владению правилами правописания и грамматики. Они экспериментально доказывают необходимость специальных образовательных программ для недоношенных детей и специального здоровьесберегающего сопровождения, особенно в начальной школе. В частности, в Нидерландах тестирование на образовательные когнитивные функции проводится, по крайней мере, дважды. В целом, в стране до 24% учащихся начальной школы и до 16% дошкольников обучаются по этому формату.

Следует отметить обоснованность выбранного голландскими учеными (когортного) типа исследования, позволившего впервые связать в факторных моделях воедино: преждевременные роды, черепно-мозговые травмы и травмы белого вещества, отсроченные данные по успеваемости в начальной школе, информацию о материнском стиле воспитания и образовании. Такие модели имеют существенное преимущество как инструмент доказательной медицины и педагогики, по сравнению с данными, собираемыми в клинически контролируемой среде и в стандартном тестировании родителей.

В этой публикации также обращает на себя внимание тезис о методологическом значении понятия школьной успеваемости. Авторы полагают, что школьная успеваемость — это не столько способность выполнять задание, сколько критерий способности сосредоточиться на уроке, мотивировать себя, сконцентрировать внимание. Они пришли к выводу, что, несмотря на обстоятельства рождения, существуют способы облегчить когнитивное развитие ребенка, если приложить к этой проблеме усилия. Качество образования матери, по их мнению, играет здесь не последнюю роль.

Еще одной публикацией, анализирующей сниженные нейрокогнитивные способности ребенка и их причины, является работа бельгийских нейробиологов (Б. Полспольб, М. Вандермосте, Берт де Шмедт, 2020), изучавших ассоциативные связи объема серого вещества мозга и сложности коры со свободным овладением арифметическими действиями среди детей 9 лет, т. е. возраста, когда арифметические навыки уже автоматизированы [19]. Они изучали нейронные основы освоения арифметики и дискалькулии и обнаружили их статистически достоверную связь с объемом правосторонней веретенообразной извилины, а также с корковой сложностью левой постцентральной извилины, правосторонней борозды и левосторонней орбитальной борозды.

Авторы постулировали существование «арифметической сети мозга», в которой задействованы зоны коры: лобные, отвечающие за контроль внимания и обеспечивающие функцию рабочей памяти и когнитивного контроля; теменные, активизирующиеся при обработке чисел, и затылочно-височная. При дискалькулии предположительно снижается объем серого вещества в зонах правой задней теменной коры, левой нижней лобной извилины и средней лобной извилины. Авторы выделили островковую зону коры как наиболее тесно связанную с успешностью овладения основами вычисления в возрастном интервале 8—10 лет.

В некоторых более ранних работах зарубежных ученых можно также встретить описание дискалькулии с точки зрения ее нейроанатомических предпосылок. Однако в них акцент сделан на диагностических критериях и стратегиях целевого вмешательства для детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста. Эти исследования представлены в нашем обзоре 2016 года [2].

Образовательные стратегии, оптимизирующие нейробиологический статус учащегося

Затронутые в работе голландских исследователей вопросы об образовательных стратегиях, способных компенсировать нейробиологический статус учащихся, оказались предметом исследования еще в целом ряде работ, анализирующих взаимосвязанности состояния нейрокогнитивных ресурсов учащегося, реализации и коррекции этих ресурсов, а также качества жизненной и образовательной среды. В этом отношении показательна публикация специалистов Педагогической школы Даремского университета (Великобритания) о Детском Университете и его социально-ориентированных двухгодичных реабилитационных программах для учащихся начальной школы из неблагополучных и малообеспеченных семей, объемом 30 часов в год [24].

Этот благотворительный фонд по работе со школами помогает преодолеть трудности обучения (чтению и математике), стимулировать обучение и развивать навыки социализации, сочетая учебную деятельность с командной работой во внешкольных клубах и общественных мероприятиях. Тем самым достигаются определенные успехи, как в когнитивном (более беглые чтение и вычисления), так и в некогнитивном (командная работа и социальная ответственность) развитии. Хотя сами авторы оценивают достижения как сравнительно небольшие, их смысл не в абсолютном выражении, а в позитивности вовлечения детей в социальный контекст школьной жизни.

Авторы подчеркивают, что большая часть исследований школьного образования посвящена проблемам успеваемости, тогда как школа должна быть ориентирована не только на академические достижения, а в значительной мере на обучение взаимодействию со

сверстниками и с окружающим миром, на понимание, что такое социум, как подготовиться к жизни, какие личные качества необходимы (устойчивость, решительность, мотивация, уверенность, самооценка и самоэффективность, самоуважение). Эта установка, фактически представляющая собой стратегию психотерапевтического вмешательства, отвечает содержанию так называемых уроков гражданства, введенных в стандартную образовательную программу многих стран. Поэтому столь актуальна дополнительная работа с учащимися, испытывающими трудности обучения и социализации в силу своего нейрокогнитивного статуса, в том числе в формате коучинга.

С этой точки зрения интересна также методологическая публикация специалистов Университета острова Кипр в Никосии об образовательной стратегии, направленной на формирование у учащихся когнитивных и метакогнитивных навыков [16].

