



# LURIAN JOURNAL

2024. Vol. 5. No. 2  
[lurianjournal.ru](http://lurianjournal.ru)

## Lurian Journal. 2024. Vol. 5. No. 2

Журнал основан в 2019 г.

Выходит 3 раза в год

Учредитель: **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования “Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина”**  
620002, Россия, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

При поддержке:

**Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова**  
(Россия, Москва),  
**Российского психологического общества**  
(Россия, Москва),  
**Российской академии образования**  
(Россия, Москва)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации  
**Эл № ФС77-86981 от 13 марта 2024 г.**

Адрес редакции:

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина.  
620000, Россия, Екатеринбург, пр. Ленина, 51, оф. 238  
Тел.: +7 (343) 389-94-12  
**[lurianjournal@mail.ru](mailto:lurianjournal@mail.ru)**  
**[lurianjournal.ru](http://lurianjournal.ru)**

Established 2019

Published every four months

Founded by **Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin”**  
19, Mira Str., 620002, Yekaterinburg, Sverdlovsk region, Russia

Supported by:

**Lomonosov Moscow State University**  
(Moscow, Russia),  
**Russian Psychological Society**  
(Moscow, Russia),  
**Russian Academy of Education**  
(Moscow, Russia)

The Journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media.  
Mass media registration certificate  
**Эл № ФС77-86981 as of March 13, 2024**

Editorial Board Address:

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin.  
Office 238, 51 Lenin Ave., 620000, Yekaterinburg, Russia  
**Phone: +7 (343) 389-94-12**  
**[lurianjournal@mail.ru](mailto:lurianjournal@mail.ru)**  
**[lurianjournal.ru](http://lurianjournal.ru)**

### Редакционная коллегия

*Главный редактор* — проф. Э.Э. Сыманюк (Россия, Екатеринбург, УрФУ); *заместитель главного редактора*: проф. А.Г. Асмолов (Россия, Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова).

### Члены редколлегии

Проф. **Т. В. Ахутина** (Россия, Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова); проф. **Д. Б. Богоявленская** (Россия, Москва, Психологический институт Российской академии образования); проф. **П. Н. Ермаков** (Россия, Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет); проф. **О. В. Защирина** (Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет); проф. **Э. Ф. Зеер** (Россия, Екатеринбург, Российский государственный профессионально-педагогический университет); проф. **Ю. П. Зинченко** (Россия, Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова); проф. **Б. Качмарек** (Польша, Люблин, Университет экономики и инноваций); проф. **Л. Кинтанар** (Мексика, Тласкала, Автономный университет Тласкалы); доц. **С. Ю. Киселев** (Россия, Екатеринбург, УрФУ); проф. **М. С. Ковязина** (Россия, Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова); проф. **Н. В. Козлова** (Россия, Томск, Национальный исследовательский Томский государственный университет); проф. **Б. Котик-Фридгут** (Израиль, Иерусалим, Педагогический колледж имени Давида Елина); проф. **С. Б. Малых** (Россия, Москва, Психологический институт Российской академии образования); проф. **К. Маркевич** (Польша, Люблин, Университет экономики и инноваций); проф. **Ю. В. Микадзе** (Россия, Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова); проф. **Д. Г. Немет** (США, Батон Руж, Нейропсихологический центр Луизианы); проф. **Е. И. Николаева** (Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена); проф. **М. Панхальская** (Польша, Краков, Краковская академия им. А. Ф. Моджевского); проф. **Ж. Пенья-Казанова** (Испания, Барселона,

### Editorial Staff

*Editor-in-Chief* — Prof. **Elvira E. Symaniuk** (Russia, Yekaterinburg, UrFU); *Deputy Chief Editor*: Prof. **Alexander G. Asmolov** (Russia, Moscow, Lomonosov Moscow State University).

