



DOI: 10.22363/2313-1683-2024-21-3-739-763

EDN: FMYYEY

УДК 159.92

Исследовательская статья

Связь executive functions с функциями регуляции активности у младших школьников – монолингвов и билингвов – в начале школьного обучения

В.Ю. Хотинец^{ID}✉, Ю.О. Новгородова^{ID},
Д.С. Павлова^{ID}, О.В. Кожевникова

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Российская Федерация

✉ tkhotinets@mail.ru

Аннотация. Проблема влияния билингвизма на способность человека обрабатывать информацию значительного объема не перестает быть актуальной в мировой психологии. Подтверждается связь языкового статуса с executive functions (управляющими функциями, EF), при этом результаты остаются противоречивыми. К EF, отвечающим за управление действиями, деятельностью и поведением, относят тормозный контроль, когнитивную гибкость, рабочую память, контроль внимания. В исследовании рассмотрена проблема изучения преимуществ и трудностей у младших школьников – монолингвов и билингвов – в начале школьного обучения через выявление связи функций регуляции активности (I функциональный блок мозга) с EF (III функциональный блок мозга) в образовательной ситуации. Выборка включала 150 детей младшего школьного возраста от 7 до 8,4 лет ($M = 7,7$; $SD = 0,39$), из них 75 детей (33 мальчика, 42 девочки) со сбалансированным билингвизмом (удмуртский – русский), 75 детей (38 мальчиков, 37 девочек) – монолингвы (русский). Применялись методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет с использованием компьютеризированных тестов программного обеспечения «Инструментарий психолога Практика – МГУ». Выявлены преимущества билингвизма по показателям продуктивности EF и трудности у билингвов, касающиеся отдельных показателей тормозного контроля (допущение ошибок без самокоррекции) и когнитивной гибкости (использование словосочетаний в вербальных ассоциациях), с необходимостью их контроля в образовательной ситуации. Установлены разные траектории развития отдельных компонентов EF у младших школьников в начале школьного обучения: у монолингвов функции регуляции активности сопряжены с функциями программирования, регуляции и контроля невербальной деятельности, у билингвов – речевой деятельности. Выявленные нейропсихологические закономерности позволяют прогнозировать сознательный контроль целенаправленного поведения и деятельности младших школьников – монолингвов и билингвов – в образовательном процессе, могут быть использованы в коррекционной работе с применением методов, направленных на регуляцию общей психической активности, обеспечивающей развертывание EF учащихся с трудностями в обучении.

© Хотинец В.Ю., Новгородова Ю.О., Павлова Д.С., Кожевникова О.В., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: управляющие функции, исполнительные функции, регуляторные функции, функции регуляции активности, вклад билингвизма, нейропсихологическое обследование, билингвы, монолингвы, русский язык, удмуртский язык, младший школьный возраст

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-10202, <https://rscf.ru/project/23-28-10202/>

Введение

Развитие представлений о билингвизме в современной науке переместилось от субтрактивной к аддитивной перспективе с расширением диапазона когнитивных возможностей его носителей (Хотинец, Медведева, 2021). Отмечаются преимущества executive functions (управляющих функций, EF) у билингвов в сравнении с монолингвами (Grundy, 2020; Ware et al., 2020), проявляющиеся в сознательном контроле целенаправленного поведения (Tao et al., 2023). В частности установлено, что билингвы превосходят монолингвов в тормозном контроле, поскольку им необходимо подавлять нерелевантный язык и разрешать лингвистический конфликт (Bialystok, Craik, 2022). К тому же билингвы отличаются когнитивной гибкостью, так как в повседневной жизни им приходится переключаться с одной лингвистической системы на другую (Prior, Gollan, 2011; Gunnerud et al., 2020). Подтверждается, что билингвы быстрее и точнее обнаруживают визуальные изменения при решении когнитивных заданий, связанных с зрительно-пространственной памятью (Kerrigan et al., 2017). Кроме того, поведенческие различия объясняются спецификой развертывания контроля внимания и его эффективностью. Повседневная практика билингвов, сопряженная с усиленным вниманием для игнорирования конкурирующего стимула, приводит к меньшим затратам, чем у монолингвов (Bialystok, Craik, 2022). Результаты метаанализа (Lowe et al., 2021) показывают, что очевидные эффекты билингвизма установлены в большей мере по показателям тормозного контроля и были неотличимы от эффектов контроля внимания у билингвальных детей (Bialystok, 2017). Следует отметить, что преимущества билингвизма в связи с поведенческими изменениями в лонгитуде гораздо чаще фиксируются в детской популяции (Lowe et al., 2021; Yurtsever et al., 2023), что представляет большую прогностическую ценность в их психическом развитии (Николаева, Вергунов, 2017).

Однако существует множество исследований, в которых сообщается об отсутствии связей EF с языковым статусом (Cho et al., 2023) и языковой энтропией (Семенова и др., 2024), различий между билингвами и монолингвами по показателям EF, особенно в исследованиях на больших выборках (Anton et al., 2019; Dick et al., 2019; Nichols et al., 2020). Отсутствие различий в большей мере объясняется вариабельностью двуязычного опыта и разным языковым статусом (различные виды билингвизма) (Planckaert et al., 2023; Yurtsever et al., 2023).

Наряду с изучением поведенческих особенностей билингвов в сравнении с монолингвами в настоящее время проводятся исследования, направленные

на выявления различий в их мозговых структурах (Bialystok, 2017; De Bruin et al., 2021; Grundy et al., 2017; Vinerte, Sabourin, 2019). Показано, что одни и те же структуры мозга могут быть вовлечены как в лингвистический контроль, так и тормозной (Abutalebi, Green, 2007), как в переключение с одного языка на другой, так и в переключение с одной задачи на другую (De Baene et al., 2015), что предполагает тесную связь между языком и EF. Несмотря на то, что между билингвами и монолингвами наблюдаются некоторые отличия в функциональной активности мозга, в настоящее время отсутствуют убедительные доказательства различий в конкретных отделах мозга, связанных с EF (García-Pentón et al., 2016).

Предположения о том, что билингвы могут с большей вероятностью демонстрировать когнитивные преимущества, чем монолингвы, основаны на положении о сетевой интеграции (тесноте и интенсивности связей) отдельных гетерохронных по своему созреванию структур мозга, в частности стволовых и подкорковых отделов мозга (I функциональный блок мозга) и лобных долей коры больших полушарий мозга (III функциональный блок мозга) (Лурия, 2013; Хомская, 2005; Корнеев и др., 2022; Maloney et al., 2020).

Функции I блока мозга (функции регуляции активности) обеспечивают поддержание общей и избирательной активности, связанной с показателями темповых характеристик (скорости выполнения задания, времени, темпа усвоения и автоматизации нового материала), показатели работоспособности и продуктивности деятельности (скорости вхождения в задание, переключения от одной задачи к другой, стабильности продуктивности, скорости и степени возникновения утомления) (Агрис, Ахутина, 2014). Оптимальное состояние функций регуляции активности обеспечивает полноценное функционирование высших психических функций (Комплексная коррекция трудностей обучения в школе, 2014).

Функции III блока мозга (EF) обеспечивают планирование и программирование любой деятельности, удержание плана в ходе выполнения деятельности, контроль над выполнением и достигнутым результатом, оказывающие влияние на всю деятельность человека. В современной нейропсихологии продолжается работа по анализу внутренней психологической и мозговой структуры EF и выделению подфункций в рамках регуляторной сферы (Корнеев, 2022; Miyake, Friedman, 2012; Friedman, Miyake, 2017).

В нашем исследовании мы поставили проблему изучения преимуществ и трудностей у младших школьников – монолингвов и билингвов – в начале школьного обучения через исследование связи функций регуляции активности с EF в образовательной ситуации. Отметим, что с началом обучения в школе ведущей деятельностью ребенка становится учебно-познавательная деятельность, в процессе которой появляются новообразования младшего школьника, связанные с произвольной регуляцией психической активности, поведения и деятельности (Эльконин, 1989), осуществляется переход от стадии дооперационального мышления к стадии конкретных операций с обратимостью мышления и способностью к децентрации (Пиаже, 1994). В этот пе-

риод прежнее состояние равновесия в психическом развитии уже утрачено, а переход на новый уровень еще не произошел. Тем самым предопределяется необходимость повышения продуктивности EF в достижении образовательных результатов младших школьников (Корнеев и др., 2022).

Цель исследования – выявление связей функций регуляции активности с executive functions (EF) у младших школьников-билингвов в сравнении с монолингвами в начале школьного обучения.

Мы сформулировали два **исследовательских вопроса**:

1. Демонстрируют ли билингвы преимущества, касающиеся EF, по сравнению с монолингвами в начале школьного обучения?
2. Являются ли функции регуляции активности отличительными предикторами продуктивности EF как у билингвов, так и монолингвов в начале школьного обучения, что прогнозирует их преимущества и успешность?

