

УДК 159.92

Связь функций регуляции активности и управления когнитивными процессами у младших школьников-билингвов и монолингвов на ранних этапах изучения английского языка

Вера Ю. Хотинец¹, Евгения О. Шишова², Юлия О. Новгородова³, Дарья С. Медведева⁴, Оксана В. Кожевникова⁵

¹ Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

E-mail: khotinets@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9515-9433>

² Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, Казанский филиал, Казань, Россия

E-mail: Evgeniya.Shishova@kpfu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4903-9021>

³ Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

E-mail: novgorodova_yulia@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1021-8591>

⁴ Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

E-mail: dsmedvedeva@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9020-9673>

⁵ Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

E-mail: oxana.kozhevnikova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1995-3886>

DOI: 10.26907/esd.19.3.13

EDN: XTGMYA

Дата поступления: 1 марта 2024; Дата принятия в печать: 1 июля 2024

Аннотация

Исследование призвано ответить на вопрос о преимуществах и трудностях, отличающих сбалансированных билингвов в условиях языковой энтропии. Целью проведенной работы является выявление связи функций регуляции активности с функциями управления когнитивными процессами у младших школьников-билингвов на раннем этапе изучения английского языка в условиях языковой энтропии. В диагностических целях использовалось программное обеспечение психолога «Практика – МГУ», результаты которого обрабатывались с применением U-критерия Манна-Уитни, T-критерия Вилкоксона, моделирования структурными уравнениями. Получены данные, подтверждающие синкретический эффект билингвизма в образовательной ситуации. Установлено, что изучение английского языка билингвами младшего школьного возраста характеризуется продуктивностью аттенционных действий, что оказывает эффекты на другие управляющие функции, в частности на тормозный контроль и когнитивную гибкость. Это объясняется тем, что двуязычие усиливает процессы контроля внимания, поскольку развивающаяся полилингвальная система вызывает повышенную ресурсность внимания для осуществления контроля целевого языка. Формулируется вывод о том, что активизация полилингвального ментального поля в образовательной ситуации

обеспечивает активацию системы регуляторных процессов когнитивного уровня в младшем школьном возрасте.

Полученные результаты направлены на решение вопросов о психолого-педагогических условиях образовательной среды, способствующих повышению эффективности педагогического процесса на ранних этапах изучения английского языка младшими школьниками с разным языковым статусом.

Ключевые слова: функции регуляции активности, функции управления когнитивными процессами, контроль внимания, иностранный язык, языковая энтропия, сбалансированный билингвизм, монолингвизм.

Relationship of Activity Regulation Functions with Executive Functions in Junior School Children Bilingual and Monolingual at the Early Stages of Learning English

Vera Khotinets¹, Evgeniya Shishova², Yulia Novgorodova³, Daria Medvedeva⁴, Oksana Kozhevnikova⁵

¹ Udmurt State University, Izhevsk, Russia

E-mail: khotinets@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9515-9433>

² Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia; Federal Scientific Center of Psychological and Multidisciplinary Research, Kazan Branch, Kazan, Russia

E-mail: Evgeniya.Shishova@kpfu.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4903-9021>

³ Udmurt State University, Izhevsk, Russia

E-mail: novgorodova_yulia@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1021-8591>

⁴ Udmurt State University, Izhevsk, Russia

E-mail: dsmedvedeva@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9020-9673>

⁵ Udmurt State University, Izhevsk, Russia

E-mail: oxana.kozhevnikova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1995-3886>

DOI: 10.26907/esd.19.3.13

EDN: XTGMYA

Submitted: 1 March 2024; Accepted: 1 July 2024

Abstract

The article explores issues about the advantages and difficulties of balanced bilinguals in conditions of language entropy. The purpose of the study is to identify the connection between activity regulation functions and executive functions in primary bilingual schoolchildren at the early stage of learning English under conditions of language entropy. The psychologist's software package "Practice - MSU" was used, the results of which were processed using the Mann-Whitney U test, Wilcoxon T test, and structural equation modeling. Data were obtained confirming the syncretic effect of bilingualism in an educational situation. It has been established that learning English from primary school age by bilinguals is characterized by the productivity of attentional actions, which has effects on other

control functions, in particular, inhibitory control and cognitive flexibility. This is due to the fact that bilingualism strengthens the processes of attention control, since the developing multilingual system requires increased attention resources to control the language being studied. The conclusion is formulated that the activation of the multilingual mental field in an educational situation ensures the activation of the system of regulatory processes of the cognitive level in primary school age.

The results obtained touch upon the solution of questions about the psychological and pedagogical conditions of the educational environment, which contribute to increasing the effectiveness of the pedagogical process in the early stages of learning English by primary schoolchildren with different language status.

Keywords: activity regulation functions, executive functions, attention control, foreign language, language entropy, balanced bilingualism, monolingualism.

Введение

В последние годы резко возросло количество исследований по проблемам билингвизма, его влияния на когнитивные функции и структуры мозга. Существует множество обзоров по данной проблеме (Antoniou, 2019; Baum & Titone, 2014; Bialystok, 2017; Bukhalekova et al., 2023; Oshchepkova et al., 2023; Rivera & López, 2024; Zakharova & Machinskaya, 2023), а также метаанализов, как подтверждающих положительные эффекты билингвизма (Grundy, 2020; Van den Noort et al., 2019), так и отрицающих их (Donnelly et al., 2019; Lehtonen et al., 2018). В метаанализах наблюдается небольшой, но значимый размер эффекта (около 0,20), который исследователи принимают в качестве доказательства преимуществ билингвов. Учитывая результаты, свидетельствующие о преимуществах билингвов, можно предположить, что положительные эффекты модулируются комплексом внешних и внутренних факторов, которые необходимо фиксировать и изучать (Bialystok & Craik, 2022).