### Editorial Board

Prof. **Tatyana V. Akhutina** (Russia, Moscow, Lomonosov Moscow State University); Prof. **Diana B. Bogoyavlenskaya** (Russia, Moscow, Psychological Institute of Russian Academy of Education); Prof. **Pavel N. Ermakov** (Russia, Rostov-on-Don, Southern Federal University); Prof. **Maria V. Falikman** (Russia, Moscow, National Research University Higher School of Economics); Prof. **Bożydar Kaczmarek** (Poland, Lublin, University of Economics and Innovation); Asst. Prof. **Sergey Y. Kiselev** (Russia, Yekaterinburg, UrFU); Prof. **Bella Kotik-Friedgut** (Israel, Jerusalem, David Yellin Academic College of Education); Prof. **Maria S. Kovyazina** (Russia, Moscow, Lomonosov Moscow State University); Prof. **Natalya V. Kozlova** (Russia, Tomsk, National Research Tomsk State University); Prof. **Sergey B. Malykh** (Russia, Moscow, Psychological Institute of the Russian Academy of Education); Prof. **Katarzyna Markiewicz** (Poland, Lublin, University of Economics and Innovation); Prof. **Yury V. Mikadze** (Russia, Moscow, Lomonosov Moscow State University); Prof. **Darlyne G. Nemeth** (USA, Baton Rouge, Neuropsychology Center of Louisiana); Prof. **Elena I. Nikolaeva** (Russia, Saint Petersburg, Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen.); Prof. **Maria Paçhalska** (Poland, Krakow, Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University); Asst. Prof. **Anna A. Pecherkina** (Russia, Yekaterinburg, UrFU); Prof. **Jordi Peña-Casanova** (Spain, Barcelona, Autonomous University of Barcelona); Prof. **Antonio Puente** (USA, Wilmington, University of North Carolina); Prof. **Luis Quintanar** (Mexico, Tlaxcala, Autonomous University of Tlaxcala); Prof. **Vitaly V. Rubtsov** (Russia, Moscow,

Автономный университет Барселоны); доц. **А. А. Печеркина** (Россия, Екатеринбург, УрФУ); проф. **А. Пуэнте** (США, Вилмингтон, Университет Северной Каролины); проф. **В. В. Рубцов** (Россия, Москва, Московский государственный психолого-педагогический университет); проф. **Ю. Соловьева** (Мексика, Пуэбла, Автономный университет Пуэблы; Мексика, Тласкала, Автономный университет Тласкалы); доц. **Ю. А. Токарева** (Россия, Екатеринбург, УрФУ); канд. мед. наук **Ф. Томас** (Франция, Лимож, Университет Лиможа); проф. **М. В. Фаликман** (Россия, Москва, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»); проф. **М. С. Яницкий** (Россия, Кемерово, Кемеровский государственный университет).

### Редакция

*Ответственный редактор:* доц. **М. В. Зиннатова** (Россия, Екатеринбург, УрФУ); *редактор перевода:* проф. **О. В. Томберг** (Россия, Екатеринбург, УрФУ).

Moscow State University of Psychology and Education); Prof. **Yulia Solovieva** (Mexico, Puebla, Autonomous University of Puebla; Mexico, Tlaxcala, Autonomous University of Tlaxcala); PhD **Philippe Thomas** (France, Limoges, University of Limoges); Asst. Prof. **Yulia A. Tokareva** (Russia, Yekaterinburg, UrFU); Prof. **Michael S. Yanitsky** (Russia, Kemerovo, Kemerovo State University); Prof. **Oksana V. Zashchirinskaia** (Russia, Saint Petersburg, Saint Petersburg State University); Prof. **Ewald F. Zeer** (Russia, Yekaterinburg, Russian State Vocational Pedagogic University); Prof. **Yuri P. Zinchenko** (Russia, Moscow, Lomonosov Moscow State University).

### Editorial

*Executive Editor:* Asst. Prof. **Mariya V. Zinnatova** (Russia, Yekaterinburg, UrFU); *Translation Editor:* Prof. **Olga V. Tomberg** (Russia, Yekaterinburg, UrFU).

# СОДЕРЖАНИЕ

## Научные исследования

- Екатерина Владимировна Короткова, Александр Игоревич Котюсов, Ксения Игоревна Кунникова, Полина Константиновна Ус, Юлия Евгеньевна Леушина, Ольга Александровна Львова.* Роль магнитно-резонансной томографии в изучении нейрофизиологических коррелятов исполнительных функций у детей.....8
- Анна Денисовна Токмовцева, Елизавета Владимировна Акельева.* Исследование восприятия и оценки пейзажа посредством отслеживания движений глаз.....38

## Молодой ученый

- Анастасия Викторовна Зырянова.* Психологические особенности самооценности женщин, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья.....48
- Армине Оганесовна Исканджян.* Психологическое воздействие опасных онлайн-челленджей на подростков: анализ случая.....59