Процедура и методы исследования

Участники исследования. В исследовании приняли участие 150 детей младшего школьного возраста от 7 до 8,4 лет ($M = 7,7$; $SD = 0,39$), из них 75 детей (33 мальчика, 42 девочки) со сбалансированным билингвизмом, владеющих удмуртским и русским языком в равной степени свободно, социализирующихся в удмуртско-русской среде и обучающихся в национальной удмуртской гимназии им. Кузубая Герда г. Ижевска Удмуртской республики; 75 детей (38 мальчиков, 37 девочек), владеющих только русским языком (монолингвы), обучающихся в общеобразовательной школе г. Ижевска Удмуртской республики. Участники исследования не имели диагностированных неврологических заболеваний.

Однородность выборочной совокупности была достигнута за счет учета социально-экономического положения семей (образование родителей: высшее образование матерей – 70 % в группе билингвов, 64 % – монолингвов; высшее образование отцов – 44 % в группе билингвов, 48% – монолингвов; уровень доходов и материального обеспечения – средний; жилищные условия – в установленных нормах), участия родителей в воспитательном процессе в школе и семье.

Анкетирование родителей показало, что языковой статус билингвов соответствует критериям сбалансированного билингвизма: воспитание детей строится на удмуртском и русском языке. В гимназии младшие школьники получают образование и воспитываются в равной мере на удмуртском и русском языке. Младшие школьники-монолингвы обучаются в школе и воспитываются в семье только на русском языке.

Процедура исследования. Исследование проведено с письменного согласия родителей, которые были осведомлены о процедуре проведения нейропсихологических проб. С каждым школьником состоялось две встречи по 30 минут. В течение первой встречи проводилось нейропсихологическое обследование с использованием шести поведенческих тестов. На второй

встрече школьникам предлагалось пройти три компьютеризированные пробы. Во время выполнения заданий оценивалось состояние функций регуляции активности. Обследование было реализовано по заранее подготовленному протоколу в течение нескольких месяцев.

Методы исследования. Для диагностики executive functions (функции III блока мозга) и функций регуляции активности (функции I блока мозга) билингвов и монолингвов использовались методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет, в том числе компьютеризированные тесты программного обеспечения «Инструментария психолога Практика – МГУ» (Методы нейропсихологического обследования..., 2021).

1. Executive functions (функции III блока мозга)

1. *Реакция выбора (Go-No-Go Task, Reciprocal Motor Programme Test).* Проба направлена на диагностику усвоения речевой инструкции, торможения непосредственных реакций, переключения с одного задания на другое. Школьникам предъявляли две короткие серии заданий. В первой серии предлагалось стучать 2 раза в том случае, если психолог стучит один раз. Во второй серии – не стучать, если психолог стучит два раза. Оценивалось усвоение инструкции, количество ошибок с самокоррекцией, количество ошибок без самокоррекции. Нормативные данные и разброс показателя «усвоение инструкции» первой серии пробы: $Min = 0$; $Max = 2$; $M = 0,08$; $SD = 0,31$; «усвоение инструкции» второй серии пробы $Min = 0$, $Max = 2$; $M = 0,19$; $SD = 0,45$; «количество ошибок» в первой серии $Min = 0$, $Max > 10$; $M = 1,85$; $SD = 2,51$; «количество ошибок» во второй серии $Min = 0$, $Max > 10$; $M = 5,94$; $SD = 6,30$.

2. *Вербальные ассоциации (свободные и направленные) (Verbal Fluency Tests).* Тест позволяет определить способность младших школьников активно извлекать слова, переключаться с одного слова на другое, с одной группы слов на другую. Для актуализации свободных ассоциаций предлагалось в течение одной минуты называть любые слова. Для актуализации направленных ассоциаций в течение одной минуты необходимо было называть действия, в течение следующей минуты – разные растения. Оценивалась продуктивность, количество повторов, количество неадекватных заданию слов, количество словосочетаний, количество «считываний» деталей обстановки. Нормативные данные и разброс показателя «продуктивность в свободных ассоциациях»: $Min < 1$; $Max > 40$; $M = 20,40$; $SD = 7,51$; «продуктивность при актуализации названий действий» $Min < 6$; $Max > 20$; $M = 10,21$; $SD = 4,24$; «продуктивность при актуализации названий растений» $Min < 6$; $Max > 20$; $M = 8,67$; $SD = 4,65$; «количество повторов в свободных ассоциациях» $Min = 0$; $Max > 4$; $M = 0,62$; $SD = 1,12$; «количество повторов при актуализации названий действий» $Min = 0$, $Max > 4$, $M = 1,2$; $SD = 1,32$; «при актуализации названий растений» $Min = 0$; $Max > 4$; $M = 0,54$; $SD = 0,9$; «количество неадекватных заданию слов при актуализации названий действий» $Min = 0$; $Max > 2$; $M = 0,1$; $SD = 0,57$; «количество неадекватных заданию слов при актуализации названий растений» $Min = 0$; $Max > 4$; $M = 0,58$; $SD = 0,92$; «количество словосочетаний в свободных ассоциациях»: $Min = 0$; $Max > 4$; $M = 0,37$;

$SD = 1,5$; «количество словосочетаний при актуализации названий действий» $Min = 0$; $Max > 10$; $M = 2,58$; $SD = 3,41$. По данным Т.В. Ахутиной и др. считывание деталей не обнаруживается у 81% первоклассников (Методы нейропсихологического обследования..., 2021).

3. *Счет (Counting)*. Методика выявляет способность к прямому, обратному и избирательному порядковому счету. Проба направлена на анализ возможности следования программам различной сложности, когнитивной гибкости. Предлагалось посчитать от 3 до 7, от 8 до 4, посчитать от 2 до 10 через единицу. Оценивалась доступность счета. Нормативные данные и разброс показателя «доступность счета»: $Min = 0$; $Max = 3$; $M = 0,22$; $SD = 0,54$.

4. *Решение задач (Problem Solving)*. Методика измеряет когнитивную гибкость – возможность переключения с решения одного типа арифметических вычислений на решение схожего по семантике слов текста задачи, но требующего соблюдения других условий выполнения. Предлагалось решить следующие задачи: «1) На дереве сидело 5 птиц. 2 улетели. Сколько птиц осталось? 2) На дереве сидели птицы. Сначала улетели 3 птицы, потом улетели 2 птицы. Сколько птиц улетело?» Оценивалась продуктивность (количество правильно решенных задач). По данным Т.В. Ахутиной и др. на выборке из 200 первоклассников решили обе задачи 70,9 %, только 1 задачу – 23,6 % и ни одной задачи не решили 5,5 % (Методы нейропсихологического обследования..., 2021).

5. *Слухоречевая память (запоминание двух групп по три слова) (Verbal Memory Test)*. Проба позволяет определить продуктивность удержания слухоречевых стимулов. Предлагалось повторить две группы по три слова, а затем воспроизвести слова первой и второй группы. После третьего воспроизведения предлагалось выполнить пробу «Счет» (для гомогенной интерференции) и воспроизвести слова обеих групп. Оценивались продуктивность трех воспроизведений и отсроченного воспроизведения, разные типы ошибок: вpletения, горизонтальные и вертикальные повторы слов, устойчивые нарушения порядка слов. Нормативные данные и разброс показателя «продуктивность второго воспроизведения»: $Min = 0$; $Max = 6$; $M = 4,2$; $SD = 1,4$; «продуктивность третьего воспроизведения»: $Min = 0$; $Max = 6$; $M = 4,94$; $SD = 1,13$; «продуктивность отсроченного воспроизведения»: $Min = 0$; $Max = 6$; $M = 3,85$; $SD = 1,58$; «количество вpletений»: $Min = 0$; $Max = 4$; $M = 0,09$; $SD = 0,4$ «количество горизонтальных повторов»: $Min = 0$; $Max > 5$; $M = 1,02$; $SD = 1,51$; «количество вертикальных повторов»: $Min = 0$; $Max > 5$; $M = 0,45$; $SD = 0,91$; «количество устойчивых нарушений порядка слов»: $Min = 0$; $Max > 5$; $M = 1,1$; $SD = 1,5$ (Методы нейропсихологического обследования..., 2021).