В науке предлагается ряд моделей билингвального функционирования (управление когнитивными процессами). Следует отметить, что с признанием модели А. Miyake тормозный контроль стал преобладающей управляющей функцией в объяснении преимуществ билингвизма.

В качестве альтернативы Е. Bialystok (2022) предложила компонентный подход, ориентированный на переопределяющий все управляющие функции контроль внимания. Предполагается, что поведенческие различия между билингвами и монолингвами возникнут только тогда, когда контроль внимания в одной группе при выполнении заданий превысит показатели в другой, независимо от задействованных управляющих функций. Контроль внимания обеспечивает более удовлетворительное объяснение поведенческих различий, которые нельзя отнести только к тормозному контролю или другим управляющим функциям (Bialystok & Craik, 2022; Khotinets et al., 2023). Отмечается, что билингвальная среда настраивает систему внимания на ее специфические требования, осуществляется распределение ресурсов, тем самым усиливаются процессы торможения, когнитивной гибкости, вероятно улучшая когнитивную деятельность на протяжении всей жизни. Контроль внимания служит для поддержания текущих целей в активном состоянии, легкости осуществления когнитивных операций, подавления помех и при необходимости переключения ресурсов обработки на другой набор операций (Bialystok & Craik, 2022; Ong et al., 2017; Zhou & Krott, 2018). Механизмы управления вниманием распределяют ресурсы обработки на уровнях, расположенных ниже в цепочке управления. Текущая цель генерирует сигнал активации, смещая распределение ресурсов обработки для осуществления процедур когнитивной деятельности (Braver & West, 2008). Такая форма контроля сверху вниз осуществляется за счет того, что текущие цели и задачи активно сохраняются в рабочей памяти (Braver & Barch, 2002).

Среди социальных контекстов, модулирующих связь между билингвальным использованием языка и когнитивными результатами, рассматриваются условия,

порождающие «языковую энтропию» как меру сложности социальных контекстов использования языка (Gullifer & Titone, 2020). Результаты исследований показывают, что языковая энтропия усиливается за счет тех изменений в языковой системе, которые привносят в нее другие языки, начиная от разрозненного и заканчивая полным интегрированием языков, улучшая результаты выполнения заданий, действующих функции управления когнитивными процессами (Gullifer & Titone, 2022, Van den Berg et al., 2022). Считаем, что образовательная ситуация изучения на ранних этапах иностранного языка порождает языковую энтропию.

Вслед за Л. С. Выготским (Vygotsky, 1999) и И. А. Зимней отметим разнонаправленность путей овладения языками: «развитие родного языка идет снизу вверх, а развитие иностранного языка – сверху вниз» (Zimnyaya, 1991, p. 25). Согласно теоретическим положениям Л. С. Выготского «в первом случае раньше возникают элементарные, низшие свойства речи и только позже развиваются ее сложные формы, связанные с осознанием фонетической структуры языка, его грамматических форм и произвольным построением речи. Во втором случае раньше развиваются высшие, сложные свойства речи, связанные с осознанием и намеренностью, и только позже возникают более элементарные свойства, связанные со спонтанным, свободным пользованием чужой речью» (Vygotsky, 1999, pp. 247–248). Л. С. Выготский подчеркивает, что «усвоение родного языка происходит неосознанно и ненамеренно, тогда как изучение иностранного языка начинается с осознания и намеренности» (Vygotsky, 1999, p. 262), а также, по нашему мнению, с поддержанием текущей цели и когнитивного контроля.

С позиции теорий самоорганизующихся и саморазвивающихся систем в образовательной среде язык, как неравновесная система, получает информацию (новое знание о языке), вещество (новые элементы языка) и энергию (языковая активность) (Nekipelova, 2013). В языке, как самоорганизующейся и саморазвивающейся системе, под воздействием внутренних и внешних причин и условий возникают новые динамические состояния, которые регулируют и поддерживают устойчивость системы, выводя ее на качественно другой уровень своего развития (Khotinets & Medvedeva, 2021; Khotinets et al., 2022).

Поскольку в нейropsихологической науке за возможность поддерживать оптимальное (энергетическое и активационное) функциональное состояние всей психической деятельности отвечают функции I блока мозга, связанные с функциями управления когнитивными процессами III блока мозга (Korneev et al., 2022; Luria, 1970), возникла необходимость решения вопроса о воздействии функций регуляции активности на управляющие функции в условиях языковой энтропии.

Целью проведенной работы является выявление связи функций регуляции активности с функциями управления когнитивными процессами у младших школьников-билингвов и монолингвов на ранних этапах изучения английского языка в условиях языковой энтропии.

Задачи исследования:

1. Выявить достоверные различия по показателям функций регуляции активности и управляющих функций до изучения английского языка между билингвами и монолингвами.

2. Выявить сдвиги показателей функций регуляции активности и управляющих функций в группах билингвов и монолингвов на ранних этапах изучения английского языка.

3. Установить влияние показателей функций регуляции активности на показатели функций управления когнитивными процессами в группах билингвов и монолингвов на ранних этапах изучения английского языка.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в расширении знаний о психолого-педагогических условиях трансформации монолингвального опыта в полилингвальный, о нейрокогнитивных закономерностях регуляции процессов когнитивного уровня в образовательной ситуации.

Методология исследования

Методы и методики исследования

Для оценки управляющих функций (функции III блока мозга) и функций регуляции активности (функции I блока мозга) использовалось программное обеспечение психолога «Практика – МГУ» (Методы нейропсихологического обследования детей 6-9 лет, 2021):

1. Диагностика функций регуляции активности (функции I блока мозга) проводилась в процессе обследования младших школьников по шкале от 0 до 3, оценивались *утомляемость, инертность, импульсивность, темп работы, гиперактивность*. Темп работы (среднее время выполнения задания) подсчитывался с помощью компьютерных методик.