*Приятного чтения!*

# CONTENTS

## Original Articles

- Ekaterina V. Korotkova, Alexander I. Kotyusov, Ksenia I. Kunnikova, Polina K. Us, Yuliya E. Leushina, Olga A. Lvova.* The Role of Magnetic Resonance Tomography in the Study of Neurophysiological Correlates of Executive Function in Children.....8
- Anna D. Tokmoltseva, Elizaveta V. Akeleva.* Insights into Landscape Perception and Appreciation through Eye Movement Tracking.....38

## Young Scientist

- Anastasia V. Zyrianova.* Psychological Features of Self-Value of Women Raising Children with Disabilities.....48
- Armine H. Iskajyan.* Psychological Impact of Dangerous Online Challenges on Adolescents: A Case Study.....59

*Enjoy your reading!*

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**ORIGINAL ARTICLES**

## **Роль магнитно-резонансной томографии в изучении нейрофизиологических коррелятов исполнительных функций у детей**

**Екатерина Владимировна Короткова**

**Александр Игоревич Котюсов**

**Ксения Игоревна Кунникова**

**Полина Константиновна Ус**

**Юлия Евгеньевна Леушина**

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,  
Екатеринбург, Россия

**Ольга Александровна Львова**

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,  
Уральский государственный медицинский университет,  
Екатеринбург, Россия

## **The Role of Magnetic Resonance Tomography in the Study of Neurophysiological Correlates of Executive Function in Children**

**Ekaterina V. Korotkova**

**Alexander I. Kotyusov**

**Ksenia I. Kunnikova**

**Polina K. Us**

**Yuliya E. Leushina**

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin,  
Yekaterinburg, Russia

**Olga A. Lvova**

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin,  
Ural State Medical University,  
Yekaterinburg, Russia

**Для цитирования:** Короткова, Е. В., Котюсов, А. И., Кунникова, К. И., Ус, П. К., Леушина, Ю. Е., Львова, О. А. (2024). Роль магнитно-резонансной томографии в изучении нейрофизиологических коррелятов исполнительных функций у детей. *Lurian Journal*, 5(2), 8–37. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.1

**To cite this article:** Korotkova, E. V., Kotyusov, A. I., Kunnikova, K. I., Us, P. K., Leushina, Yu. E., Lvova, O. A. (2024). The Role of Magnetic Resonance Tomography in the Study of Neurophysiological Correlates of Executive Function in Children. *Lurian Journal*, 5(2), 8–37. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.1

**Аннотация.** Исполнительные функции — совокупность когнитивных навыков высшего порядка, играющих важную роль в повседневном функционировании ребенка. Одним из самых доступных методов изучения структуры мозга в норме и при патологии является МРТ головного мозга. В статье рассмотрены модели и нейрофизиологические корреляты исполнительных функций, подходы к изучению исполнительных функций у детей с применением магнитно-резонансной томографии, а также основные заболевания, которые могут привести к дефицитарности исполнительных функций: синдром дефицита внимания и гиперактивности, расстройства аутистического спектра и артериальные ишемические инсульты. Основное внимание сфокусировано на анализе зарубежных подходов.

**Ключевые слова:** исполнительные функции; магнитно-резонансная томография; СДВГ; РАС; артериальный ишемический инсульт; когнитивное развитие; когнитивная психология

**Abstract.** Executive functions are a set of higher-order cognitive skills that play a vital role in the children's daily functioning. One of the most accessible methods for studying brain structure in both normal and pathological conditions is MRI of the brain. This review discusses models and neurophysiological correlates of executive functions, approaches to studying executive functions in children using magnetic resonance imaging, as well as the main conditions that can lead to executive function deficits: attention deficit hyperactivity disorder, autism spectrum disorders, and arterial ischemic strokes. The main focus of the review is on the analysis of foreign approaches.

**Keywords:** executive function; magnetic resonance tomography; ADHD; ASD; arterial ischemic stroke; cognitive development; cognitive psychology

## Понятие и сущность исполнительных функций

Исполнительные функции играют существенную роль в повседневной жизни ребенка, тесно связаны с его академической успеваемостью и остаются в фокусе внимания психологов, неврологов и педагогов на протяжении последних нескольких десятилетий.