Авторы предположили, что для учащихся целью обучения являются не только собственно когнитивные, но и метакогнитивные достижения («знания о собственном познавательном процессе», или расширенные знания). Иными словами, обучающийся должен иметь представления о собственных когнитивных функциях — их сущности, резервах, индивидуальных особенностях — и о том, как контролировать качество своего собственного образовательного процесса. Ученые апробировали когнитивный и метакогнитивный подходы на выборке учеников 15 начальных школ (4-е и 5-е классы), выделив этот этап обучения как стартовый для развития метакогнитивных навыков. На примере обучения математике они смогли показать, какую роль играет педагог в развитии метапознания у учащихся в начальной школе, и, более того, раскрыли влияние качества обучения не только на когнитивную сферу, но и на регуляцию самого процесса познания.

В этом исследовании был получен и неожиданный результат. Оказалось, что умение справляться со своим плохим поведением является фактором, необходимым для формирования метакогнитивных навыков. Проведение операции декодирования этого фактора показало, что он связан с контролем поведения, и, следовательно, регулирует самоуправление учебным процессом. При этом задействованы два аспекта метапознания как два индивидуальных регулятора процесса обучения — прогнозирование и оценка. Иными словами, поведенческий фактор признан стимулом познания в динамической модели метакогнитивности.

В изложенных выше работах четко прослеживается прикладной аспект, а полученные в них результаты вполне могут быть использованы для повышения эффективности образовательного процесса. Для этого необходимо перейти от простого сосредоточения на когнитивных результатах к тому, что больше соответствует первоочередным целям образования, например, саморегуляции объема и качества знаний учащегося.

Нейробиологический инструментарий развития когнитивной сферы учащихся

Группа психологов китайского университета Шэньчжень (Р. Джанг, Ш. Ли, П. Ксу, Т. Мао, 2020) опубликовала результаты работы с когнитивными ресурсами учащихся [27]. Речь идет о формировании навыка продуктивного творческого мышления, а именно — о развитии способности учащихся шестых классов (12—13 лет) применять эвристические индуктивные, экономящие время решения, способы решения математических заданий. Эта работа включена нами в обзор как крайне актуальная несмотря на другой возраст учащихся. В начальной школе по умолчанию еще невозможно овладение описанными в работе стратегиями.

Детальное теоретическое обоснование своего подхода авторы построили на том, что в онтогенезе точному следованию логическим операциям, в частности, формальному способу решения задач, соответствует порядковое (линейное) мышление, закрепляющее определенный алгоритм и один принцип решения проблем/задач. Проективное мышление более пластично и позволяет увидеть проблему/задание целиком, а также выбрать оптимальное решение. Оно выходит за рамки алгоритмов решений, определяет не только образовательные, но и жизненные стили поведения, требует усложненных навыков, прежде всего навыка propositional reasoning — видения связей между условиями задачи в дальнейшей жизни. Психологи образования согласны с тем, что propositional reasoning представляет собой навык ребенка, необходимый ему для овладения конкретными или формальными действиями.

Авторы рассмотрели эту компетенцию в ситуации овладения математическими действиями на примере операции сложения. Они провели сравнительное исследование на индивидуальном уровне с соблюдением конфиденциальности.

Ими была разработана парадигма негативного прайминга (negative-priming), или фиксирования негативных установок в сознании, применительно к образовательному процессу в шестых классах. Было показано, что эффект негативного прайминга, т. е. чрезмерного использования пропорциональных («соразмерных») рассуждений в решении математической задачи, характерен для учащихся. Авторы назвали эту проблему злоупотреблением соразмерностью, показали, что она сопровождается снижением объема рабочей памяти и продемонстрировали как можно преодолеть инерцию мышления с помощью инструмента ингибирующего контроля. В качестве модели ингибирующего контроля они предложили прием «сложения проблем». В этой ситуации учащиеся вынуждены ингибировать пропорциональную эвристику и становятся способными увидеть свои собственные ошибки в решениях. Сниженная емкость рабочей памяти существенным образом тормозит эту способность.

Другими словами, неспособность учащегося проанализировать комплекс проблем («сложение») не всегда связана со сниженными математическими навыками, а может быть вызвана нейрогенными тормозящими механизмами. Они, возможно, не являются определяющими в процессе усвоения учащимися математических операций, но могут выступать в качестве одной из причин трудностей в обучении в младшей школе. Необходимо специально обучать учащихся подавлению стратегий, вводящих в заблуждение (эвристических), и актуализировать так называемые переучиваемые стратегии. Учебный материал для такой цели — решение задач, в условии которых заложен конфликт (противоречие). В частности, на начальных этапах это могут быть и простые арифметические действия (например, требуется сравнить оперативность сложения цифр разными способами, если цифры даны в столбцах и разбиты на пары).

Ценность этой разработки в том, что она показала: решение проблем сложения (совокупный термин) требует работы с учащимися на уровне исполнительных действий, т. е. подавления пропорциональной эвристики и владения стратегией ингибирования. Также становится более понятным, почему учащиеся различаются по способности разрешать конфликты (в учебном материале и в жизненной практике). В действительности причина может заключаться в недостаточности исполнительных ресурсов мозга. В связи с этим важно отметить, что авторы активно оперируют понятием сниженного объема рабочей памяти (working memory capacity — WMC) и пользуются выражением «когнитивный скряга», чтобы обозначить категорию людей с неразвитой WMC, оперирующих только формальными эвристическими стратегиями мышления. Они указали на необходимость повышения квалификации педагогов с обучением технологии сдерживания неактуальных стратегий обучения, тренингу торможения, логическим построениям, развитию WMC и другим нетрадиционным инструментам.