2. Функции управления когнитивными процессами (функции III блока мозга): *тормозный контроль, когнитивная гибкость, внимание, зрительно-пространственная память, слухоречевая память* – измерялись с помощью комплекса диагностических методик:

1) *Реакция выбора (Go-No-Go Task, Reciprocal Motor Programme Test)* оценивает возможность следования речевой инструкции, торможение непосредственных реакций (*тормозный контроль*), переключение с одного задания на другое (*когнитивная гибкость*). В ходе двух серий заданий оценивалось усвоение инструкции, количество ошибок с самокоррекцией, количество ошибок без самокоррекции.

2) *Компьютерный тест «Точки»* – модификация теста Dots, разработанного А. Даймонд (Davidson, 2006; Diamond, 2007). Методика представляет собой серию из трех заданий, где в первом оценивается удержание инструкции, во втором – возможность ребенка оттормаживать простой ответ (*тормозный контроль*), в третьем – переключение между двумя программами действий (*когнитивная гибкость*). При прохождении теста учитывалось 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) и среднее время ответа в каждом задании.

3) *Компьютерный тест Струпа (Stroop Test)* направлен на исследование *когнитивной гибкости*. В ходе выполнения 3-х заданий теста необходимо определить цвет предложенных стимулов, находящихся в рамке на экране компьютера, и нажать кнопку соответствующего цвета. В первой серии цвет и значение стимула 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 время выполнения конфликтной серии и количество ошибок в конфликтной серии.

4) *Вербальные ассоциации (свободные и направленные) (Verbal Fluency Tests)*. Актуализация свободных ассоциаций производилась через свободную вербализа-

цию, актуализация направленных ассоциаций – посредством вербализации разных растений.

5) Проба *Счет (Counting)* выявляет способность к прямому, обратному и избирательному порядковому счету для измерения *когнитивной гибкости*.

6) Проба *Решение задач (Problem Solving)* направлена на диагностику *когнитивной гибкости* – возможности переключения с решения одного типа арифметических вычислений на решение схожего по семантике слов текста задачи с соблюдением других условий выполнения. Оценивалась продуктивность (количество правильно решенных задач).

7) *Компьютерный тест «Таблицы Шульте» (Shulte Tables)*. Тест предназначен для исследования *внимания* и *темпа* выполнения аттенционных заданий. Последовательно предлагалось найти и отметить в пяти таблицах цифры, расположенные в случайном порядке. Оценивалось среднее время выполнения и общее количество ошибок.

8) *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 было 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.

9) *Слухоречевая память (запоминание двух групп по три слова) (Verbal Memory Test)*. Проба позволяет определить продуктивность удержания слухоречевых стимулов. Предлагалось повторить три слова двух рядов, а затем воспроизвести слова первого и второго ряда. После третьего воспроизведения через определенное время для гомогенной интерференции необходимо было выполнить пробу «Счет» и воспроизвести слова первого и второго ряда. Оценивались продуктивность трех воспроизведений и отсроченного воспроизведения, разные типы ошибок: вплетения, горизонтальные и вертикальные повторы слов, устойчивые нарушения порядка слов.

Результаты эмпирического исследования обрабатывались с применением U-критерия Манна-Уитни, T-критерия Вилкоксона, моделирования структурными уравнениями с использованием специализированного программного обеспечения (IBM SPSS Statistics V22.0 for Windows со встроенным модулем IBM SPSS AMOS V22.0).

Выборку исследования составили 150 детей младшего школьного возраста от 7 до 8,5 лет ($M=7,8$; $SD=0,39$), из них 75 детей (33 мальчика, 42 девочки) – сбалансированные билингвы, свободно владеющие в равной степени двумя языками (удмуртский и русский), обучающиеся в национальной удмуртской гимназии г. Ижевска; 75 детей (38 мальчиков, 37 девочек) – монолингвы, владеющие только русским языком, обучающиеся в общеобразовательной школе г. Ижевска. Нейропсихологическое обследование школьников проводилось с согласия родителей в два этапа по 30 минут по заранее подготовленному протоколу в течение двух месяцев. На первом этапе применялись шесть поведенческих тестов; на втором – три компьютерные пробы.

Результаты

Для решения первой исследовательской задачи был использован U-критерий Манна-Уитни. Установлено, что наряду с преимуществами у билингвов по ряду показателей продуктивности тормозного контроля (p от 0,05 до 0,001), когнитивной гибкости (p от 0,05 до 0,001), внимания ($p=0,001$), рабочей памяти (зрительно-пространственной) (p от 0,05 до 0,001) были выявлены трудности, касающиеся ошибок без самокоррекции в первой пробе («Реакция выбора») ($M=1,05$, $p=0,005$) (тормозный контроль); количества словосочетаний в свободных вербальных ассоциациях ($M=0,49$ при норме 0,37, $p=0,0001$), количества словосочетаний в направленных вербальных ассоциациях (растения) ($M=0,24$ при норме 0,14, $p=0,001$) (когнитивная гибкость).

Для решения второй исследовательской задачи был применен T-критерий Вилкоксона (см. Таблицы 1, 2).