6. *Зрительно-пространственная память (запоминание трудновербализуемых фигур) (Visual-Spatial Memory)*. Методика направлена на определение качества удержания зрительно-пространственной информации. Необходимо было запомнить и нарисовать четыре фигуры в том же порядке, как в стимульном материале. Зрительно-пространственные стимулы предъявлялись 3 раза. После каждого предъявления следовало воспроизвести на бумаге такие же

с сохранением порядка. В четвертый раз после выполнения ряда заданий необходимо вспомнить и нарисовать фигуры с учетом интерференции. Проба позволяет определить продуктивность запоминания и ошибки, связанные с функциями программирования и контроля: горизонтальные и вертикальные повторы фигур, вплетения, пропуски фигур. Нормативные данные и разброс показателя «продуктивность первого воспроизведения»: $Min = 0$; $Max = 4$; $M = 1,36$; $SD = 0,90$; «продуктивность второго воспроизведения»: $Min = 0$; $Max = 4$; $M = 2,03$; $SD = 1,10$; «продуктивность третьего воспроизведения»: $Min = 0$; $Max = 4$; $M = 2,49$; $SD = 1,07$; «продуктивность отсроченного воспроизведения»: $Min = 0$; $Max = 4$; $M = 2,37$; $SD = 1,06$; «количество горизонтальных повторов»: $Min = 0$; $Max > 4$; $M = 0,07$; $SD = 0,32$; «количество вертикальных повторов»: $Min = 0$; $Max > 4$; $M = 1,33$; $SD = 1,72$; «количество пропусков фигур»: $Min = 0$; $Max > 4$; $M = 1,84$; $SD = 1,82$. По данным Т.В. Ахутиной, одно вплетение допускают 6,5 % детей, два – 1,4 %, больше двух – 2,9 % (Методы нейропсихологического обследования..., 2021).

7. *Компьютеризированный тест «Точки»* (Матвеева, Корнеев, 2012) – модификация теста Dots, разработанного А. Даймонд (Davidson et al., 2006; Diamond et al., 2007). Методика представляет собой серию из трех заданий, где в первом оценивается удержание инструкции, во втором – возможность ребенка оттормаживать простой ответ, в третьем – переключение между двумя программами действий. При прохождении теста учитывается время выполнения заданий, тем самым определялся темп работы. В первом задании было необходимо нажимать кнопку с той стороны, где появляется стимул. Во втором задании – кнопку с противоположной стороны появляющегося стимула. В третьем задании необходимо было учитывать условия первой и второй пробы и нажимать кнопку или со стороны появляющегося стимула, или с противоположной от него стороны. Оценивалась продуктивность (число правильных ответов). Нормативные данные и разброс показателя «продуктивность в первом задании»: $Min = 12$; $Max = 20$; $M = 18,7$; $SD = 1,6$; «продуктивность во втором задании»: $Min = 9$; $Max = 20$; $M = 17,2$; $SD = 2,1$; «продуктивность в третьем задании»: $Min = 8$; $Max = 19$; $M = 13,8$; $SD = 3,0$.

8. *Компьютерная версия теста «Таблицы Шульте»* (Shulte Tables). Тест предназначен для исследования внимания и темпа выполнения аттентивных заданий. Последовательно предлагалось найти и отметить в пяти таблицах цифры, расположенные в случайном порядке. Оценивалось общее количество ошибок.

9. *Компьютеризированный тест Струпа* (Stroop Test). Тест направлен на исследование когнитивной гибкости и содержит 3 задания. В ходе выполнения теста необходимо было определить цвет предложенных стимулов, находящихся в рамке на экране компьютера, и нажать кнопку соответствующего цвета. В первой серии цвет и значение стимула-слова соответствовали друг другу. Во второй серии предъявлялись крестики: цвет кнопки соответствовал цвету крестиков. В третьей серии (конфликтная серия) на экране компьютера появлялись слова, цвет шрифта которых не совпадал со значением. Для ответа

необходимо было нажимать кнопку, обращая внимание только на цвет. Оценивалось количество ошибок в конфликтной серии.

II. Функции регуляции активности (функции I блока мозга)

Утомляемость, темп работы, импульсивность, гиперактивность, инертность наблюдались во время выполнения школьниками всех проб. Показатели диагностировались согласно схеме оценки состояния функций I блока мозга по данным нейропсихологического обследования.

Утомляемость (Fatigue). Диагностика утомляемости (скорость и степень утомления в процессе выполнения заданий) проводилась в конце обследования, принималось во внимание колебания продуктивности выполнения проб. Нормативные данные и разброс показателя «утомляемость»: $Min = 0$; $Max = 3$; $M = 1,19$; $SD = 1,11$.

Темп (Speed). Наблюдение проводилось за темповыми характеристиками выполнения проб: скорость выполнения задания, время реакции. Нормативные данные и разброс показателя «темп»: $Min = 0$; $Max = 3$; $M = 0,91$; $SD = 0,95$. К тому же темп работы (среднее время выполнения задания) измерялся с помощью компьютеризированных методик «Точки», «Таблицы Шульте», *тест Струпа*. Нормативные данные и разброс показателя «время выполнения первого задания теста «Точки»: $Min = 288$; $Max = 894$; $M = 463$; $SD = 90,8$.

Инертность (Inertness) характеризуется трудностью вхождения в задание: скорость вхождения в задание, скорость переключения от одного задания к другому, тенденции к персеверациям (инертное повторение отдельных двигательных актов, слов и мыслей). Нормативные данные и разброс показателя «инертность»: $Min = 0$, $Max = 3$; $M = 0,71$; $SD = 0,85$.

Импульсивность (Impulsiveness) проявляется высокой реакцией на предложенные задания, не дожидаясь указаний и инструкций по их выполнению. Симптомы импульсивности по МКБ-10: отвечает на вопросы, не выслушав до конца и не задумываясь; не может дожидаться своей очереди; мешает другим людям, перебивает их; болтлив, не сдержан в речи. Нормативные данные и разброс показателя «импульсивность»: $Min = 0$; $Max = 3$; $M = 0,92$; $SD = 0,93$.

Гиперактивность (Hyperactivity). Симптомы гиперактивности по МКБ-10: часто совершает беспокойные движения руками и ногами, ерзает на месте; не может усидеть на месте, когда это необходимо; часто бегает или куда-то забирается, когда это неуместно; не может тихо, спокойно играть; чрезмерная бесцельная двигательная активность имеет стойкий характер, на нее не влияют правила и условия ситуации. Нормативные данные и разброс показателя «гиперактивность»: $Min = 0$; $Max = 3$; $M = 0,48$; $SD = 0,95$.

Методы математической статистики: описательная статистика, непараметрический тест (U-критерий Манна – Уитни) для определения значимых различий между изучаемыми показателями. Основной метод анализа результатов исследования – структурное моделирование (моделирование структурными уравнениями – Structural Equation Modeling (SEM)). Для статистической обработки применялось специализированное программное обеспечение – IBM SPSS Statistics V22.0 for Windows со встроенным модулем IBM SPSS AMOS V22.0).

Результаты

Особенности executive functions и функций регуляции активности у монолингвов и билингвов

Описательные статистики функций регуляции активности позволили всех младших школьников – монолингвов и билингвов отнести в группу без дефицита функций I функционального блока мозга по А.Р. Лурия (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Описательные статистики показателей функций регуляции активности (I блок)
монолингвов и билингвов /
Descriptive Statistics of Indicators of Activity Regulation Functions (Block I)
in the Monolinguals and Bilinguals

Показатель / Indicator	Монолингвы / Monolinguals			Билингвы / Bilinguals		
	N	Среднее значение/ Mean	Стандартное отклонение/ Standard deviation	N	Среднее значение/ Mean	Стандартное отклонение/ Standard deviation
Утомляемость / Fatigue	75	0,85	0,67	75	0,88	0,61
Темп / Speed	75	0,56	0,53	75	0,68	0,47
Инертность / Inertness	75	0,21	0,44	75	0,23	0,42
Время выполнения теста Шульте, сек./ Schulte test completion time, sec	75	687,45	168,73	75	671,68	181,37
Время выполнения первой пробы теста «Точки», мсек./ The first series of the Points test completion time, millisec	75	550,52	117,14	75	560,92	86,15
Время выполнения конфликтной серии теста Струпа, сек. / The conflict series of the Stroop test completion time, sec	75	187,72	35,15	75	182,01	39,78
Импульсивность / Impulsiveness	75	0,39	0,49	75	0,27	0,45
Гиперактивность / Hyperactivity	75	0,21	0,47	75	0,11	0,35

Результаты анализа описательных статистик предопределили выбор непараметрических методов математической статистики.