Публикация, подготовленная в итальянском университете Падуи, аналогична по содержанию и ориентирована на стимулирование управляющих функций планирования и реагирования. Ее авторы (Б. Арфе, Т. Варданега, Л. Ронкони, 2020) сообщают о кодировании как инструменте формирования навыков противоположной направленности — планирования и ингибирования (торможения) у детей [5]. Авторы подчеркнули, что вычислительное мышление (computational thinking — СТ), определяемое также как цифровое или компьютерное мышление, и его кодирующий элемент во всем мире внедряются в учебные программы начальной школы. При этом возникло и развивается такое образовательное направление, как компьютерная томография.

Однако этой сравнительно новой сфере уделяется поразительно мало внимания. Практически не известны действующие механизмы этих навыков на когнитивное развитие детей, начиная с первого года школьного обучения, тогда как «цифровое мышление» озна-

чает способность ребенка решать проблемы эффективно. Оно предусматривает уже в первом классе умение: 1) анализировать проблемное пространство, 2) снижать трудность проблемы, разлагая ее на составные элементы, 3) разрабатывать алгоритм или план и 4) проверять, достигает ли он цели.

Авторы исходили из данных о том, что приверженность кодированию может стимулировать развитие двух важных когнитивных функций — планирование действий и торможение спонтанной реакции — уже у детей 6 лет. А планирование и торможение, как уже было сказано, это управляющие функции. В свою очередь, известно, что управляющие функции (executive functions), или комплекс высокоуровневых процессов, позволяют планировать обоснованные текущие действия, реагировать на определенные стимулы и изменять реакцию в зависимости от ситуации. Ее эффективность определяется активностью работы префронтальных зон коры мозга.

В своей работе авторы использовали выборку из 179 учащихся первых классов пяти средних школ без опыта кодирования. С помощью платформы Code.org (специализированной, предназначенной для детей младшего школьного возраста) в экспериментальной подгруппе в течение 4 недель проводилось стандартизированное инструктирование на выполнение четырех задач (в целом на программу кодирования было затрачено 8 часов — два урока в неделю). Оказалось, что кодирование через Code.org действительно стимулировало когнитивное развитие, способствовало уменьшению числа ошибок торможения и повышению времени и точности планирования (т. е. повышению эпизодов успешного подавления автоматизированных заученных реакций). Авторы констатируют, что к возрасту 8—10 лет у учащихся уже формируется полноценная когнитивная деятельность, поддерживаемая компонентами вычислительного мышления (абстракция, декомпозиция, программирование, ингибирование). Особенно же чувствителен к такому обучению оказался возраст поступления в школу (7—8 лет), хотя в ряде случаев навыки подавления и планирования могут быть развиты уже в 5—7 лет. Важно подчеркнуть, что деятельность с помощью Code.org оценивается авторами не только и не столько с точки зрения академических результатов, но и с точки зрения влияния на когнитивную систему ребенка в целом.

Нейробиологический инструментарий в системе образования, по мнению ученых, может выполнять и здоровьесберегающую функцию.

Так, специалисты Австралии (университет Дикина) и Италии (университет спорта и движения «Fogo Italico») [12] обратили внимание на то, что дети проводят 70% школьного дня в закрытом помещении (классе). Авторы заявили, что когнитивно сложные активные перерывы (с выполнением заданий на внимание в режиме движения) могут не только принести пользу физическому здоровью, но и мотивировать улучшение когнитивных функций у детей. Свою концепцию они

сформулировали для начальных классов обычных и специализированных школ, учитывая, что в специальных школах существуют трудности с ментальностью детей (дети с расстройствами нервного развития могут найти задачи слишком сложными). Опрос участников пробных программ показал, что дети в восторге от активных перерывов, а педагоги выражают признательность ученым за комплексный подход к развитию интеллектуальных и физических компетенций «в одном флаконе».

Выяснилось, что дети 6—8 лет в наибольшей степени нуждаются в таком образовательном компоненте и получают наибольшие познавательные выгоды от когнитивно-моторно-стимулирующего характера перерывов. Они успешно достигают сбалансированности номинальных, функциональных и воспринимаемых затруднений (т. е., соответствия между сложностью задачи, умением выполнять задание в заранее определенных условиях и реакцией на вызов). Они становятся, таким образом, более мотивированными на обучение.

Ведущей проблемой нейробиологии школьного возраста сегодня является развитие памяти как когнитивного ресурса и формирование исполнительных функций.

Этой проблеме посвящено исследование группы итальянских ученых университета Тренто (В. Хашман, Н. Кашдолар, Ф. Постильони, Р. Джоб, 2020) об особенностях памяти у учащихся с дислексией [25]. Оно опиралось на представление о том, что совершенствование навыка чтения при изучении алфавитных языков основано на базовой когнитивной способности поддерживать последовательный порядок информации в кратковременной памяти (short-term memory). Однако оставалось неясным, в какой именно реперной точке в процессе овладения чтением порядковая последовательность в кратковременной памяти наиболее важна. Поэтому авторы задались целью выявить связь между овладением чтением в начальной школе (1—4-е классы) и работой кратковременной памяти над вербальным и невербальным учебным материалом. В качестве модели нарушения навыка чтения использовалось распространенное в начальной школе явление дислексии.