Таблица 1. Сдвиги показателей функций регуляции активности (I блок мозга) и управляющих функций (III блок мозга) в группе билингвов в процессе изучения английского языка

Показатели	Средние значения		Z	Уровень достоверности p
	Билингвы до изучения английского языка	Билингвы во время изучения английского языка		
Функции регуляции активности (I блок)				
Утомляемость	0,88	0,77	-2,823	0,005
Темп	0,68	0,57	-2,828	0,005
Инертность	0,23	0,17	-2,000	0,046
Время выполнения теста Шульте, с	671,68	427,23	-6,875	0,000
Время выполнения первой пробы теста «Точки», мс	560,92	443,96	-5,724	0,000
Время выполнения конфликтной серии теста Струпа, с	182,01	168,80	-2,023	0,043
Управляющие функции (Программирование и контроль, III блок)				
Тормозный контроль				
Усвоение инструкции для первой пробы в реакции выбора (Реакция выбора)	0,13	0,53	-2,121	0,034
Количество ошибок без самокоррекции в первой пробе (Реакция выбора)	1,05	0,61	-3,525	0,000
Продуктивность во второй серии теста «Точки»	9,92	16,45	-6,204	0,000
Когнитивная гибкость				
Количество повторов в свободных вербальных ассоциациях	0,24	0,01	-2,942	0,003
Количество словосочетаний в свободных вербальных ассоциациях	0,49	0,01	-4,332	0,000

Показатели	Средние значения		Z	Уровень достоверности p
	Билингвы до изучения английского языка	Билингвы во время изучения английского языка		
Количество повторов в глагольных вербальных ассоциациях	0,41	0,04	-3,096	0,002
Количество неадекватных слов в глагольных вербальных ассоциациях	0,01	0,19	-2,356	0,018
Количество словосочетаний в глагольных вербальных ассоциациях	0,73	0,21	-2,968	0,003
Количество повторов в направленных вербальных ассоциациях (растения)	0,13	0,01	-2,081	0,037
Количество словосочетаний в направленных вербальных ассоциациях (растения)	0,24	0,01	-3,368	0,001
Усвоение инструкции для второй пробы в реакции выбора (Реакция выбора)	0,21	0,13	-2,449	0,014
Ошибки с самокоррекцией во второй пробе (Реакция выбора)	0,48	0,29	-2,581	0,010
Доступность пробы «Счет»	0,21	0,37	-1,960	0,50
Продуктивность в третьей серии теста «Точки»	9,57	12,28	-5,683	0,000
Слухоречевая рабочая память				
Количество горизонтальных повторов воспроизводимых слов	0,88	0,03	-5,051	0,000
Количество вертикальных повторов ошибок	0,92	0,05	-4,637	0,000
Количество пропущенных слов	5,00	3,47	-2,569	0,010
Зрительно-пространственная рабочая память				
Продуктивность первого воспроизведения	1,55	2,55	-4,636	0,000
Продуктивность второго воспроизведения	2,33	3,09	-4,225	0,000
Количество вертикальных повторов ошибок	1,23	0,57	-2,455	0,014
Количество горизонтальных повторов фигур	0,27	0,04	-1,221	0,004
Количество пропущенных фигур	2,00	1,24	-2,093	0,036

Анализ полученных результатов (Таблица 1) подтверждает достоверные сдвиги показателей регуляторных функций у младших школьников-билингвов на ранних этапах изучения английского языка: в сторону понижения изменились показатели функций регуляции активности (функции I блока мозга): *утомляемость, темп, инертность, время* выполнения теста Шульте, *время* выполнения первой пробы теста «Точки», *время* выполнения конфликтной серии теста Струпа; в сторону повышения – показатели управляющих функций (функции III блока мозга): *тормозный контроль, когнитивная гибкость, слухоречевая и зрительно-пространственная рабочая память.*

Таблица 2. Сдвиги показателей функций регуляции активности (I блок мозга) и управляющих функций (III блок мозга) в группе монолингвов в процессе изучения английского языка

Показатели	Средние значения		Z	Уровень достоверности p
	Монолингвы до изучения английского языка	Монолингвы во время изучения английского языка		
Функции регуляции активности (I блок)				
Утомляемость	0,85	0,76	-2,333	0,020
Темп	0,56	0,44	-3,000	0,003
Инертность	0,21	0,16	-2,000	0,046
Время выполнения теста Шульте, с	687,45	439,71	-6,999	0,000
Время выполнения первой пробы теста «Точки», мс	550,52	437,77	-5,278	0,000
Время выполнения конфликтной серии теста Струпа, с	187,72	161,77	-4,526	0,000
Управляющие функции (программирование и контроль, III блок)				
Тормозный контроль				
Продуктивность во второй серии теста «Точки»	9,75	16,49	-6,908	0,000
Когнитивная гибкость				
Продуктивность свободных вербальных ассоциаций	9,68	14,04	-6,935	0,000
Количество считываний в свободных вербальных ассоциациях	0,53	0,89	-1,980	0,048
Продуктивность глагольных вербальных ассоциаций	6,79	7,76	-2,993	0,003
Количество словосочетаний в глагольных вербальных ассоциациях	0,60	0,12	-2,584	0,010
Продуктивность направленных вербальных ассоциаций (растения)	5,55	6,23	-2,498	0,012

Показатели	Средние значения		Z	Уровень достоверности p
	Монолингвы до изучения английского языка	Монолингвы во время изучения английского языка		
Количество повторов в направленных вербальных ассоциациях (растения)	0,15	0,40	-2,000	0,046
Ошибки без самокоррекции во второй пробе (Реакция выбора)	1,39	0,67	-3,457	0,001
Доступность пробы «Счет»	0,51	0,32	-2,072	0,038
Продуктивность решения задач	1,24	1,67	-3,797	0,000
Продуктивность в третьей серии теста «Точки»	9,19	13,77	-7,071	0,000
Внимание				
Общее количество ошибок в таблицах Шульце	4,31	1,75	-4,847	0,000
Слухоречевая рабочая память				
Продуктивность второго воспроизведения	4,60	3,81	-3,607	0,000
Количество горизонтальных повторов воспроизводимых слов	0,83	0,12	-4,322	0,000
Количество вертикальных повторов ошибок	0,85	0,21	-3,350	0,001
Количество пропущенных слов	5,37	3,87	-2,914	0,004
Количество устойчивых нарушений порядка слов	1,39	0,61	-3,513	0,000
Зрительно-пространственная рабочая память				
Продуктивность первого воспроизведения	1,23	1,97	-4,155	0,000
Продуктивность второго воспроизведения	1,85	2,59	-4,154	0,000
Продуктивность третьего воспроизведения	2,53	3,03	-3,015	0,003
Продуктивность отсроченного воспроизведения	2,62	3,06	-2,579	0,010
Количество вертикальных повторов ошибок	2,37	0,72	-5,026	0,000
Количество горизонтальных повторов фигур	0,12	0,01	-1,994	0,046
Количество пропущенных фигур	1,81	2,89	-2,323	0,020

