

# Специфика исполнительных функций дошкольников с разными латеральными предпочтениями

Е. И. Николаева<sup>1</sup>, Т. Л. Брисберг<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена  
191186, Россия, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д. 48

<sup>2</sup> Институт мозга человека им. Н. П. Бехтерева Российской академии наук  
197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Акад. Павлова, д. 9

## Сведения об авторах:

**Елена Ивановна Николаева**

e-mail: klemtina@yandex.ru  
SPIN-код РИНЦ: 4312-0718  
Scopus AuthorID: 7102412673  
Researcher ID: D-2869-2016  
ORCID: 0000-0001-8363-8496

**Татьяна Леонидовна Брисберг**

e-mail: brisberg@mail.ru  
SPIN-код РИНЦ: 1070-6457  
ORCID: 0000-0001-6464-265X

**Финансирование:** работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 18-013-00323.

© Авторы (2020).  
Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена.

**Аннотация.** Исполнительные функции – это функции управления изменением поведения. В число исполнительных функций обычно включают тормозный контроль, рабочую память и когнитивную гибкость. Тормозный контроль представляет собой способность игнорировать незначимые сигналы и прекращать поведение, которое изжило себя. Рабочая память – способность запоминать информацию на разных этапах выполнения задания и хранить ее до тех пор, пока задание не будет выполнено. Когнитивная гибкость – способность менять стратегии, если они перестают быть действенными. Все три компонента участвуют в выполнении задания, и их вычленение нужно только для изучения и понимания поведения. Поскольку формирование этих функций связывают с наиболее поздно возникшей в эволюции структурой – префронтальной корой, то и созревание их длится дольше других функций, хотя начинается достаточно рано. Качество исполнительных функций определяется созреванием мозговых структур. Но в настоящее время есть понимание, что формирование право-леворукости тоже обусловлено процессами созревания мозга. Это и предопределило цель исследования: описать возможную связь между латеральными предпочтениями и исполнительными функциями

у дошкольников. В исследовании принимали участие 89 детей от 5 до 7,5 лет (средний возраст  $6,2 \pm 0,6$  лет), посещающие детские сады Санкт-Петербурга. Оценка латеральных предпочтений основывалась на описании асимметрии в сенсорной и моторной сфере (профиль функциональной сенсомоторной асимметрии), дихотическом тестировании и вербально-мануальной интерференции. Оценка исполнительных функций происходила с помощью методик, направленных на оценку объема рабочей памяти (Разумникова, Савиных 2016) и рефлексометрии (Вергунов, Николаева 2009). Был применен регрессионный анализ. Данные свидетельствуют о том, что формирование исполнительных функций у дошкольников не зависит от латеральных периферических предпочтений (ведущей руки и профиля функциональной сенсомоторной асимметрии), но коррелирует с развитием речевой области в левом полушарии.

**Ключевые слова:** исполнительные функции, латеральные предпочтения, рукость, дихотическое тестирование, вербально-мануальная интерференция дошкольников.

# Executive functions of preschool children with different lateral preferences

E. I. Nikolaeva<sup>1</sup>, T. L. Brisberg<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia  
48 Moika River Emb., Saint Petersburg 191186, Russia

<sup>2</sup> N. P. Bekhtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences  
9 Academician Pavlov Str., Saint Petersburg 197376, Russia

## Authors:

### **Elena I. Nikolaeva**

e-mail: klemtina@yandex.ru  
SPIN: 4312-0718  
Scopus AuthorID: 7102412673  
Researcher ID: D-2869-2016  
ORCID: 0000-0001-8363-8496

### **Tatjana L. Brisberg**

e-mail: brisberg@mail.ru  
SPIN: 1070-6457  
ORCID: 0000-0001-6464-265X

**Funding:** this publication was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant no. 18-013-00323.

## Copyright:

© The Authors (2020).  
Published by Herzen State Pedagogical University of Russia.