В ходе решения первой эмпирической задачи был применен *U*-критерий Манна – Уитни, по результатам которого не выявлены значимые различия по показателям функций регуляции активности между монолингвами и билингвами. При этом установлены достоверные различия между группами по показателям EF (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

**Значимые различия между показателями executive functions
в группах монолингвов и билингвов /
Significant Differences between Executive Functions in the Monolingual and Bilingual Groups**

Показатели / Indicators	Средние ранги / Mean ranks		Средние значения / Means		U-критерий/ U-test	p-уровень достоверности/ p-value
	Монолингвы/ Mono-ling	Билингвы/ Bilin-guals	Монолингвы / Mono-linguals	Билингвы/ Bilin-guals		
Executive Functions (Программирование и контроль, III блок) / Executive Functions (Programming and Control, Block III)						
Тормозный контроль / Inhibitory control						
Ошибки с самокоррекцией в первой пробе (Реакция выбора) / Errors with self-correction in the first sample (Selection reaction)	81,91	69,09	0,28	0,11	2331,5	0,007
Ошибки без самокоррекции в первой пробе (Реакция выбора) / Errors without self-correction in the first sample (Selection reaction)	67,02	83,98	0,56	1,05	2176,5	0,005
Продуктивность во второй серии теста «Точки» / Productivity in the second series of the “Points” test	69,01	81,99	9,75	9,92	2326,0	0,017
Когнитивная гибкость/ Cognitive flexibility						
Продуктивность свободных вербальных ассоциаций / Productivity of free verbal associations	55,93	95,07	9,68	14,43	1344,5	0,000
Количество словосочетаний в свободных вербальных ассоциациях / Number of phrases in free verbal associations	65,15	85,85	0,05	0,49	2036,5	0,000

Продолжение таблицы 2 / Continuation of table 2

Показатели / Indicators	Средние ранги / Mean ranks		Средние значения / Means		U-критерий / U-test	p-уровень достоверности / p-value
	Монолингвы / Mono-ling	Билингвы / Bilin-guals	Монолингвы / Mono-linguals	Билингвы / Bilin-guals		
Продуктивность глагольных вербальных ассоциаций / Productivity of verbal associations	57,30	93,70	6,79	9,55	1447,5	0,000
Количество неадекватных слов в глагольных вербальных ассоциациях / Number of inadequate words in verbal associations	80,54	70,46	0,25	0,01	2434,5	0,003
Продуктивность направленных вербальных ассоциаций (растения) / Productivity of directed verbal associations (plants)	49,06	101,94	5,55	9,37	829,5	0,000
Количество словосочетаний в направленных вербальных ассоциациях (растения) / Number of phrases in directed verbal associations (plants)	69,06	81,94	0,04	0,24	2329,5	0,001
Доступность пробы «Счет» / Availability of the Counting series	83,55	67,45	0,51	0,21	2208,5	0,003
Решение задач (продуктивность) / Problem solving (productivity)	66,75	84,25	1,24	1,61	2156,0	0,005
Продуктивность в третьей серии теста «Точки» / Productivity in the third series of the Points test	65,4	85,60	9,19	9,57	2055,0	0,002
Контроль внимания / Attention control						
Продуктивность второго воспроизведения (зрительно-пространственная память) / Second reproduction productivity (visual-spatial memory)	65,09	85,91	1,85	2,33	2032,0	0,003
Продуктивность третьего воспроизведения (зрительно-пространственная память) / Third reproduction productivity (visual-spatial memory)	62,67	88,33	2,53	3,01	1850,0	0,000

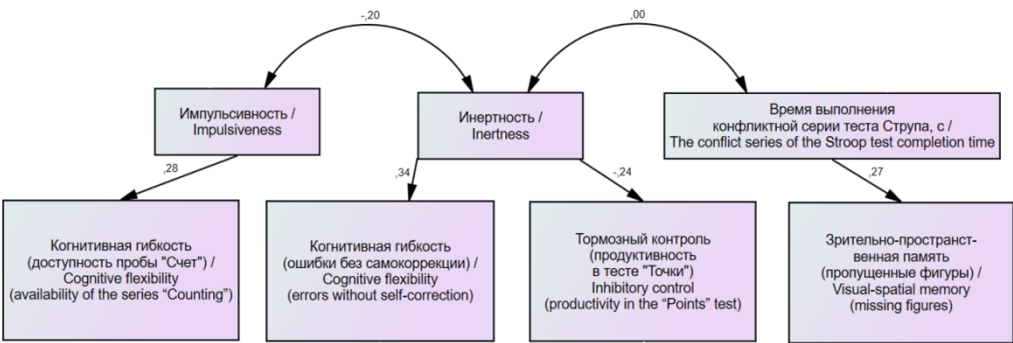
Окончание таблицы 2 / Ending of table 2

Показатели / Indicators	Средние ранги / Mean ranks		Средние значения / Means		U-критерий / U-test	p-уровень достоверности / p-value
	Монолингвы / Mono-ling	Билингвы / Bilin-guals	Монолингвы / Mono-linguals	Билингвы / Bilin-guals		
Продуктивность отсроченного воспроизведения (зрительно-пространственная память) / Delayed reproduction productivity (visual-spatial memory)	61,67	89,33	2,62	3,07	1775,5	0,000
Количество вертикальных повторов фигур (зрительно-пространственная память) / Number of vertical repetitions of shapes (visual-spatial memory)	89,85	61,15	2,37	1,23	1736,5	0,000
Количество ошибок по типу вплетений (зрительно-пространственная память) / Number of weaving errors (visual-spatial memory)	84,02	66,98	1,11	0,61	2173,5	0,004

Установлено, что наряду с преимуществами билингвизма по ряду показателей продуктивности тормозного контроля (p от 0,05 до 0,001), когнитивной гибкости (p от 0,05 до 0,001), контроля внимания ($p = 0,001$), рабочей памяти (зрительно-пространственной) (p от 0,05 до 0,001) выявлены и трудности у билингвов, касающиеся: ошибок без самокоррекции в первой пробе («Реакция выбора») ($M = 1,05$, $p = 0,005$) (тормозный контроль); использования словосочетаний в свободных вербальных ассоциациях ($M = 0,49$; $p = 0,0001$; норма – 0,37), использования словосочетаний в направленных вербальных ассоциациях (растения) ($M = 0,24$; $p = 0,001$; норма – 0,14) (когнитивная гибкость).

Связь между показателями executive functions и функциями регуляции активности у монолингвов и билингвов

Для решения второй эмпирической задачи построили модели связей EF с функциями регуляции активности у монолингвов (рис. 1) и билингвов (рис. 2) с помощью моделирования структурными уравнениями. По результатам анализа моделей установлены ведущие функции регуляции активности в качестве предикторов продуктивности EF в группе младших школьников с разным языковым статусом.



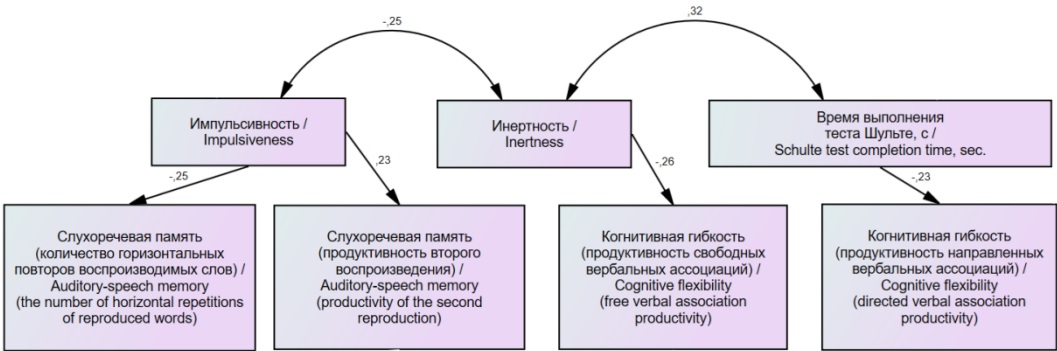
Хи-квадрат=15,933; $p=.317$; CFI=.925; RMSEA=.043; PCLOSE=.494
МОНОЛИНГВЫ
 $\chi^2 = 15.933$; $p = .317$; CFI = .925; RMSEA = .043; PCLOSE = .494
MONOLINGUALS

Рис. 1. Модель Связь Executive Functions с функциями регуляции активности у монолингов

И с т о ч н и к : составлено В.Ю. Хотинец, Ю.О. Новгородовой, Д.С. Медведевой, О.В. Кожевниковой с использованием IBM SPSS Statistics V22.0 for Windows со встроенным модулем IBM SPSS AMOS V22.0.

Fig. 1: Model Correlation of Executive Functions with Activity Regulation Functions in the Monolinguals

S o u r c e : compiled by V.Yu. Khotinets, Yu.O. Novgorodova, D.S. Medvedeva, and O.V. Kozhevnikova using IBM SPSS Statistics V22.0 for Windows with the built-in IBM SPSS AMOS V22.0 module.



Хи-квадрат=11,567; $p=.563$; CFI=.098; RMSEA=.010; PCLOSE=.717
БИЛИНГВЫ
 $\chi^2 = 11.567$; $p = .563$; CFI = .098; RMSEA = .010; PCLOSE = .717
BILINGUALS

Рис. 2. Модель Связь Executive Functions с функциями регуляции активности у билингов

И с т о ч н и к : составлено В.Ю. Хотинец, Ю.О. Новгородовой, Д.С. Медведевой, О.В. Кожевниковой с использованием IBM SPSS Statistics V22.0 for Windows со встроенным модулем IBM SPSS AMOS V22.0.