В настоящее время не существует общепринятого единого определения исполнительных функций (англ. *executive functions*), в то же время большинство исследователей сходятся во мнении, что они включают в себя совокупность взаимосвязанных когнитивных способностей высшего порядка (Messer, Moran, & Henry, 2019).

А. Р. Лурия был первым, кто концептуализировал термин *исполнительные функции* (García-Madruga, Gómez-Veiga, & Vila, 2016). В 1963 г. в своей работе «Мозг человека и психические процессы» автор проанализировал поведение людей, страдающих повреждениями лобных долей, и пришел к выводу, что способность успешно разрешать проблемы зависит именно от их работы (Лурия, 1963). Позднее, в 1995 г., M. D. Lezak, D. B. Howieson, D. W. Loring, H. J. Hannay, J. S. Fischer (2004) определили исполнительные функции как умственные способности, необходимые для постановки цели, планирования и реализации действий для достижения этой цели, выполнения сложных задач.

Существует смысловая разница между терминами «исполнительные/управляющие функции» и «когнитивный контроль», поскольку различные научные школы по-разному концептуализируют эти понятия. В настоящее время вопрос о том, какие исполнительные функции можно рассматривать как независимые и как именно они связаны друг с другом, остается открытым (McKenna, Rushe, & Woodcock, 2017).

Так, ряд авторов (Diamond, 2013; Lezak, 1982) рассматривают исполнительные функции как совокупность нисходящих автономных паритетных психических процессов, необходимых в тех случаях, когда нужно сосредоточиться и обратить внимание на что-либо, а действовать автоматически либо интуитивно было бы опрометчиво, недостаточно либо невозможно. По их мнению, исполнительные функции позволяют генерировать новые идеи, обдумывать действия перед тем, как совершить их, успешно разрешать новые непредвиденные проблемы, не отвлекаться на посторонние стимулы и оставаться сосредоточенным (Diamond, 2013).

Другие ученые (например, Miller & Cohen, 2001; Posner & Snyder, 1975) рассматривают исполнительные функции как единую систему и вводят термин *когнитивный контроль* (англ. *cognitive control*), которым они обозначили способность организовывать мысли и действия в соответствии с внутренними целями. Нейробиологическая модель когнитивного контроля связывала префронтальную кору с поддержанием паттернов активности, которые предоставляют цели и средства для их достижения и обеспечивают сигналы смещения по большей части головного мозга, влияя на сенсорные модальности и системы (Miller & Cohen, 2001). Согласно данной концепции, исполнительные функции представляют собой единый конструктор, составные элементы которого не дифференцируются. Рассмотрение исполнительных функций как единой структуры критикуется некоторыми исследователями. В частности, D. T. Stuss и M. P. Alexander (2000) писали: «There is no frontal homunculus, no unitary executive function» (p. 291), предполагая, что можно дифференцировать отдельные управляющие процессы, связанные с лобными долями.

Одна из классификаций, которая развивалась в ходе исследований на протяжении многих лет, подразумевает дифференциацию исполнительных функций на «горячие» и «холодные» (*hot / cold executive functions*). «Холодные» связаны с когнитивной обработкой информации, в то время как «горячие» отвечают за обработку информации, связанную с вознаграждением, эмоциями, мотивацией (Salehinejad, Ghanavati, Rashid, & Nitsche, 2021), и необходимы для выполнения целенаправленной задачи (Zelazo & Carlson, 2012). К первым относятся когнитивное торможение, рабочая память и планирование, ко вторым — аффективное принятие решений и отсроченное вознаграждение (Poland, Monks, & Tsermentseli, 2016). Хотя считается, что «холодные» и «горячие» исполнительные функции взаимодействуют как части единой скоординированной системы, их можно разделить как с точки зрения поведения, так и с точки зрения нейроанатомии (Carlson, 2005). Согласно данной модели, исполнительные функции представляют собой спектр, все составляющие которого могут быть «горячими» или «холодными» в зависимости от контекста ситуации (Salehinejad et al., 2021).

### Нейрофизиологические корреляты исполнительных функций

В когнитивных нейронауках исторически было принято считать, что ведущая роль в регуляции исполнительных функций принадлежит лобным долям, а термины «лобные функции» и «исполнительные функции» достаточно длительное время были синонимичны (Alvarez & Emory, 2006). Многие классические исследования исполнительных функций, например, случай Финеаса Гейджа (Teles Filho, 2020), были проведены на когортах пациентов с повреждениями лобных долей (как правило, в структуре черепно-мозговой травмы).