**Abstract.** Executive functions are functions that control behaviour change. Executive functions usually include inhibitory control, working memory and cognitive flexibility. Inhibitory control is an ability to ignore insignificant signals and stop behaviour that is no longer useful. Working memory is an ability to remember information at different stages of a task and to store it until the task is completed. Cognitive flexibility is an ability to change strategies if they are no longer effective. All three components are involved in performing various activities; their isolation is only necessary to study and understand the behaviour. Since the formation of these functions is associated with the evolutionarily recent structure – the prefrontal cortex – they take longer to develop than other functions, although their development begins quite early. The quality of executive functions is determined by brain structure maturity. However, there is a theory that brain maturity process can also influence the development of right- and left-handedness. This fact determined the aim of this research – to describe the possible relationship between lateral preferences and executive functions in preschoolers. The study involved 89 children aged 5,0 to 7,5 years (average age 6,2±0,6 years) attending kindergartens in Saint Petersburg. Lateral preference assessment was based on the description of asymmetry in the sensory and motor spheres (functional

sensorimotor asymmetry profile), dichotic listening test and verbal-manual interference. Executive function evaluation was performed using methods aimed at estimating the working memory capacity (Razumnikova, Savinykh 2016) and reflexometry (Vergunov, Nikolaeva 2009). Regression analysis was performed. The data show that executive function formation in preschool children does not depend on lateral peripheral preferences (the leading hand and the functional sensorimotor asymmetry profile), but correlates with the development of the speech region in the left hemisphere.

**Keywords:** Executive functions, lateral preferences, handedness, dichotic testing, verbal-manual interference, preschoolers.

## Введение

Исполнительные функции – это функции управления изменением поведения (Николаева, Вергунов 2017). С этой позиции функции делятся на шаблонные, пред-

ставляющие собой некоторую стереотипную последовательность (например, как согласно представлениям Алисы, жизнь устроена по шаблону: море, пляж, вокзал), и меняющиеся, связанные с ответом на смену внешних условий или внутренних

установок человека (Diamond 2013; Luna, Marek, Larsen et al. 2015).

В число исполнительных функций, обычно, включают тормозный контроль, рабочую память и когнитивную гибкость (Zelazo 2015). Тормозный контроль представляет собой способность игнорировать незначимые сигналы и прекращать поведение, которое изжило себя. Рабочая память – способность запоминать информацию на разных этапах выполнения задания и хранить ее до тех пор, пока задание не будет выполнено (Tamnes, Walhovd, Grydeland et al. 2015). Когнитивная гибкость – способность менять стратегии, если они перестают быть действенными (Anderson, Reidy 2012). Все три компонента участвуют в выполнении задания, и их вычленение нужно только для изучения и понимания поведения (Friedman, Miyake 2017).

Поскольку формирование этих функций связывают с наиболее поздно возникшей в эволюции структурой – префронтальной корой (Fiske, Holmboe 2019), то и созревание их длится дольше других функций, хотя начинается достаточно рано (Casey Galvan, Nare et al. 2005). Показано, что структурная интегрированность мозолистого тела и трактов белого вещества, которые связывают префронтальную область с другими регионами в младенчестве, позволяют предсказать эффективность исполнительных функций в позднем детстве (Ghassabian, Herba, Roza et al. 2013; Woodward, Clark, Pritchard et al. 2011).

Таким образом, качество исполнительных функций определяется созреванием мозговых структур (Best, Miller 2010). Но в настоящее время есть понимание, что формирование право-леворукости тоже обусловлено процессами созревания мозга (Chugani, Phelps, Mazziotta et al. 1987).

Леворукость, вероятно, возникает в пренатальный период и далее стабилизируется в раннем детстве. Анализ генной экспрессии обнаруживает различие ее на левой и правой сторонах тела в эмбриональном периоде, что свидетельствует о том, что уже на четвертой неделе после

оплодотворения имеются различия в генной экспрессии слева и справа. Это значит, что асимметрия – генетически обусловленное свойство центральной нервной системы (Houle, Tremblay 2020), и проявляется оно в разной скорости миелинизации мозговых структур в зависимости от количества левых или правых признаков. Встает вопрос о том, насколько два процесса созревания мозга имеют единое основание.