Учеными была детально зафиксирована в экспериментальной выборке учащихся начальной школы степень нарушения у детей с дислексией изначально необходимых условий для когнитивной обработки языкового материала, поскольку именно они гарантируют способность кодировать, сохранять, и впоследствии генерировать последовательный порядок элементов языка, сохраняя во времени и пространстве их контекст.

Авторы сообщили, что им удалось установить: ресурсы кратковременной памяти у детей с дислексией значительно снижены и проявляется тенденция к упрощению воспринимаемого материала. У детей с дислексией значительно нарушена способность поддерживать последовательный порядок поступающей в

мозг информации, особенно на среднем этапе обучения прочтению слов. Они хуже подготовлены к развитию сложных лингвистических навыков и других когнитивных способностей, в том числе нелингвистического характера. Дефицитность краткосрочной памяти, кроме того, сказывается на возможностях ассоциированного обучения при освоении новых слов, что обедняет словарный запас.

Эта группа исследователей пришла к выводу, что способность поддерживать последовательный порядок в кратковременной памяти появляется на ранних этапах обучения чтению в школьные годы. У детей с дислексией навыки, связанные с кратковременной памятью, как в чтении, так и в серийном порядке, отстают от ровесников, хотя со временем дети с дислексией начинают применять компенсирующие стратегии чтения. При этом критической фазой обучения в начальной школе является, вероятно, фаза между навыком декодирования одной буквы и распознаванием целого слова. В этом временном «окне» еще можно корректировать разрывы навыков чтения и функций кратковременной памяти. Анализ сходных проблем, связанных с последовательной переработкой информации, например в форме «аномии», можно встретить и в российских исследованиях [3].

Нейробиология дислексии младших школьников изучалась также в рамках транснационального масштабного исследования, в котором участвовали психологи университетов Китая, Канады, Франции и Нидерландов [22]. Было показано, что для дислексии характерна недостаточность нейронной сети мозга в бета-диапазоне энцефалограмм, снятых в состоянии покоя. Авторы согласны с другими исследователями в том, что недостаточность нейронной сети проявляется глобальным резким снижением узловых областей («сглаживанием») в структурных сетях мозга в целом. Они также полагают, что дети со сниженными показателями иннервации структур мозга менее эффективны в обработке и передаче информации и овладении орфографией; они замедленны в понимании учебного материала и у них снижены навыки, необходимые для овладения чтением. Исследователи поддержали теорию о том, что топология нейронной сети мозга является определяющей для навыков орфографической обработки и автоматизации при обучении чтению.

Средовые и психосоматические факторы, воздействующие на нейрокогнитивный статус учащегося

В последние годы активно пополняются данные, свидетельствующие о негативном влиянии загрязнений воздуха на когнитивные компетенции детей, в частности на память. В университете штата Юта (США) такое исследование проведено на индивидуальном уровне в масштабной выборке из 16000 учащихся начальных классов [14]. Следует отметить, что в дет-

ских популяциях такие исследования на уровне индивида достаточно редки.

В университетских научных центрах по комплексным проблемам географии, окружающей среды, социологии и устойчивого развития (С. Гринески, Т. Коллинс, В. Адкинс, 2020) установлено, что среди учащихся третьего класса, проживающих вблизи промышленных объектов, снижены уровни овладения чтением, математическим мышлением и основами естествознания. Авторы пришли к выводу, что хроническое воздействие загрязнения воздуха (на примере паров этилированного бензина, перхлорэтилена, растворителей) вредит академическому потенциалу детей, снижая уровень их когнитивного функционирования. Приводятся фактические данные о быстро развивающихся морфологических подкорковых изменениях (комковатых уплотнениях) белого вещества под воздействием высоких уровней загрязнения, начиная уже с годовалого возраста. Эти авторы попытались ассоциативно объединить агрегированные данные осмотров детей в 1319 школах и их образовательные компетенции, представленные в виде результатов стандартизированных тестов на овладение чтением, математикой и основами географии. В результате была построена многомерная модель ситуации, сложившейся в зоне промышленных выбросов, где расположено несколько школ. В модель были введены переменные динамики выбросов диоксида серы, демографической карты, посещаемости занятий, заболеваемости онкологией населения в данном регионе, академической успеваемости (английский язык, математика, география, словесные компетенции учащихся, речевые навыки, чтение). Был сделан вывод о том, что загрязнение воздуха не связано с уровнем мотивации на обучение. Среди образовательных компетенций в большей мере страдали математические, чем языковые и географические. Авторы выразили опасение по этому поводу, так как в США растут запросы на раннее развитие научных компетенций, прежде всего аналитических, и на стимулирование мотиваций к профессиональной научной деятельности (обучению в высшей школе). В связи с этим весьма актуальны связи рисков окружающей среды и тенденции снижения успеваемости школьников.