Префронтальная (в частности, дорсолатеральная префронтальная) кора является одной из наиболее поздно созревающих в рамках онтогенеза областей мозга (Casey, Giedd, & Thomas, 2000), и многие исследователи полагают, что именно она отвечает за большинство исполнительных функций в человеческом мозге (Sari & Erbas, 2022): ряд эмпирических исследований и метаанализов сообщают, что она отвечает за внимание (Vossel, Geng, & Fink, 2014), рабочую память (Eriksson, Vogel, Lansner, Bergström, & Nyberg, 2015; Joyce, Uchendu, & Arnsten, 2024), когнитивное торможение (Hertrich, Dietrich, Blum, & Ackermann, 2021).

Однако в метааналитическом обзоре (Alvarez & Emory, 2006) авторы обратили внимание, что результаты наиболее известных исследований поражений лобных долей с применением ряда когнитивных методик (Висконсинский тест на сортировку карточек, тест на вербальную беглость, словесно-цветовой тест Струпа) указывают скорее на чувствительность, а не на специфичность этих измерений по отношению к функционированию лобных долей. Другими словами, как лобные, так и другие области головного мозга необходимы для успешной реализации исполнительных

функций. Участие лобных долей в их осуществлении — необходимое, но в значительной степени недостаточное требование.

Нейрофизиологические корреляты исполнительных функций варьируются у разных авторов и определяются в зависимости от научной парадигмы.

Классическая нейропсихологическая модель А. Р. Лурия предполагает выделение трех функциональных блоков мозга, имеющих анатомические корреляты. Первый блок — энергетический — отвечает за регуляцию тонуса и бодрствования и связан со стволом мозга, промежуточным мозгом и медиальными отделами коры головного мозга. Второй блок отвечает за получение, переработку и хранение информации, поступающей из внешнего мира, морфологическим субстратом которых выступают латеральные постцентральные области неокортекса на выпуклой поверхности полушарий. Наконец, третий блок отвечает за программирование, регуляцию и контроль психической деятельности и анатомически связан с прецентральными передними отделами полушарий (Лурия, 1973).

Модель А. Р. Лурия является кортикоцентричной и оспаривается зарубежными исследователями, например, J. Peña-Casanova и J. Sigg-Alonso (2020) уделяют пристальное внимание подкорковым мозговым структурам. В то же время с главенствующей ролью префронтальной коры в управлении высшими когнитивными процессами и исполнительными функциями согласны практически все исследователи. Так, M. D. Lezak (1982) выделял префронтальную кору, некоторые компоненты лимбической системы (в частности, таламические ядра) и правое полушарие как основные структуры головного мозга, отвечающие за исполнительные функции. M. M. Sohlberg и C. A. Mateer (2001) связывали работу исполнительных функций с передней лобной и височной областями головного мозга. A. Diamond соотносит работу исполнительных функций с префронтальной корой и связанными с ней регионами (Diamond & Ling, 2016), в частности, рабочую память — с дорсолатеральной префронтальной корой (Diamond, 2013). Таким же образом A. Miyake, N. P. Friedman, M. J. Emerson, A. H. Witzki, A. Howerter, T. D. Wager (2000) в своей модели выделяют три исполнительные функции — обновление, переключение и подавление доминирующих реакций. Обновление и переключение авторы связывают с рабочей памятью, которая, в свою очередь, ассоциируется с дорсолатеральной частью префронтальной коры. При этом авторы отмечают, что суть обновления как исполнительной функции заключается в необходимом активном манипулировании релевантной информацией в рабочей памяти, а не в ее пассивном хранении. Переключение зрительного внимания может регулироваться теменными долями и средним мозгом (или же posterior network attention — задней сетью внимания), в то время как ориентированные на управление переключения могут регулироваться лобными долями, в том числе передней поясной извилиной (или anterior attention network — передней сетью внимания). В целом переключение между двумя задачами активизирует лобные, теменные и затылочные области. Третью исполнительную функцию — подавление доминирующих реакций — авторы также связывают с лобными долями.