Наименее изученным с этой позиции является дошкольный возраст, хотя он важен для построения прогноза эффективности обучения в школе.

Именно это и предопределило цель исследования: описать возможную связь между латеральными предпочтениями и исполнительными функциями у дошкольников.

### Материалы и методы

В исследовании принимали участие 89 детей в возрасте от 5 до 7,5 лет (средний возраст  $6,2 \pm 0,6$  лет), посещающие детские сады Санкт-Петербурга.

Оценка латеральных предпочтений основывалась на описании асимметрии в сенсорной и моторной сфере (профиль функциональной сенсомоторной асимметрии) (Николаева, Борисенкова 2008), дихотическом тестировании (Королева, Шургая, Штыров и др. 1998) и вербально-мануальной интерференции (Николаева, Яворович 2014).

Оценка профиля функциональной сенсомоторной асимметрии включала результаты использования проб, направленных на выявление ведущих показателей руки (7 проб), ноги (5 проб), глаза (3 пробы), уха (2 пробы) (Николаева, Сутормина 2019).

Для оценки расположения речевых областей использовали компьютерный вариант дихотического тестирования, разработанного коллективом авторов для детей дошкольного возраста в ЛОР НИИ Санкт-Петербурга под руководством И. В. Королевой (Королева, Шургая, Штыров и др. 1998).

Сигналы предъявлялись с помощью компьютера с использованием программы звукового редактора Gold Wave через наушники. Перед началом исследования ребенку объяснялось задание и проводилось тренировочное прослушивание. После прослушивания группы из двух дихотических пар слов он повторял услышанные слова, а экспериментатор вносил его ответы в специально подготовленный бланк, отмечая также порядок воспроизводимых ребенком слов. Кроме эффекта правого уха определяли продуктивность каждого уха (Ковязина, Рощина 2013).

Продуктивность дихотического прослушивания – это количество правильно воспроизведенных слов с конкретного уха (Кпрод). Он рассчитывался следующим образом:

$$K_{прод} = C/окс \times 100 \%,$$

где С — сумма верно воспроизведенных слов,  
окс — общее количество эталонных слов.

Описание вербально-мануальной интерференции (Янсон, Кенга 1983) основывалось на наложении на выполнение теппинг-теста (3 раза по 10 секунд исполнение левой рукой и столько же правой) вербального задания. Сначала использовался типичный вариант теппинг-теста, а затем теппинг-тест выполнялся с одновременным выполнением вербального задания – произнесения своего имени. Оценивалось изменение количества проставленных точек без вербального задания и с ним для каждой руки.

Величина вербально-мануальной интерференции определялась по формуле:

$$(A-B)/3 \times 100, \text{ где } A = (N_{исх1} + N_{исх2} + N_{исх3}),$$

$$B = (N_{нагр.1} + N_{нагр.2} + N_{нагр.3}),$$

где N исх. — количество движений руки за 10 с без вербального задания,

N нагр. — с заданием.

Если при выполнении вербального задания резко снижалось число точек, выполненных соответствующей рукой, это свидетельствовало о наличии речевой области в полушарии, противоположном ведущей руке.

Оценка исполнительных функций происходила с помощью методик, направленных

на оценку объема рабочей памяти (Разумникова, Савиных 2016) и рефлексометрии (Вергунов, Николаева 2009).