Авторы пролонгируют связи такого рода на эффект «экологического предписания», применяемый в социологии с 2010-х гг. Он подразумевает, что опасное местожительство наследуется, в результате чего такая популяция стигматизируется как некая «раса», потенциально снижающая качество человеческого капитала (воспроизводство, наследственное неравенство). Дети, не имеющие возможности выбрать место проживания, наследуют загрязненную среду, вследствие чего уже на старте жизни их способности к обучению и жизненные шансы могут быть весьма ограничены. Это особенно опасно для младших школьников, так как успешное когнитивное функционирование в начальной школе закладывает основы высшего образования и профес-

сионального престижа. Авторы неоднократно подчеркивают, что недопустимо даже незначительное негативное влияние на ранние достижения в обучении, связанное с загрязнением жизненной среды, так как исключительно важны академические достижения именно в начальном образовании.

Среди публикаций текущего года встречаются также данные о связи психосоматического и нейробиологического статусов ребенка на примере детского ожирения. Эта проблема достаточно остра, так как, по состоянию на 2015 год, в мире насчитывалось более 107 миллионов детей школьного возраста с ожирением. Официально признано, что эта патология сопровождается нейрокогнитивными нарушениями и дефицитом управляющих функций.

Сотрудники университета Болонья (В. Гуардабасси, К. Томацетто, 2020) обсудили эти данные и впервые сопоставили их со стигматизацией школьников и стереотипами о том, что люди с ожирением менее умны, чем люди с нормальным весом. На основании этих предпосылок авторы попытались уточнить, является ли в действительности стереотип (страх перед социумом) угрозой для памяти у детей с лишним весом [15]

В результате анкетирования 176 мальчиков—учащихся начальной школы (3, 4, 5-х классов) и их родителей оказалось, что уязвимость перед угрозой от стереотипов социума формируется в раннем возрасте и может способствовать дефициту объема рабочей памяти. При этом авторы подчеркивают, что ведущим повреждающим, интернализирующим фактором является именно стигма веса, а не субъективные медицинские или психологические корреляты. Авторы утверждают, что стигма веса одновременно может провоцировать дефицит управляющих функций, когнитивной гибкости, реакции торможения. В свою очередь истощение памяти провоцирует снижение успеваемости — образуется порочный круг, в который постепенно вовлекаются дальнейшие утяжеленные психосоматические нарушения (плохой сон, диабет, поведенческие отклонения). Авторы выводят в своей статье на первый план явление угрозы стереотипа и сопутствующего снижения тормозного контроля; они указывают на необходимость приоритетных образовательных программ, направленных на снижение негативных стереотипов в обществе, и обучающих мероприятий, помогающих детям справляться со стигмой ожирения.

Заключение

Материал статьи демонстрирует новые доказательства того, что нейробиология младшего школьного возраста — многоплановая проблема. Это связано с особенностями психологического и нейропсихологического статуса ребенка в первые годы погружения в образовательную систему и с особенностями личностного развития в этом периоде жизни.

Шансы на успешное обучение можно оценить по показателю нейронной пластичности. Успешность обучения определяется возбудимостью нейронов гиппокампа и нейронной сетью различных зон мозга.

Выявлен и изучается понятийный ряд, критичный для обучаемости. Это внутренние факторы: адаптивные возможности нейростатуса, когнитивная гибкость, сформированность исполнительной деятельности, ингибирующий контроль, целостность вещества мозга. К внешним факторам можно отнести усилия со стороны образовательной системы в самом широком смысле.

В отношении первой группы факторов мы видим, что в неблагоприятных ситуациях рождения имеет место повышение уровня фракционной анизотропии белого вещества в зоне дорсального и вентрального нервных путей в правом полушарии. Эта адаптивная реакция позитивно коррелирует с улучшением достижений в речевых навыках у учащихся, родившихся резко недоношенными. У таких детей адаптивная реакция выражена разрастанием нейронной сети в зоне мозолистого тела — гиперконнекцией.

Мы видим также, что у детей с диагностированной дислексией повышен уровень анизотропии в мозжечковых проводящих пучках от правосторонней зоны мозжечка к левосторонней височно-теменной зоне. Данное проецирование («перевброс») с правосторонней фронтальной части мозжечка может быть регулирующим механизмом, способствующим компенсации слабостью корковой сети, ответственной за навык чтения.

В статье упомянут эффект негативного прайминга, т. е. чрезмерного использования пропорциональных рассуждений в решении математической задачи, что характерно для младших учащихся. Эта проблема названа злоупотреблением соразмерностью; она сопровождается снижением объема рабочей памяти. Следовательно, в задачу педагогов входит обучение учащихся навыкам подавления стратегий, вводящих в заблуждение (эвристические).

Школа может и должна помогать преодолеть трудности обучения, стимулировать обучение и развивать навыки социализации, сочетая учебную деятельность с командной работой. Тем самым достигаются успехи как в когнитивном (более беглые чтение и вычисления), так и в некогнитивном (командная работа и социальная ответственность) развитии. Одновременно полезны стратегии компенсирующего чтения и развитие рабочей памяти.

Здоровьесберегающая функция оригинального нейробиологического инструмента состоит в когнитивно сложных активных перерывах уроков с выполнением заданий на внимание в движении. Необходимо, чтобы педагоги также понимали риски для когнитивной сферы среди детей, живущих вблизи промышленных объектов.

Совокупность представленных в статье материалов может быть востребованной современной образовательной системы, как приоткрывающая новые перспективы в организации образовательного процесса в начальной школе.