Fig. 2: Model Correlation of Executive Functions with Activity Regulation Functions in the Bilinguals

S o u r c e : compiled by V.Yu. Khotinets, Yu.O. Novgorodova, D.S. Medvedeva, and O.V. Kozhevnikova using IBM SPSS Statistics V22.0 for Windows with the built-in IBM SPSS AMOS V22.0 module.

Обсуждение результатов

По результатам применения *U*-критерия Манна – Уитни у младших школьников билингов в начале обучения выявлены преимущества по ряду показателей тормозного контроля, когнитивной гибкости, контроля внимания, рабочей памяти (зрительно-пространственной). При этом зафиксированы

трудности, в частности, допущение ошибок без самокоррекции (тормозный контроль), использование словосочетаний в вербальных ассоциациях (когнитивная гибкость), что находит подтверждение в работах о влиянии билингвизма на продуктивность EF (Хотинец, Медведева, 2021; Хотинец и др., 2019, 2022, 2023). К тому же полученные данные согласуются с результатами зарубежных исследований, в которых доказано, что эффекты, касающиеся продуктивности EF, например, при выполнении задачи Flanker для диагностики тормозного контроля, часто не подтверждаются при решении аналогичных задач, например, при выполнении задачи Simon (Паар, Greenberg, 2013).

Согласно методике Т.В. Ахутиной (Методы нейропсихологического обследования..., 2021), увеличение количества ошибок без самокоррекции в пробе «Реакция выбора» может указывать на ослабление функции торможения, проявляющейся в склонности не замечать допущенных ошибок, тем самым не исправлять их. Следовательно, увеличение количества ошибок без самокоррекции ($M = 1,05$, $p = 0,005$) при уменьшении количества ошибок с самокоррекцией ($M = 0,11$, $p = 0,007$) у билингвов может свидетельствовать о тенденции ослабления функции тормозного контроля. При этом необходимо обратить внимание на то, что показатель оттормаживания нерелевантных текущим задачам реакций во второй серии теста «Точки» у билингвов выше ($M = 9,92$, $p = 0,017$).

Употребление словосочетаний в свободных и направленных вербальных ассоциациях является следствием упрощения задания и самопомощи при актуализации слов. Следует обратить внимание на то, что использование словосочетаний типично для детей младшего школьного возраста (Методы нейропсихологического обследования..., 2021). Однако билингвы с большим количеством словосочетаний показали высокую продуктивность в актуализации свободных ($M = 14,43$; $p = 0,0001$) и направленных ($M = 9,37$; $p = 0,0001$) вербальных ассоциаций, что позволяет им успешнее переключаться с одного слова на другое и, как следствие, успешнее справляться с заданием на когнитивную гибкость.

По результатам анализа модели связей EF с функциями регуляции активности у монолингвов (см. рис. 1) установлены ведущие функции регуляции активности в качестве предикторов продуктивности EF. Установлено, что в группе монолингвов повышение показателей импульсивности ($M = 0,39$; норма – 0,92) приводит к понижению (обратный подсчет в методике) показателей выполнения пробы «Счет» ($M = 0,51$; норма – 0,22) (когнитивная гибкость). Высокая реактивность в избирательном серийном счете, усиливая нагрузку на программирование и контроль в связи с необходимостью удержания программы задания, снижает когнитивную гибкость. Дети испытывают трудности в переключении с одной программы на другую с возможностью оттормаживания простого автоматизированного ряда. К тому же младшие

школьники-монолингвы продемонстрировали трудность при избирательном счете в продолжение числового ряда через единицу, требующего более детального удержания в рабочей памяти окончательно посчитанного ими числа и последующего арифметического вычисления. Таким образом, импульсивность снижает возможность произвести полный подсчет, удержать программу и сохранить правильную последовательность счета.

Выявлено, что понижение показателей инертности ($M = 0,21$; норма – $0,71$) приводит к уменьшению количества ошибок без самокоррекции (когнитивная гибкость) ($M = 1,39$) и повышению продуктивности тормозного контроля ($M = 9,75$; норма – $17,2$). Скорость переключения от одного стимула к другому позволяет младшим школьникам-монолингвам переключаться от одного задания к другому, удерживать программы действия, оттормаживая нерелевантные текущим задачам реакции (в частности, усвоенный в первой части пробы простой ответ), замечать допущенные ошибки и не повторять персевераторно их вновь.

Обнаружено, что динамика выполнения задач конфликтной серии ($M = 187,72$) приводит к понижению количества ошибок, касающихся пропуска фигур в пробах на зрительно-пространственную память ($M = 1,81$; норма – $1,84$). Активность младших школьников-монолингвов при выполнении задач конфликтной серии обеспечивает их возможностью удерживать и следовать инструкции, воспроизводить фигуры по схожим со стимулом элементам.

В ходе анализа модели связей ЕФ с функциями регуляции активности у билингвов (см. рис. 2) установлено, что повышение реактивности (импульсивности) ($M = 0,27$; норма – $0,92$) уменьшает количество ошибок слухоречевой памяти ($M = 0,88$; норма – $1,02$) и повышает продуктивность слухоречевой памяти ($M = 4,75$; норма – $4,2$). В частности повышение реактивности снижает вероятность горизонтальных повторов слов в обеих группах стимулов в одном воспроизведении, тем самым способствует сокращению персевераций и ошибок. К тому же обеспечивает более продуктивное воспроизведение слухоречевых стимулов за счет быстрого включения в задание и высокой скорости актуализации запоминаемых слов.

Выявлено, что понижение показателей инертности ($M = 0,23$; норма – $0,71$) в сторону усиления активности и ускорение темпа выполнения аттенционных заданий ($M = 2,29$) приводят соответственно к повышению продуктивности когнитивной гибкости (продуктивность свободных вербальных ассоциаций ($M = 14,43$; норма – $20,40$) и продуктивности направленных вербальных ассоциаций (растения) ($M = 9,37$; норма – $8,67$). В заданиях с ограничением времени, где необходимо назвать как можно больше разных слов, требуется высокая скорость извлечения слов, переключения с одного слова на другое без повторов. Значит, ускорение темпа выполнения заданий обеспечивает младших школьников-билингвов возможностью быстрого включения в задание, переключения с одной группы слов на другую, от одной ассоциации к другой.

Заключение

Установлен синкретический эффект билингвизма на продуктивность EF в начале школьного обучения. В частности, выявлены преимущества младших школьников-билингвов по ряду показателей тормозного контроля, когнитивной гибкости, контроля внимания, рабочей памяти (зрительно-пространственной). Вместе тем у билингвальных детей зафиксированы трудности, касающиеся отдельных показателей тормозного контроля (допущение ошибок без самокоррекции) и когнитивной гибкости (использование словосочетаний в вербальных ассоциациях), с необходимостью их контроля в образовательной ситуации.

Определены ведущие функции регуляции активности (I функциональный блок мозга) в качестве предикторов продуктивности EF (III функциональный блок мозга) у младших школьников-монолингвов и билингвов. Выявлены разные траектории развития отдельных компонентов EF у детей с разным языковым статусом: если повышение реактивности у монолингвов снижает продуктивность когнитивной гибкости в невербальной деятельности, то у билингвов – обеспечивает продуктивность слухоречевой памяти; если активность у монолингвов приводит к повышению показателей когнитивной гибкости и тормозного контроля в решении невербальных задач, то у билингвов – к повышению когнитивной гибкости в речевой деятельности. Отметим, что у монолингвов функции регуляции активности связаны с управлением невербальной деятельностью, а у билингвов – с управлением речевой деятельностью.

Практическая значимость результатов исследования. Выявленные нейropsychологические закономерности позволяют прогнозировать сознательный контроль целенаправленного поведения, а именно эффективность планирования и программирования учебно-познавательной деятельности, удержания плана деятельности в ходе ее выполнения, контроля над реализацией деятельности и достигнутым результатом у младших школьников с различным языковым статусом в начале школьного обучения. Полученные результаты могут быть использованы в коррекционной работе с младшими школьниками – монолингвами и билингвами с трудностями в обучении с применением эффективных методов, направленных на регуляцию общей психической активности, обеспечивающей развертывание EF.

К **ограничениям** исследования можно отнести выборочную совокупность, ограниченную 150 младшими школьниками первого года обучения; сопоставление групп по языковому статусу с бинарной характеристикой: монолингвизм – билингвизм; однофакторность (функции регуляции активности) продуктивности executive functions у младших школьников – монолингвов и билингвов.