«Центральный (общий) исполнитель» в работе А. Miyake и др. (2000) не соотносится с определенной анатомической структурой. Так же и А. Baddeley (2010) в своей работе «Exploring the Central Executive» выступает с критикой попыток соотнести «центрального исполнителя» с конкретным анатомическим расположением, хоть и отмечает, что в целом его можно связать с работой лобных долей. В нейровизуализационном исследовании М. Roussel, К. Dujardin, Н. Henon, О. Godefroy (2012) это предположение подтвердилось: «центральный исполнитель» зависит от лобных долей и задних областей головного мозга.

М. Т. Vanich (2009) предложил модель каскадного контроля, согласно которой исполнительные функции включают в себя временной каскад процессов выбора, которые реализуются на отдельных промежуточных станциях в префронтальной коре. Задние области дорсолатеральной префронтальной коры отвечают за направленность внимания на процессы, имеющие отношение к текущей задаче. Средние области дорсолатеральной префронтальной коры отвечают за выбор определенных представлений или образов, имеющих отношение к текущей задаче. Задние отделы дорсальной передней поясной коры участвуют в поздних этапах выбора и чувствительны к факторам, связанным с реакцией. Наконец, передние отделы дорсальной префронтальной коры участвуют в оценке реакции. Важным аспектом теории М. Т. Vanich является то, что степень активации этих механизмов зависит от степени эффективности применения исполнительных функций на более ранних промежуточных станциях.

Модель когнитивного контроля Е. К. Miller и J. D. Cohen (2001) предполагает, что одной из важнейших особенностей системы когнитивного контроля является требование доступа к разнообразной информации как о внутреннем состоянии системы, так и о внешнем состоянии окружающей реальности. Авторы отметили, что анатомически префронтальная кора удачно расположена для выполнения этого требования. Роль префронтальной коры в осуществлении работы исполнительных функций признают D. T. Stuss и В. Levine (2002) в своей функциональной когнитивной модели лобных долей. Правая дорсолатеральная лобная область отвечает за мониторинг поведения, в то время как левая дорсолатеральная область участвует в вербальной обработке. Обе эти лобные области, а также верхняя медиальная лобная доля задействованы в задачах, требующих когнитивного переключения, в то время как нижняя медиальная лобная область опосредует некоторые аспекты тормозного контроля.

Модель hot/cold executive functions довольно часто рассматривалась в нейрофизиологических исследованиях. «Горячие» исполнительные функции связаны с орбитофронтальной корой, которая тесно связана с лимбической системой: повреждения этой области часто приводят к неприемлемому социальному и/или эмоциональному поведению (Carlson, 2005). Также они связаны с такими подкорковыми структурами, отвечающими за эмоции, как миндалевидное тело, островковая доля, полосатое тело (включая скорлупу, хвостатое ядро и прилежащее ядро), гиппокамп и ствол мозга (Salehinejad et al., 2021). В свою очередь, «холодные» исполнительные

функции связаны с латеральной префронтальной корой, включая дорсолатеральную префронтальную кору (Nejati, Salehinejad, & Nitsche, 2018).

Современные подходы к когнитивным функциям предполагают, что когнитивные процессы реализуются в результате взаимодействия различных нейрональных структур, образующих нейрональные сети (сетевой подход, параллельная распределенная обработка, функциональные системы). Например, было обнаружено, что исполнительные функции зависят от нескольких тесно связанных с префронтальной корой областей мозга и образуют более крупные исполнительные нейронные сети (Cristofori, Cohen-Zimmerman, & Grafman, 2019). В обзоре М. В. Jurado и М. Rosselli (2007) было выявлено, что исполнительные функции связаны с различными областями лобных долей и распределены по широкой мозговой сети, включающей в себя подкорковые структуры и таламические пути.

В обзоре Н. Barbas и В. Zikopoulos (2007) рассматривались нейронные сети, созданные префронтальной корой с возбуждающими и тормозными системами. Так, были рассмотрены связь префронтальной коры с височной слуховой ассоциативной корой (тормозный контроль других участков коры головного мозга), проекция префронтальной коры на тормозное таламическое ретикулярное ядро (перенаправление информации между таламусом и корой головного мозга) и связь задней орбитофронтальной коры с миндалевидным телом (ключевая роль в эмоциональных процессах). Эти исполнительные нейронные сети имеют большое значение для полноценной работы исполнительных функций.

Таким образом, префронтальная кора играет центральную, но не всеохватывающую роль в работе исполнительных функций. Другие корковые и подкорковые структуры головного мозга, в том числе связанные с префронтальной корой, и целые нейронные сети могут также влиять на их корректное функционирование.