Литература

1. Дробаха В.Е., Кулеш А.А., Шестаков В.В. Фракционная анизотропия белого и серого вещества головного мозга в остром периоде ишемического инсульта как маркер неврологического, когнитивного и функционального статуса [Электронный ресурс] // Медицинская визуализация. 2015. № 6. С. 8—15. URL: <https://medvis.vidar.ru/jour/article/view/158> (дата обращения: 10.06.2020).
2. Ермолова Т.В., Пономарева В.В., Флорова Н.Б. Дискалькулия детского возраста как системная проблема обучения // Современная зарубежная психология. 2016. Т. 5. № 3. С. 7—27. DOI:10.17759/jmfp.2016050301
3. Модели и методы исследования переработки информации в процессах называния предмета и соотнесения названия с предметом / Ю.В. Микадзе [и др.] // Экспериментальная психология. 2019. Т. 12. № 1. С. 153—166. DOI:10.17759/exppsy.2019120112
4. Anderson P.J., Cheong J.L., Thompson D.K. The predictive validity of neonatal MRI for neurodevelopmental outcome in very preterm children *Semin* // *Seminars in Perinatology*. 2015. Vol. 39. № 2. P. 147—158. DOI:10.1053/j.semperi.2015.01.008
5. Arfe B., Vardanega T., Ronconi L. The effects of coding on children's planning and inhibition skills // *Computers & Education*. 2020. Vol. 148. 16 p. DOI:10.1016/j.compedu.2020.103807
6. Classroom-evaluated school performance at nine years of age after very preterm birth / L. Jansen [et al.] // *Early Human Development*. 2020. Vol. 140. 6 p. DOI:10.1016/j.earlhumdev.2019.104834
7. Debanne D., Russier V. The contribution of ion channels in input-output plasticity // *Neurobiology of Learning and Memory*. 2019. Vol. 166. 8 p. DOI:10.1016/j.nlm.2019.107095
8. Evidence that a Panel of Neurodegeneration Biomarkers Predicts Vasospasm, Infarction, and Outcome in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage / R. Siman [et al.] // *PLoS One*. 2011. Vol. 6. № 12. 9 p. DOI:10.1371/journal.pone.0028938
9. Extremely preterm children exhibit increased interhemispheric connectivity for language: findings from fMRI-constrained MEG analysis / M.E. Barnes-Davis [et al.] // *Developmental Science*. 2018. Vol. 21. № 6. 9 p. DOI:10.1111/desc.12669
10. Farmer G.E., Thompson L.T. Learning-dependent plasticity of hippocampal CA1 pyramidal neuron postburst afterhyperpolarizations and increased excitability after inhibitory avoidance learning depend upon basolateral amygdala inputs // *Hippocampus*. 2012. Vol. 22. № 8. P. 1703—1719. DOI:10.1002/hipo.22005
11. Fear extinction requires infralimbic cortex projections to the basolateral amygdala / D.W. Bloodgood [et al.] // *Translation Psychiatry*. 2018. Vol. 8. Article ID 60. 11 p. DOI:10.1038/s41398-018-0106-x
12. Feasibility of breaking up sitting time in mainstream and special schools with a cognitively challenging motor task / E. Mazzoli [et al.] // *Journal of Sport and Health Science*. 2019. Vol. 8. № 2. P. 137—148. DOI:10.1016/j.jshs.2019.01.002
13. França T.F.A. Isolating the key factors defining the magnitude of hippocampal neurogenesis' e-ffects on anxiety, memory and pattern separation // *Neurobiology of Learning and Memory*. 2019. Vol. 166. 5 p. DOI:10.1016/j.nlm.2019.107102
14. Grineski S.E., Collins T.W., Adkins D.E. Hazardous air pollutants are associated with worse performance in reading, math, and science among US primary schoolchildren // *Environmental Research*. 2020. Vol. 181. 10 p. DOI:10.1016/j.envres.2019.108925
15. Guardabassi V., Tomasetto C. Weight status or weight stigma? Obesity stereotypes — Not excess weight — Reduce working memory in school-aged children // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2020. Vol. 189. 9 p. DOI:10.1016/j.jecp.2019.104706
16. Kyriakides L., Anthimou M., Panayiotou A. Searching for the impact of teacher behavior on promoting students' cognitive and metacognitive skills // *Studies in Educational Evaluation*. 2020. Vol. 189. 14 p. DOI:10.1016/j.stueduc.2019.100810
17. Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children / C.S. Aarnoudse-Moens [et al.] // *Pediatrics*. 2009. Vol. 124. № 2. P. 717—728. DOI:10.1542/peds.2008-2816
18. Oh M.M., Disterhoft J.F. Learning and aging affect neuronal excitability and learning // *Neurobiology of Learning and Memory*. 2020. Vol. 167. 7 p. DOI:10.1016/j.nlm.2019.107133
19. Polspoel B., Vandermosten M., De Smedt B. The association of grey matter volume and cortical complexity with individual differences in children's arithmetic fluency // *Neuropsychologia*. 2020. Vol. 137. 10 p. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2019.107293
20. Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants [Электронный ресурс] // *On the Horizon*. 2001. Vol. 9. № 5. 6 p. URL: http://www.lablearning.eu/documents/doc_inspiration/prensky/digital_natives_digital_immigrants.pdf (дата обращения: 10.06.2020).
21. Pulfrey J., Gasser U. *Born Digital: How children grow up in a digital age*. New York: Basic Books, 2016. 352 p.
22. Resting-state EEG reveals global network deficiency in dyslexic children / H. Xue [et al.] // *Neuropsychologia*. 2020. Vol. 138. 8 p. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2020.107343
23. Rewiring the extremely preterm brain: Altered structural connectivity relates to language function / M.E. Barnes-Davis [et al.] // *NeuroImage: Clinical*. 2020. Vol. 25. 12 p. DOI:10.1016/j.nicl.2020.102194