По данным, представленным в Таблице 2, установлены сдвиги показателей регуляторных функций у монолингвов на ранних этапах изучения английского языка: в сторону понижения изменились показатели функций регуляции активности

(функции 1 блока мозга): *утомляемость, темп, инертность, время* выполнения теста Шульте, *время* выполнения первой пробы теста «Точки», *время* выполнения конфликтной серии теста Струпа; в сторону повышения – показатели управляющих функций (функции III блока мозга): *тормозный контроль, когнитивная гибкость, внимание, слухоречевая и зрительно-пространственная рабочая память*.

Тем самым выявлены универсальные закономерности активации функций регуляции активности (функции I блока мозга) у младших школьников с разным языковым статусом.

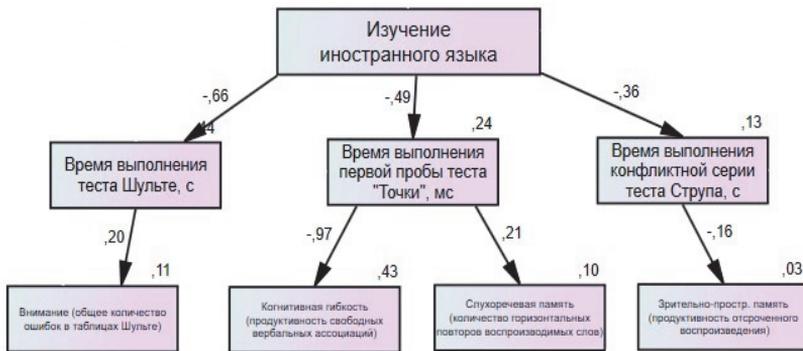
Для решения третьей исследовательской задачи с помощью процедуры структурного моделирования были построены модели воздействия функций регуляции активности на управляющие функции у билингвов (см. Рисунок 1) и монолингвов (см. Рисунок 2) на ранних этапах изучения английского языка. Независимые переменные – показатели функций регуляции активности, зависимые переменные – показатели управляющих функций.



Хи-квадрат=10,701; $p=,773$; CFI=,099; RMSEA=,001; PCLOSE=,938

Билингвы

Рисунок 1. Модель эффектов функций регуляции активности на управляющие функции у билингвов на ранних этапах изучения английского языка



Хи-квадрат=14,721; $p=,616$; CFI=,099; RMSEA=,001; PCLOSE=,880

Монолингвы

Рисунок 2. Модель эффектов функций регуляции активности на управляющие функции у монолингвов на ранних этапах изучения английского языка

Дискуссионные вопросы

По результатам решения *первой задачи* установлены как преимущества билингов, касающиеся продуктивности функций управления когнитивными процессами, так и трудности, которые возникли у младших школьников при выполнении заданий. Полученные данные согласуются с результатами ранее проведенных исследований, (Khotinets & Shishova, 2023), фиксирующих синкретический (смешанный) эффект билингвизма в процессе изучения третьего языка младшими школьниками. Установлено, что билингвизм в младшем школьном возрасте в образовательной ситуации является предиктором преобразований регуляторной системы, запускающей самоорганизацию субсистем регуляторных процессов на когнитивном уровне (Morosanova, 2021). В то же время он порождает определенные трудности в условиях языковой энтропии на раннем этапе изучения английского языка с высокой регуляторной нагрузкой (Khotinets & Shishova, 2023).

По результатам решения *второй задачи* обратили на себя внимание установленные сдвиги показателей регуляции активности у билингов (см. Таблицу 1) и монолингов (см. Таблицу 2) в ходе изучения английского языка. Так, младшие школьники с разным языковым статусом в образовательной ситуации изучения английского языка выполняли задания в предъявляемых пробах быстрее с повышенным темпом осуществляемых действий. Это обеспечивалось в результате повышения активности, в частности повышения скорости включения в процесс деятельности, легкости переключения от одного задания к другому без утомляемости. Считается, что обучение по самоорганизующейся модели полилингвальной обработки обеспечивает ее возможностью развиваться динамичнее и гибче (Vigel, 2014). Допускаем, что с активизацией полилингвального ментального поля в процессе обучения активизируется система регуляторных процессов когнитивного уровня.

В связи с выдвинутым допущением была сформулирована *третья задача*, связанная с построением моделей влияния функций регуляции активности на управляющие функции у билингов (см. Рисунок 1) и монолингов (см. Рисунок 2) в ходе изучения английского языка. Установлены общие закономерности воздействия функций регуляции активности на управляющие функции у билингов и монолингов. Полученные данные подтверждают положения о том, что тормозной контроль и рабочая память (слухоречевая и зрительно-пространственная) возникают одновременно, поскольку для связи фактов в одно целое необходимо фокусироваться только на чем-то одном, исключая другое и сохраняя при этом первоначальную направленность мысли (Nikolaeva & Vergunov, 2017). Кроме того, установлено, что селективное внимание с подавлением нецелевых раздражителей и рабочая память имеют одну нейронную основу (префронтально-париетальную систему) (Gazzaley & Nobre, 2012).