### **Характеристика исполнительных функций у детей**

Исполнительные функции играют ведущую роль в способности человека адаптироваться к различным ситуациями, возникающим в повседневной жизни. Также исполнительные функции у детей напрямую влияют на академическую успеваемость (Best, Miller, & Naglieri, 2011), в частности на успешное развитие навыков чтения (Meixner & Laubrock, 2024) и математических навыков (Blair & Razza, 2007; Bull & Scerif, 2001), языковые способности (Filipe, Veloso, & Frota, 2023), логическое мышление (Doebel, Rowell, & Koenig, 2016) и навыки рассуждения (Richland & Burchinal, 2013).

Исторически считалось, что исполнительные функции возникают только в позднем детстве, однако V. Anderson (2002) ссылается на ряд исследований, описывающих их последовательное развитие на протяжении всего периода детства, совпадающее с развитием лобных долей. Существует несколько точек зрения на онтогенез исполнительных функций в детском возрасте. Так, модель А. Miyake и др. (2000) предполагает, что когнитивный контроль, рабочая память и когнитивная гибкость появляются до и в течение дошкольного возраста, на основании чего N. Garon, S. E. Bryson, I. M. Smith (2008) отмечают, что когнитивный контроль

и рабочая память активно развиваются с 2–5 лет, тем самым закладывая основу для когнитивной гибкости.

Несмотря на то, что модель А. Miyake и др. (2000) широко применяется в исследованиях исполнительных функций, остается открытым вопрос о том, насколько уместно применять ее в отношении детской популяции. Несмотря на ранние доказательства, предполагающие, что у детей данные функции можно разделить на те же подтипы, результаты более поздних исследований неоднозначны, и во многих исследованиях доказательства их дифференциации на три подтипа обнаружены не были (Lee, Bull, & Ho, 2013). Исполнительные функции в детстве могут представлять собой унитарную структуру с «общим исполнителем»; в ходе взросления отдельные из них становятся все более дифференцированными как от других когнитивных функций, так и друг от друга (Goddings, Roalf, Lebel, & Tamnes, 2021).

Например, C. R. Brydges, A. M. Fox, C. L. Reid и M. Anderson (2014) обнаружили, что такая унитарная структура исполнительных функций у детей к 10–11 годам становится двухфакторной: рабочая память дифференцируется, но остается связанной с когнитивным торможением и когнитивной гибкостью. F. Laureys, S. De Waelle, M. T. Barendse, M. Lenoir, F. J. Deconinck (2022) предположили, что унитарная модель исполнительных функций у детей по достижении подросткового возраста становится четырехфакторной и включает в себя три базовые исполнительные функции (рабочая память, когнитивная гибкость и когнитивное торможение) и планирование. А. Diamond (2002) связывала унитарность исполнительных функций у детей со структурной, а также функциональной незрелостью префронтальной коры.

### **Нарушения исполнительных функций у детей**

M. D. Lezak (1982) отмечал, что исполнительные функции лежат в основе всех общественно полезных, конструктивных и творческих видов деятельности; их нарушение или полная утрата ставят под угрозу способность к независимой, самостоятельной и социально-продуктивной жизни.

Нарушения исполнительных функций лежат в основе психопатологии, наблюдаемой при разных психических расстройствах, и тесно связаны со многими симптомами, которые могут проявляться у детей. Так, дефицитарность исполнительных функций представлена в клинической картине синдрома дефицита внимания и гиперактивности (далее по тексту — СДВГ), расстройств аутистического спектра (далее по тексту — РАС) и депрессивных расстройств, а также биполярного аффективного расстройства, шизофрении и обсессивно-компульсивного расстройства (Hosenbocus & Chahal, 2012). Интерес к дефицитарности исполнительных функций при нарушениях нервно-психического развития обусловлен тем, что они связывают основные генетические, нейронные или экзогенные факторы с поведенческими проявлениями при психопатологии и могут выступать предикторами функциональных нарушений (Townes et al., 2023). Степень выраженности нарушений

исполнительных функций может варьировать в зависимости от окончательного диагноза и коморбидных состояний (Souissi, Chamari, & Bellaj, 2022).