Перспектива дальнейших исследований строится в направлении изучения продуктивности EF на больших выборках школьников с вариативностью языкового статуса (типы и виды билингвизма / полилингвизма, языковой опыт) в интерактивных контекстах; в лонгитуде с вариативностью предикто-

ров (полидетерминации), сопоставимых с базовыми методологическими стандартами для исследований вклада билингвизма в продуктивность ЕФ; с использованием аппаратных средств для картирования функциональной специализации различных отделов мозга, связанных с ЕФ.

Список литературы

- Агрис А.Р., Ахутина Т.В. Регуляция активности у детей с трудностями обучения по данным нейропсихологического обследования // Национальный психологический журнал. 2014. №4(16). С. 64–78. <http://doi.org/10.11621/npj.2014.0408>
- Комплексная коррекция трудностей обучения в школе / под ред. Ж.М. Глозман, А.Е. Соболевой. М. : Смысл, 2014. 544 с.
- Корнеев А.А., Букин А.М., Матвеева Е.Ю., Ахутина Т.В. Оценка управляющих функций и функций регуляции активности у детей 6–9 лет: конфирматорный факторный анализ данных нейропсихологического обследования // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2022. № 1. С. 29–52. <http://doi.org/10.11621/vsp.2022.01.02>
- Лурия А.Р. Основы нейропсихологии : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образ. 8-е изд., стер. М. : Издат. центр «Академия», 2013. 384 с.
- Матвеева Е.Ю., Корнеев А.А. Особенности функций программирования и контроля у учеников первого класса // Вопросы психологии. 2012. № 6. С. 10–19.
- Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет / под общ. ред. Т.В. Ахутиной. М. : В. Секачев, 2021. 280 с.
- Николаева Е.И., Вергунов Е.Г. Что такое “Executive functions” и их развитие в онтогенезе // Теоретическая и экспериментальная психология. 2017. Т. 10. № 2. С. 62–81.
- Пиаже Ж. Речь и мышление ребенка / сост., новая ред. пер. с фр., коммент. Вал. А. Лукова, Вл. А. Лукова. М. : Педагогика-пресс, 1994. 526 с.
- Семенова Е.Ю., Линд К.В., Логвиненко Т.И., Григоренко Е.Л. Применение метода языковой энтропии для измерения билингвального языкового опыта: исследование носителей адыгейского и русского, татарского и русского языков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. 2024. Т. 21. № 1. С. 11–34. <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2024-21-1-11-34>
- Хомская Е.Д. Нейропсихология. 4-е изд. СПб. : Питер, 2005. 496 с.
- Хотинец В.Ю., Медведева Д.С. Особенности речемыслительной деятельности детей монолингвов и естественных билингвов // Психологический журнал. 2021. Т. 42. № 2. С. 25–35. <http://doi.org/10.31857/S020595920014236-5>
- Хотинец В.Ю., Сальнова С.А. Executive Functions и их связь с развитием речи на русском языке у детей-билингвов и монолингвов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. 2020. Т. 17. № 3. С. 412–425. <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2020-17-3-412-425>
- Хотинец В.Ю., Шишова Е.О., Зиннурова Э.И., Кожевникова О.В., Медведева Д.С., Новгородова Ю.О., Кумышева Р.М. Особенности развития когнитивной регуляции в связи с коммуникативной компетентностью детей-монолингвов и сбалансированных билингвов // Образование и саморазвитие. 2022. Т. 17. № 3. С. 317–334. <http://doi.org/10.26907/esd.17.3.22>

- Хотинец В.Ю., Шишова Е.О., Новгородова Ю.О., Кожеевникова О.В., Медведева Д.С. Когнитивная регуляция младших школьников-билингвов в процессе изучения третьего языка // *Образование и саморазвитие*. 2023. Т. 18. № 3. С. 215–229. <http://doi.org/10.26907/esd.18.3.14>
- Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды. М. : Педагогика, 1989. 560 с.
- Abutalebi J., Green D. Bilingual language production: The neurocognition of language representation and control // *Journal of Neurolinguistics*. 2007. Vol. 20. No. 3. Pp. 242–275. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2006.10.003>
- Antón E., Carreiras M., Duñabeitia J.A. The impact of bilingualism on executive functions and working memory in young adults // *PLoS One*. 2019. Vol. 14. No. 2. Article 0206770. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206770>
- Bialystok E. The bilingual adaptation: How minds accommodate experience // *Psychological Bulletin*. 2017. Vol. 143. No. 3. Pp. 233–262. <https://doi.org/10.1037/bul0000099>
- Bialystok E., Craik F.I. How does bilingualism modify cognitive function? Attention to the mechanism // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2022. Vol. 29. Pp. 1246–1269. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02057-5>
- Cho I., Hosseini-Kamkar N., Song H., Morton J.B. Culture, executive functions, and academic achievement // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. Article 1100537. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1100537>
- Davidson M.C., Amso D., Anderson L.C., Diamond A. Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching // *Neuropsychologia*. 2006. Vol. 44. No. 11. Pp. 2037–2078. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- De Baene W., Duyck W., Brass M., Carreiras M. Brain circuit for cognitive control is shared by task and language switching // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2015. Vol. 27. No. 9. Pp. 1752–1765. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00817
- De Bruin A., Dick A.S., Carreiras M. Clear theories are needed to interpret differences: Perspectives on the bilingual advantage debate // *Neurobiology of Language*. 2021. Vol. 2. No. 4. Pp. 433–451. https://doi.org/10.1162/nol_a_00038
- Diamond A., Barnett S., Thomas J., Munro S. Preschool program improves cognitive control // *Science*. 2007. Vol. 318. Pp. 1387–1388. <http://doi.org/10.1126/science.1151148>
- Dick A.S., Garcia N.L., Pruden S.M., Thompson W.K., Hawes S.W., Sutherland M.T., Riedel M.C., Laird A.R., Gonzalez R. No evidence for a bilingual executive function advantage in the nationally representative ABCD study // *Nature Human Behaviour*. 2019. Vol. 3. No. 7. Pp. 692–701. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0609-3>
- Friedman N.P., Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure // *Cortex*. 2017. Vol. 86. Pp. 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- García-Pentón L., Fernandez Garcia Y., Costello B., Duñabeitia J.A., Carreiras M. The neuroanatomy of bilingualism: How to turn a hazy view into the full picture // *Language, Cognition and Neuroscience*. 2016. Vol. 31. No. 3. Pp. 303–327. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1068944>
- Grundy J.G. The effects of bilingualism on executive functions: An updated quantitative analysis // *Journal of Cultural Cognitive Science*. 2020. Vol. 4. No. 9. Pp. 177–199. <https://doi.org/10.1007/s41809-020-00062-5>

- Grundy J.G., Anderson J.A., Bialystok E. Neural correlates of cognitive processing in monolinguals and bilinguals // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2017. Vol. 1396. No. 1. Pp. 183–201. <https://doi.org/10.1111/nyas.13333>
- Gunnerud H.L., Ten Braak D., Reikerås E.K.L., Donolato E., Melby-Lervåg M. Is bilingualism related to a cognitive advantage in children? A systematic review and meta-analysis // *Psychological Bulletin*. 2020. Vol. 146. No. 12. Pp. 1059–1083. <https://doi.org/10.1037/bul0000301>
- Kerrigan L., Thomas M.S., Bright P., Filippi R. Evidence of an advantage in visuo-spatial memory for bilingual compared to monolingual speakers // *Bilingualism: Language and Cognition*. 2017. Vol. 20. No. 3. Pp. 602–612. <https://doi.org/10.1017/S1366728915000917>
- Lowe C.J., Cho I., Goldsmith S.F., Morton J.B. The bilingual advantage in children's executive functioning is not related to language status: A meta-analytic review // *Psychological Science*. 2021. Vol. 32. No. 7. Pp. 1115–1146. <https://doi.org/10.1177/0956797621993108>
- Maloney K.A., Schmidt A.T., Hanten G.R., Levin H.S. Executive dysfunction in children and adolescents with behavior disorders and traumatic brain injury // *Child Neuropsychology*. 2020. Vol. 26. No. 1. Pp. 69–82. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1640868>
- Miyake A., Friedman N.P. The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions // *Current Directions in Psychological Science*. 2012. Vol. 21. No. 1. Pp. 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Nichols E.S., Wild C.J., Stojanowski B., Battista M.E., Owen A.M. Bilingualism affords no general cognitive advantages: A population study of executive function in 11,000 people // *Psychological Science*. 2020. Vol. 31. No. 5. Pp. 548–567. <https://doi.org/10.1177/0956797620903113>
- Paap K.R., Greenberg Z.I. There is no coherent evidence for a bilingual advantage in executive processing // *Cognitive Psychology*. 2013. Vol. 66. No. 2. Pp. 232–258. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2012.12.002>
- Planckaert N., Duyck W., Woumans E. Is there a cognitive advantage in inhibition and switching for bilingual children? A systematic review // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. Article 1191816. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1191816>
- Prior A., Gollan T.H. Good language-switchers are good task-switchers: Evidence from Spanish-English and Mandarin-English bilinguals // *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2011. Vol. 17. No. 4. Pp. 682–691. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000580>
- Tao Y., Zhu Z., Liu Y. The influence of bilingual experience on executive function under emotional interference: Evidence from the N1 component // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. Article 1107994. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1107994>
- Vinerte S., Sabourin L. Reviewing the bilingual cognitive control literature: Can a brain-based approach resolve the debate? // *Canadian Journal of Experimental Psychology / Revue Canadienne de Psychologie Experimentale*. 2019. Vol. 73. No. 2. Pp. 118–134. <https://doi.org/10.1037/cep0000174>
- Ware A.T., Kirkovski M., Lum J.A. Meta-analysis reveals a bilingual advantage that is dependent on task and age // *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. Article 01458. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01458>
- Yurtsever A., Anderson J.A.E., Grundy J.G. Bilingual children outperform monolingual children on executive function tasks far more often than chance: An updated quantitative analysis // *Developmental Review*. 2023. Vol. 69. Article 101084. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2023.101084>

История статьи:

Поступила в редакцию 26 ноября 2023 г.