Для оценки объема и интерференции в рабочей памяти использовали компьютеризованную методику запоминания зрительно предъявленных стимулов (Разумникова, Николаева 2019; 2020). Ребенку трижды предъявляли один и тот же набор стимулов (в разной последовательности при каждом предъявлении). При первом предъявлении на экране в случайном порядке появлялись три стимула из набора тридцати объектов живого мира разных категорий, разного цвета и разного пространственного расположения (бабочки, листья, цветы и т. д.). Ребенок на сенсорном экране нажимал на объект. Согласно инструкции, можно было нажимать лишь на тот объект, на который ранее не было нажатий. Повторное нажатие на один и тот же объект приводило к завершению предъявления. Время выполнения задания не регламентировалось. В процессе выполнения исследования фиксировалось число правильно воспроизведенных объектов при каждом предъявлении и процент выполнения. Далее вычислялась интерференция – изменение числа воспроизведений от предъявления к предъявлению.

Для оценки тормозного контроля использовали компьютеризованную методику, состоящую из трех серий: тренировочной, выработку простой сенсомоторной реакции, оценку тормозного контроля.

На экране компьютера предъявлялись стимулы – круги разных цветов. При появлении стимула нужно было отреагировать нажатием на клавишу. В короткой тренировочной серии экспериментатор убеждался, что испытуемый понимает суть инструкции.

В простой сенсомоторной реакции испытуемый обучался реагировать на все стимулы. В серии, оценивающей тормозный контроль, представляющей собой сложную сенсомоторную реакцию, нужно

было не реагировать на круги определенного цвета. Вторая серия нацелена на оценку тормозных процессов ребенка. Оценивали время реакции на стимулы, число пропусков реакций и число ошибок (нажатие на клавишу при появлении запрещенного стимула).

Результаты по всем методикам вводились в таблицу Excel и обрабатывались пакетом программ SPSS-21.

### Результаты и их обсуждение

Был проведен регрессионный анализ, в котором в качестве независимых переменных выступали те или иные латеральные показатели, а зависимыми переменными были показатели рабочей памяти и рефлексометрии.

Оказалось, что нет связи между периферическими показателями (ведущей рукой и профилем функциональной сенсомоторной асимметрии) и рабочей памятью и тормозным контролем. Иная ситуация отмечается для показателей, отражающих характер центральной асимметрии.

Таблица 1. Влияние независимой переменной «коэффициент продуктивности правого уха в дихотическом тестировании» на зависимую переменную «число ошибок в сложной сенсомоторной реакции»

<i>Зависимая переменная</i>	$R^2$	$\beta$	$P$
Число ошибок в сложной сенсомоторной реакции	0,250	-0,500	0,003

Согласно таблице 1, чем выше продуктивность правого уха, то есть чем больше слов воспроизведено из тех, что поступили

в правое ухо, тем меньше ошибок делает ребенок в сложной сенсомоторной реакции.

Таблица 2. Влияние независимой переменной «выраженность вербально-мануальной интерференции справа» на зависимую переменную «число пропусков в простой сенсомоторной реакции»

<i>Зависимая переменная</i>	$R^2$	$\beta$	$P$
число пропусков в простой сенсомоторной реакции	0,237	-0,487	0,004
Пропуски стимулов в сложной сенсомоторной реакции	0,188	-0,434	0,012
Число запомненных элементов в третьей попытке	0,124	-0,352	0,044

Согласно таблице 2, чем больше вероятность того, что речевая область у ребенка расположена в левом полушарии (при выполнении теппинг-теста правой рукой), тем меньше пропусков в простой сенсомоторной реакции и ошибок в сложной сенсомоторной реакции. При этом ребенок меньше слов припоминает в первой попытке, что означает, что он лучше выполнил задание в первой попытке, то есть был более готов к выполнению задания и был более сосредоточен.

Следовательно, все данные свидетельствуют о том, что расположение един-

ственной речевой области в левом полушарии соответствует о большей сформированности исполнительных функций у ребенка дошкольника.

### Заключение

Наши данные свидетельствуют о том, что формирование исполнительных функций у дошкольников не зависит от латеральных периферических предпочтений (ведущей руки и профиля функциональной сенсомоторной асимметрии), но коррелирует с развитием речевой области в левом полушарии.