24. Siddiqui N., Gorard S., See B.H. Can learning beyond the classroom impact on social responsibility and academic attainment? An evaluation of the Children's University youth social action programme // *Studies in Educational Evaluation*. 2019. Vol. 61. P. 74—82. DOI:10.1016/j.stueduc.2019.03.004
25. The relationship of domain-general serial order memory and reading ability in school children with and without dyslexia / W.M. Hachmann [et al.] // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2020. Vol. 193. 39 p. DOI:10.1016/j.jecp.2019.104789
26. Wang Q., Kushnir T. Cultural Pathways in Cognitive Development: Introduction to the Special Issue // *Cognitive Development*. 2019. Vol. 52. 4 p. DOI:10.1016/j.cogdev.2019.100816
27. Why students are biased by heuristics: Examining the role of inhibitory control, conflict detection, and working memory in the case of overusing proportionality / R. Jiang [et al.] // *Cognitive Development*. 2020. Vol. 53. 14 p. DOI:10.1016/j.cogdev.2020.100850

References

1. Drobakha V.E., Kulesh A.A., Shestakov V.V. Fraktsionnaya anizotropiya belogo i serogo veshchestva golovного mozga v ostrom periode ishemicheskogo insulta kak marker nevrologicheskogo, kognitivnogo i funktsional'nogo statusa [Fractional anisotropy of the white and gray matter of the brain in the acute period of ischemic stroke as a marker of neurological, cognitive and functional status] [Elektronnyi resurs]. *Meditsinskaya vizualizatsiya = [Medical imaging]*, 2015. Vol. 6, pp. 8—15. URL: <https://medvis.vidar.ru/jour/article/view/158> (Accessed 10.06.2020). (In Russ.).
2. Ermolova T.V., Ponomareva V.V., Florova N.B. Diskal'kuliya detskogo vozrasta kak sistemnaya problema obucheniya [Childhood dyscalculia as a systemic learning problem]. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 2016. Vol. 5, no. 3, pp. 7—27. DOI:10.17759/jmfp.2016050301 (In Russ.).
3. Mikadze Yu.V. et al. Modeli i metody issledovaniya pererabotki informatsii v protsessakh nazyvaniya predmeta i sootneseniya nazvaniya s predmetom [Models and methods of researching information processing in the processes of naming an object and correlating a name with an object]. *Ekspertimetal'naya psikhologiya = Experimental Psychology (Russia)*, 2019. Vol. 12, no. 1, pp. 153—166. DOI:10.17759/exppsy.2019120112 (In Russ.).
4. Anderson P.J., Cheong J.L., Thompson D.K. The predictive validity of neonatal MRI for neurodevelopmental outcome in very preterm children *Semin. Seminars in Perinatology*, 2015. Vol. 39, no. 2, pp. 147—158. DOI:10.1053/j.semperi.2015.01.008
5. Arfe B., Vardanega T., Ronconi L. The effects of coding on children's planning and inhibition skills. *Computers & Education*, 2020. Vol. 148, 16 p. DOI:10.1016/j.compedu.2020.103807
6. Jansen L. et al. Classroom-evaluated school performance at nine years of age after very preterm birth. *Early Human Development*, 2020. Vol. 140. 6 p. DOI:10.1016/j.earlhumdev.2019.104834
7. Debanne D., Russier V. The contribution of ion channels in input-output plasticity. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2019. Vol. 166. 8 p. DOI:10.1016/j.nlm.2019.107095
8. Siman R. et al. Evidence that a Panel of Neurodegeneration Biomarkers Predicts Vasospasm, Infarction, and Outcome in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *PLoS One*, 2011. Vol. 6, no. 12, 9 p. DOI:10.1371/journal.pone.0028938
9. Barnes-Davis M.E. et al. Extremely preterm children exhibit increased interhemispheric connectivity for language: findings from fMRI-constrained MEG analysis. *Developmental Science*, 2018. Vol. 21, no. 6, 9 p. DOI:10.1111/desc.12669
10. Farmer G.E., Thompson L.T. Learning-dependent plasticity of hippocampal CA1 pyramidal neuron postburst afterhyperpolarizations and increased excitability after inhibitory avoidance learning depend upon basolateral amygdala inputs. *Hippocampus*, 2012. Vol. 22, no. 8, pp. 1703—1719. DOI:10.1002/hipo.22005
11. Bloodgood D.W. et al. Fear extinction requires infralimbic cortex projections to the basolateral amygdala. *Translation Psychiatry*, 2018. Vol. 8, article ID 60, 11 p. DOI:10.1038/s41398-018-0106-x
12. Mazzoli E. et al. Feasibility of breaking up sitting time in mainstream and special schools with a cognitively challenging motor task. *Journal of Sport and Health Science*, 2019. Vol. 8, no. 2, pp. 137—148. DOI:10.1016/j.jshs.2019.01.002
13. França T.F.A. Isolating the key factors defining the magnitude of hippocampal neurogenesis' e-ffects on anxiety, memory and pattern separation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2019. Vol. 166, 5 p. DOI:10.1016/j.nlm.2019.107102
14. Grineski S.E., Collins T.W., Adkins D.E. Hazardous air pollutants are associated with worse performance in reading, math, and science among US primary schoolchildren. *Environmental Research*, 2020. Vol. 181, 10 p. DOI:10.1016/j.envres.2019.108925
15. Guardabassi V., Tomasetto C. Weight status or weight stigma? Obesity stereotypes — Not excess weight — Reduce working memory in school-aged children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2020. Vol. 189, 9 p. DOI:10.1016/j.jecp.2019.104706
16. Kyriakides L., Anthimou M., Panayiotou A. Searching for the impact of teacher behavior on promoting students' cognitive and metacognitive skills. *Studies in Educational Evaluation*, 2020. Vol. 189, 14p. DOI:10.1016/j.stueduc.2019.100810
17. Aarnoudse-Moens C.S. et al. Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Pediatrics*, 2009. Vol. 124, no. 2, pp. 717—728. DOI:10.1542/peds.2008-2816