Доработана после рецензирования 18 февраля 2024 г.

Принята к печати 20 февраля 2024 г.

Для цитирования:

Хотинец В.Ю., Новгородова Ю.О., Медведева Д.С., Кожевникова О.В. Связь executive functions с функциями регуляции активности у младших школьников – монолингвов и билингвов – в начале школьного обучения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. 2024. Т. 21. № 3. С. 739–763. <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2024-21-3-739-763>

Вклад авторов:

В.Ю. Хотинец – научное руководство, теоретико-методологическое обоснование, анализ полученных данных, написание и редактирование статьи. *Ю.О. Новгородова* – сбор материалов, анализ полученных данных, оформление раздела статьи, редактирование статьи. *Д.С. Павлова* – обработка материалов, оформление раздела статьи, редактирование статьи. *О.В. Кожевникова* – математико-статистическая обработка данных, перевод на английский язык аннотации, редактирование статьи.

Заявление о конфликте интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Хотинец Вера Юрьевна, доктор психологических наук, профессор, заведующая кафедрой общей психологии, институт педагогики, психологии и социальных технологий, Удмуртский государственный университет (Российская Федерация, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1). ORCID: 0000-0001-9515-9433; RrsearcherID: Q-1111-2016; eLIBRARY SPIN-код: 5345-1385. E-mail: khotinets@mail.ru

Новгородова Юлия Олеговна, старший преподаватель кафедры психологии развития и дифференциальной психологии, институт педагогики, психологии и социальных технологий, Удмуртский государственный университет (Российская Федерация, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1). ORCID: 0000-0003-1021-8591; ResearcherID: AFN-0220-2022; eLIBRARY SPIN-код: 9843-9224. E-mail: novgorodova_yulia@inbox.ru

Павлова Дарья Сергеевна, кандидат психологических наук, доцент кафедры специальной психологии и коррекционной педагогики, институт педагогики, психологии и социальных технологий, Удмуртский государственный университет (Российская Федерация, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1). ORCID: 0000-0003-0977-8495; ResearcherID: AER-6981-2022; eLIBRARY SPIN-код: 2325-0217. E-mail: dsmedvedeva@bk.ru

Кожевникова Оксана Вячеславовна, кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры общей психологии, институт педагогики, психологии и социальных технологий, Удмуртский государственный университет (Российская Федерация, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1). ORCID: 0000-0002-1995-3886; ResearcherID: AAJ-6521-2021; eLIBRARY SPIN-код: 9032-7584. E-mail: oxana.kozhevnikova@gmail.com

DOI: 10.22363/2313-1683-2024-21-3-739-763

EDN: FMYEY

UDC 159.92

Research article

Correlation between Executive Functions and Activity Regulation Functions in Monolingual and Bilingual Younger Schoolchildren at the Beginning of School Education

Vera Yu. Khotinets^{id}✉, Yulia O. Novgorodova^{id},
Daria S. Pavlova^{id}, Oksana V. Kozhevnikova^{id}

Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

✉ khotinets@mail.ru

Abstract. The problem of the effects of bilingualism on a person's ability to process significant amounts of information does not cease to be relevant in world psychology. Although the relationship between language status and executive functions is confirmed, the results remain contradictory. The executive functions responsible for managing individual actions, activities and behavior include inhibitory control, cognitive flexibility, working memory, and attention control. The authors of this article attempted to examine the advantages and difficulties of monolingual and bilingual younger schoolchildren at the beginning of school education by identifying the connection between the activity regulation functions (brain functional block I) and the executive functions (brain functional block III) in an educational situation. The study sample consisted of 150 younger schoolchildren aged 7–8.4 years ($M = 7.7$; $SD = 0.39$), including 75 children (33 boys and 42 girls) with balanced bilingualism (i.e., speaking both Udmurt and Russian) and 75 children (38 boys and 37 girls) who were monolingual (i.e., speaking only Russian). The study was based on the methods of neuropsychological examination of children aged 6–9 years using computerized tests of the Psychologist's Toolkit Software: Practice – Moscow State University. The results revealed both the advantages of bilingualism in terms of executive functions productivity indicators and the difficulties of the bilingual children concerning individual indicators of inhibitory control (e.g., making mistakes without self-correction) and cognitive flexibility (e.g., using phrases in verbal associations) with the need to control them in an educational situation. Different development trajectories of individual components of the executive functions in younger schoolchildren at the beginning of school education were established: the activity regulation functions were associated with the functions of programming, regulation and control of non-verbal activity in the monolinguals, but with the speech function in the bilinguals. The identified neuropsychological patterns make it possible to predict conscious control of purposeful behavior and activities of monolingual and bilingual younger schoolchildren in the educational process and can be used in correctional work using methods aimed at regulating general mental activity, ensuring the development of executive functions of students with learning difficulties.

Key words: executive functions, activity regulation functions, bilingualism effects, neuropsychological examination, bilinguals, monolinguals, the Russian language, the Udmurt language, primary school age

References

- Abutalebi, J., & Green, D. (2007). Bilingual language production: The neurocognition of language representation and control. *Journal of Neurolinguistics*, 20(3), 242–275. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2006.10.003>
- Agris, A. R., & Akhutina, T. V. (2014). Regulating activity in children with learning disabilities: Neuropsychological testing data. *National Psychological Journal*, (4), 64–78. (In Russ.) <http://doi.org/10.11621/npj.2014.0408>
- Akhutina, T. V. (Ed.). (2021). *Methods of neuropsychological examination of children aged 6–9 years*. Moscow: V. Sekachev Publ. (In Russ.)
- Antón, E., Carreiras, M., & Duñabeitia, J. A. (2019). The impact of bilingualism on executive functions and working memory in young adults. *PLoS One*, 14(2), 0206770. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206770>
- Bialystok, E. (2017). The bilingual adaptation: How minds accommodate experience. *Psychological Bulletin*, 143(3), 233–262. <https://doi.org/10.1037/bul0000099>
- Bialystok, E., & Craik, F. I. (2022). How does bilingualism modify cognitive function? Attention to the mechanism. *Psychonomic Bulletin & Review*, 29, 1246–1269. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02057-5>
- Cho, I., Hosseini-Kamkar, N., Song, H., & Morton, J. B. (2023). Culture, executive functions, and academic achievement. *Frontiers in Psychology*, 14, 1100537. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1100537>
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- De Baene, W., Duyck, W., Brass, M., & Carreiras, M. (2015). Brain circuit for cognitive control is shared by task and language switching. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(9), 1752–1765. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00817
- De Bruin, A., Dick, A. S., & Carreiras, M. (2021). Clear theories are needed to interpret differences: Perspectives on the bilingual advantage debate. *Neurobiology of Language*, 2(4), 433–451. https://doi.org/10.1162/nol_a_00038
- Diamond, A., Barnett, S., Thomas, J., & Munro, S. (2007) Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318, 1387–1388. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1151148>
- Dick, A. S., Garcia, N. L., Pruden, S. M., Thompson, W. K., Hawes, S. W., Sutherland, M. T., Riedel, M. C., Laird, A. R., & Gonzalez, R. (2019). No evidence for a bilingual executive function advantage in the nationally representative ABCD study. *Nature Human Behaviour*, 3(7), 692–701. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0609-3>
- Elkonin, D. B. (1989). *Selected psychological works*. Moscow: Pedagogika Publ. (In Russ.)
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- García-Pentón, L., Fernandez Garcia, Y., Costello, B., Duñabeitia, J. A., & Carreiras, M. (2016). The neuroanatomy of bilingualism: How to turn a hazy view into the full picture. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(3), 303–327. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1068944>
- Glozman, Zh. M., & Soboleva, M. (Eds.). (2014). *Comprehensive correction of learning difficulties at school*. Moscow: Smysl Publ. 544 p. (In Russ.)
- Grundy, J. G. (2020). The effects of bilingualism on executive functions: an updated quantitative analysis. *Journal of Cultural Cognitive Science*, 4(9), 177–199. <https://doi.org/10.1007/s41809-020-00062-5>