## Литература

- Вергунов, Е. Г., Николаева, Е. И. (2009) Опыт применения методов визуализации в качественном анализе тайм-теста. *Мир науки, культуры образования*, № 7-2, с. 128–131.
- Ковязина, М. С., Рощина, Е. И. (2013) Показатели продуктивности дихотического прослушивания при нарушениях межполушарного взаимодействия. *Вопросы психологии*, № 5, с. 28–34.
- Королева, И. В., Шургая Г. Г., Штыров Ю. Ю. (1998) *Разработка дихотических тестов и проведение дихотического прослушивания: метод. рекомендации*. СПб.: б. м., 18 с.
- Николаева, Е. И., Яворович, К. Н. (2014) Специфика вербально-мануальной интерференции у юношей и девушек с различной выраженностью латеральных признаков. *Психология образования в поликультурном пространстве*, т. 1, № 2, с. 30–38.
- Николаева, Е. И., Борисенкова, Е. Ю. (2008) Сравнение разных способов оценки профиля функциональной сенсомоторной асимметрии у дошкольников. *Асимметрия*, т. 2, № 1, с. 32–39.
- Николаева, Е. И., Вергунов, Е. Г. (2017) Что такое «executive functions» и их развитие в онтогенезе. *Теоретическая и экспериментальная психология*, т. 10, № 2, с. 62–81.
- Николаева, Е. И., Сутормина, Н. В. (2019) Связь параметров сенсомоторной интеграции с объемом и интерференцией в рабочей памяти у детей 5-6 лет. *Современные проблемы науки и образования*, № 4, с. 52.
- Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2019) Возрастные особенности тормозного контроля и проактивная интерференция при запоминании зрительной информации. *Вопросы психологии*, № 2, с. 124–132.
- Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2020) Возрастные и половые различия в формировании тормозного контроля в процессе обучения запоминанию. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*, № 195, с. 89–95. DOI: 10.33910/1992-6464-2020-195-89-95
- Разумникова, О. М., Савиных, М. А. (2016) *Программный комплекс для определения характеристик зрительно-пространственной памяти*. Авторское свидетельство. 2016617675. Дата регистрации 12.07.2016. Выдано Роспатентом.
- Янсон, В. Н., Кенга, З. Ф. (1983) Связь латерализации механизмов речевой деятельности с индивидуальными различиями психофизиологических реакций. *Известия АН Латвийской ССР*, № 7, с. 112–120.
- Anderson, P. J., Reidy, N. (2012) Assessing executive function in preschoolers. *Neuropsychology Review*, vol. 22 (4), pp. 345–360. DOI: 10.1007/s11065-012-9220-3
- Best, J. R., Miller, P. H. (2010) A developmental perspective on executive function. *Child Development*, vol. 81 (6), pp. 1641–1660. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x
- Casey, B. J., Galvan, A., Hare, T. A. (2005) Changes in cerebral functional organization during cognitive development. *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 15 (2), pp. 239–244. DOI: 10.1016/j.conb.2005.03.012
- Chugani, H. T., Phelps, M. E., Mazziotta, J. C. (1987) Positron emission tomography study of human brain functional development. *Annals of Neurology*, vol. 22 (4), pp. 487–497. DOI: 10.1002/ana.410220408
- Diamond, A. (2013) Executive functions. *Annual Review of Psychology*, vol. 64, pp. 135–168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Fiske, A., Holmboeb, K. (2019) Neural substrates of early executive function development. *Developmental Review*, vol. 52, pp. 42–62. DOI: 10.1016/j.dr.2019.100866