Вместе с тем темп работы при выполнении заданий на внимание у билингов связан и с когнитивной гибкостью, и с тормозным контролем, что не наблюдается в группе монолингов. Значит, продуктивность аттенционных действий младших школьников-билингов, а именно: концентрация и устойчивость, сосредоточенность и переключение произвольного внимания без утомляемости – оказывают влияние на другие управляющие функции. Здесь уместно сослаться на компонентный подход к изучению функций управления когнитивными процессами Е. Вialystok (2022), где контроль внимания рассматривается как переопределяющий компонент функционирования всех управляющих функций, в частности распределяющий ресурсы для функционирования процессов торможения и когнитивной гибкости при решении широкого круга задач. Кроме того, указывается, что билин-

гвы в познавательной деятельности используют ресурсы контроля внимания до обработки поступающей информации в сравнении с монолингвами с их отсроченными аттенционными действиями. Обеспеченные аттенционным ресурсом билингвы отличаются эффективным контролем внимания при выполнении сложных задач (Bialystok, 2009; Göncz, 2015).

Заключение

По результатам исследования подтверждается (Khotinets et al., 2023) синкретический эффект билингвизма младших школьников в образовательной ситуации. Установлено, что на ранних этапах изучения английского языка продуктивность аттенционных действий младших школьников-билингвов, а именно: концентрация и устойчивость, сосредоточенность и переключение произвольного внимания – оказывают эффекты на другие управляющие функции, в частности тормозный контроль и когнитивную гибкость. Двуязычие усиливает процессы контроля внимания в связи с тем, что развивающаяся полилингвальная система требует повышенной ресурсности внимания для осуществления контроля целевого языка.

Сформулировано теоретическое положение о том, что активизация полилингвального ментального поля в образовательной ситуации обеспечивает активацию системы регуляторных процессов когнитивного уровня в младшем школьном возрасте.

К ограничениям исследования можно отнести выборочную совокупность, ограниченную 150 младшими школьниками; сравнение групп по языковому статусу с бинарной характеристикой: билингвизм-монолингвизм. Перспективы дальнейших исследований – это изучение продуктивности управляющих функций на больших выборках школьников с вариабельностью языкового статуса (различные виды билингвизма, полилингвизма, транслингвизма; языковой опыт; интерактивный контекст и др.); исследование модерации и медиации в связях в структурно-функциональной модели мозга школьников-полилингвов на разных этапах обучения иностранных языков; использование аппаратных средств для картирования функциональной специализации различных областей мозга, связанных с функциями управления когнитивными процессами.

Практическая значимость результатов исследования. Полученные результаты способствуют решению вопросов о психолого-педагогических условиях как совокупности возможностей образовательной среды, повышающих эффективность педагогического процесса на ранних этапах изучения английского языка младшими школьниками с разным языковым статусом.

Финансирование

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

Список литературы

- Вигель, Н. Л. Процесс моделирования языка у монолингвов и билингвов // В мире науки и искусства: вопросы филологии, искусствоведения и культурологии. – 2014. – № 38. – С. 12–15.
- Выготский, Л. С. Мышление и речь. Изд. 5, испр. – Москва: Издательство «Лабиринт», 1999. – 352 с.
- Зимняя, И. А. Психология обучения иностранным языкам в школе. – Москва: Просвещение, 1991. – 222 с.

- Корнеев, А. А., Букинич, 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. – DOI://doi.org/10.11621/vsp.2022.01.02
- Лурия, А. Р. Мозг человека и психические процессы. – Москва: Изд-во АПН РСФСР, 1970.
- Моросанова, В. И. Осознанная саморегуляция как метаресурс достижения целей и разрешения проблем жизнедеятельности // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2021. – № 1. – С. 3–37. – DOI:10.11621/vsp.2021.01.01
- Некипелова, И. М. Энтропия языковой системы как основной показатель её развития // Russian Journal of Education and Psychology. – 2013. – Т. 12. – URL: <http://journal-s.org/index.php/sisp/article/view/1220134>
- Николаева, Е. И. Вергунов Е.Г. Что такое «executive functions» и их развитие в онтогенезе // Теоретическая и экспериментальная психологи. – 2017. – Т. 10. – № 2. – С. 62–81.
- Хотинец, В. Ю., Медведева Д. С. Особенности речемыслительной деятельности детей монолингвов и естественных билингвов // Психологический журнал. – 2021. – Т. 42. – № 2. – С. 25–35.
- 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. – DOI:10.26907/esd.17.3.22
- Хотинец, В. Ю., Шишова, Е. О., Новгородова, Ю. О., Кожевникова, О. В., Медведева, Д. С. Когнитивная регуляция младших школьников-билингвов в процессе изучения третьего языка // Образование и саморазвитие. – 2023. – Том 18. – №3. – С. 215–229. – DOI:10.26907/esd.18.3.14
- Antoniou, M. The advantages of bilingualism debate // Annual Review of Linguistics. – 2019. – No. 5. – P. 1–21. – DOI:10.1146/annurev-linguistics011718-011820
- Baum, S., & Titone, D. Moving toward a neuroplasticity view of bilingualism, executive control, and aging // Applied Psycholinguistics. – 2014. – Vol. 35. – Pp. 857–894. <https://doi.org/10.1017/S0142716414000174>
- Bialystok, E. Bilingualism: The good, the bad, and the indifferent // Bilingualism: Language and Cognition. – 2009. – Vol. 12. – P. 3–11. – DOI:10.1017/S1366728908003477
- Bialystok, E. The bilingual adaptation: How minds accommodate experience // Psychological Bulletin. – 2017. – Vol. 143. – No. 3. – Pp. 233–262. – DOI: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. – DOI:10.3758/s13423-022-02057-5
- Braver, T. S., Barch, D. M. A theory of cognitive control, aging cognition, and neuromodulation // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2002. – Vol. 26. – No. 7. – Pp. 809–817. – DOI:10.1016/S0149-7634(02)00067-2
- Braver, T. S., West, R. Working memory, executive control, and aging // The Handbook of Aging and Cognition / F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.). – Psychology Press, 2008. – Pp. 311–372.
- Bukhalenkova, D. A., Chichinina, E. A., Almazova, O. V. How does joint media engagement affect the development of executive functions in 5- to-7 year-old children // Psychology in Russia: State of the Art. – 2023. – Vol. 16. – No. 4. – Pp. 109–127. – DOI:10.11621/pir.2023.0407
- Donnelly, S., Brooks, P. J., Homer, B. D. Is there a bilingual advantage on interference-control tasks? A multiverse meta-analysis of global reaction time and interference cost // Psychonomic Bulletin and Review. – 2019. – Vol. 26. – Pp. 1122–1147.
- Gazzaley, A., Nobre, A. C. Top-down modulation: bridging selective attention and working memory // Trends in cognitive sciences. – 2012. – Vol. 16. – No. 2. – Pp. 129–135. – DOI:10.1016/j.tics.2011.11.014
- Göncz, L. Bilingualism and development: a psychological approach // Annual Review of the Faculty of Philosophy. – 2015. – Vol. 40. – No. 1. – Pp. 49–78.