18. Oh M.M., Disterhoft J.F. Learning and aging affect neuronal excitability and learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2020. Vol. 167, 7 p. DOI:10.1016/j.nlm.2019.107133
19. Polspoel B., Vandermosten M., De Smedt B. The association of grey matter volume and cortical complexity with individual differences in children's arithmetic fluency. *Neuropsychologia*, 2020. Vol. 137, 10 p. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2019.107293
20. Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants [Elektronnyi resurs]. *On the Horizon*, 2001. Vol. 9, no. 5, 6 p. URL: http://www.lablearning.eu/documents/doc_inspiration/prensky/digital_natives_digital_immigrants.pdf (Accessed 10.06.2020).
21. Pulfrey J., Gasser U. Born Digital: How children grow up in a digital age. New York: Basic Books, 2016. 352 p.
22. Xue H. et al. Resting-state EEG reveals global network deficiency in dyslexic children. *Neuropsychologia*, 2020. Vol. 138, 8 p. DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2020.107343
23. Barnes-Davis M.E. et al. Rewiring the extremely preterm brain: Altered structural connectivity relates to language function. *NeuroImage: Clinical*, 2020. Vol. 25, 12 p. DOI:10.1016/j.nicl.2020.102194
24. Siddiqui N., Gorard S., See B.H. Can learning beyond the classroom impact on social responsibility and academic attainment? An evaluation of the Children's University youth social action programme. *Studies in Educational Evaluation*, 2019. Vol. 61, pp. 74—82. DOI:10.1016/j.stueduc.2019.03.004
25. Hachmann W.M. et al. The relationship of domain-general serial order memory and reading ability in school children with and without dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2020. Vol. 193, 39 p. DOI:10.1016/j.jecp.2019.104789
26. Wang Q., Kushnir T. Cultural Pathways in Cognitive Development: Introduction to the Special Issue. *Cognitive Development*, 2019. Vol. 52, 4 p. DOI:10.1016/j.cogdev.2019.100816
27. Jiang R. et al. Why students are biased by heuristics: Examining the role of inhibitory control, conflict detection, and working memory in the case of overusing proportionality. *Cognitive Development*, 2020. Vol. 53, 14 p. DOI:10.1016/j.cogdev.2020.100850

Информация об авторах

Ермолова Татьяна Викторовна, кандидат психологических наук, заведующая кафедрой зарубежной и русской филологии, профессор кафедры зарубежной и русской филологии, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4260-9087>, e-mail: yermolova@mail.ru

Литвинов Александр Викторович, кандидат педагогических наук, профессор кафедры зарубежной и русской филологии, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ); доцент кафедры иностранных языков экономического факультета, Российский университет дружбы народов (ФГАОУ ВО РУДН), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-0021>, e-mail: alial01@yandex.ru

Бальгина Елена Анатольевна, кандидат филологических наук, доцент кафедры зарубежной и русской филологии, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5558-1389>, e-mail: elenabalygina@rambler.ru

Савицкая Наталья Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры зарубежной и русской филологии, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1769-5553>, e-mail: n.sawa@yandex.ru

Information about the authors

Tatiana V. Ermolova, PhD in Psychology, Head of the Chair of Foreign and Russian Philology, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4260-9087>, e-mail: yermolova@mail.ru

Alexander V. Litvinov, PhD in pedagogy, Professor of the Chair of Foreign and Russian Philology, Moscow State University of Psychology & Education; Associate Professor, Foreign Languages Department at the Faculty of Economics, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-0021>, e-mail: alial01@yandex.ru

Elena A. Balygina, PhD in Philology, the Department of Foreign and Russian Philology, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5558-1389>, e-mail: balygina@nextmail.ru

Natalia V. Savitskaya, PhD in pedagogy, Associate Professor of the Department of Foreign and Russian, psychology, Moscow State University of psychology & Education, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1769-5553>, e-mail: n.sawa@yandex.ru

Получена 15.04.2020

Принята в печать 08.06.2020

Received 15.04.2020

Accepted 08.06.2020