- Friedman, N. P., Miyake, A. (2017) Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, vol. 86, pp. 186–204. DOI: 10.1016/j.cortex.2016.04.023
- Ghassabian, A., Herba, C. M., Roza, S. J. et al. (2013) Infant brain structures, executive function, and attention deficit/hyperactivity problems at preschool age. A prospective study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, vol. 54 (1), pp. 96–104. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2012.02590
- Houle, J., Tremblay, F. (2020) *Neurophysiological basis of manual force asymmetries in young and senior adults*. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.10.1080/1357650X.2020.1722149> (дата обращения 07.09.2020).
- Luna, B., Marek, S., Larsen, B. et al. (2015) An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 38, pp. 151–170. DOI: 10.1146/annurev-neuro-071714-034054
- Tamnes, C. K., Walhovd, K. B., Grydeland, H. et al. (2013) Longitudinal working memory development is related to structural maturation of frontal and parietal cortices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 25 (10), pp. 1611–1623. DOI: 10.1162/jocn\_a\_00434
- Woodward, L. J., Clark, C. A., Pritchard, V. E. et al. (2011) Neonatal white matter abnormalities predict global executive function impairment in children born very preterm. *Developmental Neuropsychology*, vol. 36 (1), pp. 22–41. DOI: 10.1080/87565641.2011.540530
- Zelazo, P. D. (2015) Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, vol. 38, pp. 55–68. DOI: 10.1016/j.dr.2015.07.001

### References

- Anderson, P. J., Reidy, N. (2012) Assessing executive function in preschoolers. *Neuropsychology Review*, vol. 22 (4), pp. 345–360. DOI: 10.1007/s11065-012-9220-3 (In English)
- Best, J. R., Miller, P. H. (2010) A developmental perspective on executive function. *Child Development*, vol. 81 (6), pp. 1641–1660. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x (In English)
- Casey, B. J., Galvan, A., Hare, T. A. (2005) Changes in cerebral functional organization during cognitive development. *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 15 (2), pp. 239–244. DOI: 10.1016/j.conb.2005.03.012 (In English)
- Chugani, H. T., Phelps, M. E., Mazziotta, J. C. (1987) Positron emission tomography study of human brain functional development. *Annals of Neurology*, vol. 22 (4), pp. 487–497. DOI: 10.1002/ana.410220408 (In English)
- Diamond, A. (2013) Executive functions. *Annual Review of Psychology*, vol. 64, pp. 135–168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750 (In English)
- Fiske, A., Holmboeb, K. (2019) Neural substrates of early executive function development. *Developmental Review*, vol. 52, pp. 42–62. DOI: 10.1016/j.dr.2019.100866 (In English)
- Friedman, N. P., Miyake, A. (2017) Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, vol. 86, pp. 186–204. DOI: 10.1016/j.cortex.2016.04.023 (In English)
- Ghassabian, A., Herba, C. M., Roza, S. J. et al. (2013) Infant brain structures, executive function, and attention deficit/hyperactivity problems at preschool age. A prospective study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, vol. 54 (1), pp. 96–104. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2012.02590 (In English)
- Houle, J., Tremblay, F. (2020) *Neurophysiological basis of manual force asymmetries in young and senior adults*. [Online]. Available at: <https://doi.10.1080/1357650X.2020.1722149> (accessed 07.09.2020). (In English)
- Koroleva, V. I., Shurgaya, G. G., Shtyrov, Y. Y. (1998) *Razrabotka dihoticheskikh testov i provedenie dihoticheskogo proslushivaniya: metod. rekomendacii [Development of dichotic tests and*