- Grundy, J. G. The effects of bilingualism on executive functions: an updated quantitative analysis // *Journal of Cultural Cognitive Science*. – 2020. – Vol. 4. – No. 2. – Pp. 177–199. – DOI:10.1007/s41809-020-00062-5
- Gullifer, J. W., Titone, D. Characterizing the social diversity of bilingualism using language entropy // *Bilingualism: Language and Cognition*. – 2020. – Vol. 23. – No. 2. – Pp. 283–294. – DOI:10.1017/S1366728919000026
- Lehtonen, M., Soveri, A., Laine, A., Jarvenpaa, J., De Bruin, A., Antfolk, J. Is bilingualism associated with enhanced executive functioning in adults? A meta-analytic review // *Psychological Bulletin*. – 2018. – Vol. 144. – No. 4. – Pp. 394–425. – DOI:10.1037/bul0000142.supp
- Ong, G., Sewell, D. K., Weekes, B., McKague, M., Abutalebi, J. A diffusion model approach to analysing the bilingual advantage for the Flanker task: The role of attentional control processes // *Journal of Neurolinguistics*. – 2017. – No. 43. – Pp. 28–38. DOI:10.1016/j.neuroling.2016.08.002
- Oshchepkova, E. S., Kartushina, N. A., Razmakhnina, K. O. (2023). Bilingualism and development of literacy in children: a systematic review // *Psychology in Russia: State of the Art*. – 2023. – Vol. 16. – No. 1. – Pp. 3–25. – DOI:10.11621/pir.2023.0101
- Rivera Valdez, L. D., López Cortés, V. A. The interfunctional relationship between theory of mind and private speech // *Psychology in Russia: State of the Art*. – 2024. – Vol. 17. – No. 1. – Pp. 3–23. – DOI:10.11621/pir.2024.0101
- Van den Berg F., Brouwer J., Tienkamp T. B., Verhagen J., Keijzer M. Language Entropy Relates to Behavioral and Pupil Indices of Executive Control in Young Adult Bilinguals // *Front. Psychol., Sec. Psychology of Language*. – Vol. 13. – 2022. – DOI:10.3389/fpsyg.2022.864763
- Van den Noort, M., Struys, E., Bosch, P., Jaswetz, L., Perriard, B., Yeo, S., Lim, S. Does the bilingual advantage in cognitive control exist and if so, what are its modulating factors? A systematic review // *Behavioral Sciences*. – 2019. – Vol. 9. – No. 3. – DOI:10.3390/bs9030027
- Zakharova, M. N., Machinskaya, R. I. Voluntary control of cognitive activity in preschool children: age-dependent changes from ages 3-4 to 4-5 // *Psychology in Russia: State of the Art*. – 2023. – Vol. 16. – No. 3. – Pp. 122–131. – DOI:10.11621/pir.2023.0309
- Zhou, B., Krott, A. Bilingualism enhances attentional control in non-verbal conflict tasks –evidence from ex-Gaussian analyses // *Bilingualism: Language and Cognition*. – 2018. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 162–180. – DOI:10.1017/S1366728916000869

References

- Antoniou, M. (2019). The advantages of bilingualism debate. *Annual Review of Linguistics*, 5, 1–21. <https://doi.org/10.1146/annurev-linguistics011718-011820>
- Baum, S., & Titone, D. (2014). Moving toward a neuroplasticity view of bilingualism, executive control, and aging. *Applied Psycholinguistics*, 35, 857–894. <https://doi.org/10.1017/S0142716414000174>
- Bialystok, E. (2009). Bilingualism: The good, the bad, and the indifferent. *Bilingualism: Language and Cognition*, 12(1), 3–11. <https://doi.org/10.1017/S1366728908003477>
- 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. M. (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>
- Braver, T. S., & Barch, D. M. (2002). A theory of cognitive control, aging cognition, and neuromodulation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(7), 809–817. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(02\)00067-2](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(02)00067-2)
- Braver, T. S., & West, R. (2008). Working memory, executive control, and aging. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The Handbook of Aging and Cognition* (pp. 311–372). Psychology Press.
- Bukhalenkova, D. A., Chichinina, E. A., & Almazova, O. V. (2023). How does joint media engagement affect the development of executive functions in 5- to-7 year-old children? *Psychology in Russia: State of the Art*, 16(4), 109–127. <https://doi.org/10.11621/pir.2023.0407>
- Donnelly, S., Brooks, P. J., & Homer, B. D. (2019). Is there a bilingual advantage on interference-control tasks? A multiverse meta-analysis of global reaction time and interference cost. *Psychonomic Bulletin and Review*, 26, 1122–1147.