- Grundy, J. G., Anderson, J. A., & Bialystok, E. (2017). Neural correlates of cognitive processing in monolinguals and bilinguals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1396(1), 183–201. <https://doi.org/10.1111/nyas.13333>
- Gunnerud, H. L., Ten Braak, D., Reikerås, E. K. L., Donolato, E., & Melby-Lervåg, M. (2020). Is bilingualism related to a cognitive advantage in children? A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(12), 1059–1083. <https://doi.org/10.1037/bul0000301>
- Korneev, A. A., Bukinich, A. M., Matveeva, E. Yu., & Akhutina, T. V. (2022). Executive functions and activity regulation functions in 6–9 year-old children. *Moscow University Psychology Bulletin*, (1), 29–52. (In Russ.) <http://doi.org/10.11621/vsp.2022.01.02>
- Khotinets, V. Yu., & Medvedeva, D. S. (2021). Peculiarities of speech-thinking activity in children with monolingualism and natural bilingualism. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 42(2), 25–35. (In Russ.) <http://doi.org/10.31857/S020595920014236-5>
- Khotinets, V. Y., & Salnova, S. A. (2020). Executive Functions and their relationship with the development of Russian speech in bilingual and monolingual children. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 17(3), 412–425. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2020-17-3-412-425>
- Khotinets, V. Yu., Shishova, E. O., Zinnurova, E. I., Kozhevnikova, O. V., Medvedeva, D. S., Novgorodova, Yu. O., & Kumysheva, R. M. (2022). The development of cognitive regulation in connection with the communicative competence of monolingual and balanced bilingual children. *Education and Self Development*, 17(3), 317–334. (In Russ.) <http://doi.org/10.26907/esd.17.3.22>
- Khotinets, V. Yu., Shishova, E. O., Novgorodova, Y. O., Kozhevnikova, O. V., & Medvedeva, D. S. (2023). Cognitive regulation of junior bilingual schoolchildren in the process of learning a third language. *Education and Self Development*, 18(3), 215–229. (In Russ.) <http://doi.org/10.26907/esd.18.3.14>
- Kerrigan, L., Thomas, M. S., Bright, P., & Filippi, R. (2017). Evidence of an advantage in visuo-spatial memory for bilingual compared to monolingual speakers. *Bilingualism: Language and Cognition*, 20(3), 602–612. <https://doi.org/10.1017/S1366728915000917>
- Khomskaya, E. D. (2005). *Neuropsychology*. Saint Petersburg: Piter Publ. (In Russ.)
- Luriya A. R. (2013). *Fundamentals of Neuropsychology*. Moscow: Akademiya Publ. (In Russ.)
- Lowe, C. J., Cho, I., Goldsmith, S. F., & Morton, J. B. (2021). The bilingual advantage in children's executive functioning is not related to language status: A meta-analytic review. *Psychological Science*, 32(3). <https://doi.org/10.1177/0956797621993108>
- Matveyeva, Ye. Yu., & Korneyev, A. A. (2012). Characteristics of programming and control in first-grade children. *Voprosy Psichologii*, (6), 10–19. (In Russ.)
- Maloney, K. A., Schmidt, A. T., Hanten, G. R., & Levin, H. S. (2020). Executive dysfunction in children and adolescents with behavior disorders and traumatic brain injury. *Child Neuropsychology*, 26(1), 69–82. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1640868>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Nikolaeva, E. I., & Vergunov, E. G. (2017). Executive functions and their development in ontogenesis. *Theoretical and Experimental Psychology*, 10(2), 62–81. (In Russ.)
- Nichols, E. S., Wild, C. J., Stojanoski, B., Battista, M. E., & Owen, A. M. (2020). Bilingualism affords no general cognitive advantages: A population study of executive function in 11,000 people. *Psychological Science*, 31(5), 548–567. <https://doi.org/10.1177/0956797620903113>
- Piaget, J. (1994). *Speech and thinking of a child*. Moscow: Pedagogika-Press. (In Russ.)
- Paap, K. R., & Greenberg, Z. I. (2013). There is no coherent evidence for a bilingual advantage in executive processing. *Cognitive Psychology*, 66(2), 232–258. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2012.12.002>

- Planckaert, N., Duyck, W., & Woumans, E. (2023). Is there a cognitive advantage in inhibition and switching for bilingual children? A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 14, 1191816. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1191816>
- Prior, A., & Gollan, T. H. (2011). Good language-switchers are good task-switchers: Evidence from Spanish-English and Mandarin-English bilinguals. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(4), 682–691. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000580>
- Semenova, E. Y., Lind, K. V., Logvinenko, T. I., & Grigorenko, E. L. (2024). Using language entropy to characterize bilingual language experience: A study of Adyghe-Russian and Tatar-Russian bilinguals. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 21(1), 11–34. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2024-21-1-11-34>
- Tao, Y., Zhu, Z., & Liu, Y. (2023). The influence of bilingual experience on executive function under emotional interference: Evidence from the N1 component. *Frontiers in Psychology*, 14, 1107994. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1107994>
- Vinerte, S., & Sabourin, L. (2019). Reviewing the bilingual cognitive control literature: Can a brain-based approach resolve the debate? *Canadian Journal of Experimental Psychology / Revue Canadienne de Psychologie Experimentale*, 73(2), 118–134. <https://doi.org/10.1037/cep0000174>
- Ware, A. T., Kirkovski, M., & Lum, J. A. (2020). Meta-analysis reveals a bilingual advantage that is dependent on task and age. *Frontiers in Psychology*, 11, 01458. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01458>
- Yurtsever, A., Anderson, J. A. E., & Grundy, J. G. (2023). Bilingual children outperform monolingual children on executive function tasks far more often than chance: An updated quantitative analysis. *Developmental Review*, 69, 101084. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2023.101084>

Article history:

Received: 26 November, 2023

Revised: 18 February, 2024

Accepted: 20 February, 2024

For citation:

Khotinets, V. Yu., Novgorodova Yu. O., Pavlova, & D. S., Kozhevnikova, O. V. (2024). Correlation between executive functions and activity regulation functions in monolingual and bilingual younger schoolchildren at the beginning of school education. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 21(3), 739–763. <http://doi.org/10.22363/2313-1683-2024-21-3-739-763>

Author's contribution:

Vera Yu. Khotinets – scientific guidance, theoretical and methodological justification, data analysis, text writing and editing. Yulia O. Novgorodova – data collection and analysis, article section design, text editing. Daria S. Pavlova – article section design, text editing. Oksana V. Kozhevnikova – mathematical and statistical data processing, translation into English of the abstract, text editing.

Conflicts of interest:

The authors declare that there is no conflict of interest.

Bio notes:

Vera Yu. Khotinets, Doctor of Psychology, Professor, Head of the Department of General Psychology, Institute of Pedagogy, Psychology and Social Technologies, Udmurt State University (1 Universitetskaya St, Izhevsk, 426034, Russian Federation). ORCID: 0000-0001-9515-9433; ResearcherID: Q-1111-2016; eLIBRARY SPIN: 5345-1385. E-mail: khotinets@mail.ru

Yulia O. Novgorodova, Senior Lecturer, Department of Developmental and Differential Psychology, Institute of Pedagogy, Psychology and Social Technologies, Udmurt State University (1 Universitetskaya St, Izhevsk, 426034, Russian Federation). ORCID: 0000-0003-1021-8591; ResearcherID: AFN-0220-2022; eLIBRARY SPIN: 9843-9224. E-mail: novgorodova_yulia@inbox.ru

Daria S. Pavlova, PhD in Psychology, Associate Professor, Department of Special Psychology and Correctional Pedagogy, Institute of Pedagogy, Psychology and Social Technologies, Udmurt State University (1 Universitetskaya St, Izhevsk, 426034, Russian Federation). ORCID: 0000-0003-0977-8495; ResearcherID: AER-6981-2022; eLIBRARY SPIN: 2325-0217. E-mail: dsmedvedeva@bk.ru

Oksana V. Kozhevnikova, PhD in Psychology, Associate Professor, Associate Professor of General Psychology, Institute of Pedagogy, Psychology and Social Technologies, Udmurt State University (1 Universitetskaya St, Izhevsk, 426034, Russian Federation). ORCID: 0000-0002-1995-3886; ResearcherID: AAJ-6521-2021; eLIBRARY SPIN: 9032-7584. E-mail: oxana.kozhevnikova@gmail.com