- conducting dichotic listening: methodical recommendation*]. Saint Petersburg: without Publ., 24 p. (In Russian)
- Kovjazina, M. C., Roshina, E. I. (2013) Pokazateli produktivnosti dihoticheskogo proslushivaniya pri narusheniyah mezhpolusharnogo vzaimodejstviya [Indicators of productivity of dichotic listening in cases of violations of interhemispheric interaction]. *Voprosy psikhologii*, no. 5, p. 28–34. (In Russian)
- Luna, B., Marek, S., Larsen, B. et al. (2015) An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 38, pp. 151–170. DOI: 10.1146/annurev-neuro-071714-034054
- Nikolaeva, E. I., Borisenkova, E.Y. (2008) Sravnenie raznyh sposobov ocenki profilya funkcional'noj sensomotornoj asimmetrii u doshkol'nikov [Comparison of different ways to assess the profile of functional sensorimotor asymmetry in preschool children]. *Asimetriya — Asymmetry*, vol. 2, no. 1, pp. 32–39. (In Russian)
- Nikolaeva, E. I., Sutormina, N. B. (2019) Svyaz' parametrov sensomotornoj integracii s ob'emom i interferenciej v rabochej pamyati u detej 5-6 let [Relationship of sensorimotor integration parameters with volume and interference in working memory in children aged 5-6 years]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya — Modern problems of science and education*, no. 4, p. 52. (In Russian)
- Nikolaeva, E. I., Vergunov, E. G. (2017) Chto takoe “executive functions” i ih razvitie v ontogeneze [What are “executive functions” and their development in ontogenesis]. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psihologiya — Teoreticheskaya i eksperimental'naya psihologiya*, vol. 10, no. 2, pp. 62–81. (In Russian)
- Nikolaeva, E. I., Yavarovich, K. N. (2014) Specifika verbal'no-manual'noj interferencii u yunoshej i devushek s razlichnoj vyrazhennost'yu lateral'nyh priznakov [The specifics of the verbal-manual interference in young boys and girls with varying degrees of prominence of the lateral signs]. *Psihologiya obrazovaniya v polikul'turnom prostranstve — Psychology of education in multicultural environment*, vol. 1, no. 22, pp. 30–38. (In Russian)
- Rasumnikova, O. M., Nikolaeva, E. I. (2019) Vozrastnye osobennosti tormoznogo kontrolya i proaktivnaya interferenciya pri zapominanii zritel'noj informacii [Age-related features of inhibitory control and proactive interference in visual information memorization]. *Voprosy psikhologii*, no. 2, pp. 124–132. (In Russian)
- Rasumnikova, O. M., Nikolaeva, E. I. (2020) Vozrastnye i polovye razlichiya v formirovanii tormoznogo kontrolya v processe obucheniya zapominaniyu [Age and gender differences in the formation of inhibitory control in the process of learning to memorize]. *Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena — Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*, no. 195, pp. 89–95. DOI: 10.33910/1992-6464-2020-195-89-95 (In Russian)
- Rasumnikova, O. M., Savinich, M. A. (2016) *Programmnyj kompleks dlya opredeleniya harakteristik zritel'no-prostranstvennoj pamyati. [Software package for determining the characteristics of visual-spatial memory]. Inventor's certificate 2016617675. Register date 12.07.2016. Granted by Rospatent. 2016.* (In Russian)
- Tannes, C. K., Walhovd, K. B., Grydeland, H. et al. (2013) Longitudinal working memory development is related to structural maturation of frontal and parietal cortices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 25 (10), pp. 1611–1623. DOI: 10.1162/jocn\_a\_00434 (In English)
- Vergunov, E. G., Nikolaeva, E. I. (2009) Opyt primeneniya metodov vizualizacii v kachestvennom analize tajm-testa [Experience in using visualization methods in qualitative analysis of a time test]. *Mir nauki, kul'tury obrazovaniya — World of science, culture and education*, no. 7-2, pp. 128–131. (In Russian)



- Woodward, L. J., Clark, C. A., Pritchard, V. E. et al. (2011) Neonatal white matter abnormalities predict global executive function impairment in children born very preterm. *Developmental Neuropsychology*, vol. 36 (1), pp. 22–41. DOI: 10.1080/87565641.2011.540530 (In English)
- Yanson, V. N., Kenga, Z. F. (1983) Svyaz' lateralizacii mekhanizmov rechevoj deyatel'nosti s individual'nymi razlichiyami psihofiziologicheskikh reakcij [Connection of lateralization of speech activity mechanisms with individual differences in psychophysiological reactions]. *Izvestiya AN Latvyskoy SSR*, no. 7, pp. 112–120. (In Russian)
- Zelazo, P. D. (2015) Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, vol. 38, pp. 55–68. DOI: 10.1016/j.dr.2015.07.001 (In English)