- Gazzaley, A., & Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends in cognitive sciences*, 16(2), 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.11.014>
- Göncz, L. (2015). Bilingualism and development: a psychological approach. *Annual Review of the Faculty of Philosophy*, 40(1), 49–78. <https://godisnjak.ff.uns.ac.rs/index.php/gff/article/view/1492>
- Grundy, J. G. (2020). The effects of bilingualism on executive functions: an updated quantitative analysis. *Journal of Cultural Cognitive Science*, 4(2), 177–199. <https://doi.org/10.1007/s41809-020-00062-5>
- Gullifer, J. W., & Titone, D. (2020). Characterizing the social diversity of bilingualism using language entropy. *Bilingualism: Language and Cognition*, 23(2), 283–294. <https://doi.org/10.1017/S1366728919000026>
- Khotinets, V. Yu., & Medvedeva, D. S. (2021). Peculiarities of speech-thinking activity in children with monolingualism and natural bilingualism. *Psikhologicheskii zhurnal – Psychological Journal*, 42(2), 25–35. <https://doi.org/10.31857/S020595920014236-5>
- Khotinets, V. Yu., Shishova, E. O., Novgorodova, Yu. O., Kozhevnikova, O. V., & Medvedeva, D. S. (2023). Cognitive regulation of primary bilingual schoolchildren in the process of learning a third language. *Education and Self Development*, 18(3), 215–229. <https://doi.org/10.26907/esd.18.3.14>
- Khotinets, V. Yu., Shishova, E. O., Zinnurova, E. I., Kozhevnikova, O. V., Medvedeva, D. S., Novgorodova, Yu. O., & Kumysheva, R. M. (2022). Features of 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. <https://doi.org/10.26907/esd.17.3.22>
- 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: Confirmatory factor analysis of neuropsychological data. *Vestnik Moskovskogo Universiteta – Moscow University Psychology Bulletin*, 1, 29–52. <http://doi.org/10.11621/vsp.2022.01.02>
- Lehtonen, M., Soveri, A., Laine, A., Jarvenpaa, J., De Bruin, A., & Antfolk, J. (2018). Is bilingualism associated with enhanced executive functioning in adults? A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 144(4), 394–425. <https://doi.org/10.1037/bul0000142.supp>
- Luria, A. R. (1970). *The human brain and mental processes*. Publishing House of the Academy of Pedagogical Sciences.
- Morosanova, V. I. (2021). Conscious self-regulation as a metaresource for achieving goals and solving the problems of human activity. *Vestnik Moskovskogo Universiteta – Moscow University Psychology Bulletin*, 1, 3–37. <https://doi.org/10.11621/vsp.2021.01.01>
- Nekipelova, I. M. (2013). Entropy of a language system as the main indicator of its development. *Russian Journal of Education and Psychology*, 12(32). <http://journal-s.org/index.php/sisp/article/view/1220134>
- Nikolaeva, E. I., & Vergunov, E. G. (2017). What are “executive functions” and their development in ontogenesis. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psikhologiya – Theoretical and experimental psychology*, 10(2), 62–81.
- Ong, G., Sewell, D. K., Weekes, B., McKague, M., & Abutalebi, J. (2017). A diffusion model approach to analysing the bilingual advantage for the Flanker task: The role of attentional control processes. *Journal of Neurolinguistics*, 43, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2016.08.002>
- Oshchepkova, E. S., Kartushina, N. A., & Razmakhnina, K. O. (2023). Bilingualism and development of literacy in children: a systematic review. *Psychology in Russia: State of the Art*, 16(1), 3–25. <https://doi.org/10.11621/pir.2023.0101>
- Rivera Valdez, L. D., & López Cortés, V. A. (2024). The interfunctional relationship between theory of mind and private speech. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(1), 3–23. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0101>
- Van den Berg, F., Brouwer, J., Tienkamp, T.B., Verhagen, J., & Keijzer, M. Language Entropy Relates to Behavioral and Pupil Indices of Executive Control in Young Adult Bilinguals. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.864763>
- Van den Noort, M., Struys, E., Bosch, P., Jaswetz, L., Perriard, B., Yeo, S., & Lim, S. (2019). Does the bilingual advantage in cognitive control exist and if so, what are its modulating factors? A systematic review. *Behavioral Sciences*, 9(3), 27. <https://doi.org/10.3390/bs9030027>

- Vigel, N. L. (2014). The process of language modeling in monolinguals and bilinguals. *V mire nauki i iskusstva: voprosy` filologii, iskusstvovedeniya i kul`turologii – In the world of science and art: issues of philology, art history and cultural studies*, 38, 12–15.
- Vygotsky, L. S. (1999). *Thinking and speech* (5th rev. ed.). Labirint.
- Zakharova, M. N., & Machinskaya, R. I. (2023). Voluntary control of cognitive activity in preschool children: age-dependent changes from ages 3-4 to 4-5. *Psychology in Russia: State of the Art*, 16(3), 122–131. <https://doi.org/10.11621/pir.2023.0309>
- Zhou, B., & Krott, A. (2018). Bilingualism enhances attentional control in non-verbal conflict tasks—evidence from ex-Gaussian analyses. *Bilingualism: Language and Cognition*, 21(1), 162–180. <https://doi.org/10.1017/S1366728916000869>
- Zimnyaya, I. A. (1991). *Psychology of teaching foreign languages at school*. Prosveshcheniye.