Помимо этого ряд систематических обзоров и метаанализов посвящен нарушениям исполнительных функций при таких неврологических заболеваниях, как артериальный ишемический инсульт (O’Keeffe, Murphy, Ganesan, King, & Murphy, 2017; Rivella & Viterbori, 2021), мигрень (Vuralli, Ayata, & Bolay, 2018), эпилепсия (Operto et al., 2023), детский церебральный паралич (Zimonyi et al., 2024), нарколепсия (Blackwell, Alammar, Weighall, Kellar, & Nash, 2017) и инсомния (Miano & Peraito-Adrados, 2014). Нарушение исполнительных функций у детей часто сопровождается черепно-мозговые травмы (Levin & Hanten, 2005), опухоли головного мозга (Kline & Mueller, 2020) и инфекции центральной нервной системы (Carter, Neville, & Newton, 2003).

Таким образом, рассмотренные в начале статьи нейрофизиологические модели подчеркивают связь между анатомическими структурами головного мозга и исполнительными функциями. Одним из самых доступных методов изучения такой взаимосвязи является магнитно-резонансная томография.

### **Магнитно-резонансная томография в исследовании исполнительных функций у детей**

A. Diamond завершила свою работу «Normal Development of Prefrontal Cortex from Birth to Young Adulthood: Cognitive Functions, Anatomy, and Biochemistry» (2002) предположением, что методы нейровизуализации смогут ответить на многие нерешенные вопросы, связанные с развитием префронтальной коры и исполнительных функций, работу которых она обеспечивает. В частности, магнитно-резонансная томография (далее по тексту — МРТ) представляет собой безопасный и неинвазивный метод визуализации, оптимально подходящий для изучения анатомии головного мозга (Hennig, 2023), а также широко применяемый как для клинических, так и для исследовательских целей (Yousaf, Dervenoulas, & Politis, 2018) благодаря высокой контрастности мягких тканей и возможности сканирования в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (Sinha & Ramakrishnan, 2010). В настоящее время разработано несколько подходов к применению МРТ в исследовании исполнительных функций у детей.

Традиционно МРТ в клинической практике применяется для получения так называемых *взвешенных изображений* (*weighted images*), контрастность которых зависит от сочетания различных факторов, некоторые из них присущи структурам головного мозга, а некоторые зависят от специфики эксперимента (Pierpaoli, 2010). Такой подход также называется качественным и позволяет визуально различать состояние ткани мозга (Cashmore et al., 2021) через выявление различий в контрастности между предположительно затронутыми областями головного мозга и предположительно нормальными (Pierpaoli, 2010). С помощью методов

нейровизуализации изучаются структура белого и серого вещества, спинномозговой жидкости (Yazdani, Yusof, Riazi, & Karimian, 2014), а также непосредственно анатомические структуры головного мозга. На основе изображений не подсчитываются какие-либо количественные параметры, все диагностические заключения полностью основаны на интерпретации специалиста-рентгенолога (Cashmore et al., 2021). Однако у качественного подхода есть ряд ограничений, главное из которых — отсутствие биологической специфичности: различные физиологические и патологические субстраты могут вызывать схожие изменения в контрастности получаемого изображения (Pierpaoli, 2010).

Высокое контрастное разрешение МРТ делает ее особенно полезной для количественной оценки пространственных параметров (таких как длина, площадь и объем) анатомических структур (Boone, 2007). В последние годы набирает популярность количественный подход к визуализационным исследованиям, поскольку он позволяет выводить параметры, связанные с физическими величинами (Cashmore et al., 2021). Количественная оценка снимков МРТ предполагает определение объемов как головного мозга в целом, так и отдельных его структур. Золотым стандартом считается ручное измерение объемов, однако из-за высоких временных затрат могут применяться автоматические алгоритмы (Chalavi, Simmons, Dijkstra, Barker, & Reinders, 2012). Хотя количественная оценка сама по себе не гарантирует биологической специфичности, она представляет собой важный компонент любой метрики, являющейся потенциальным визуализационным биомаркером (Pierpaoli, 2010).

Помимо этого в клинических и исследовательских целях был разработан автоматизированный метод морфометрии на основе вокселей, который относительно прост в использовании и обеспечивает биологически правдоподобные результаты. В основе метода лежит статистическое выявление различий в анатомии головного мозга между группами субъектов (Whitwell, 2009). Это достигается благодаря пространственной нормализации всех структурных МРТ-изображений к единому стереотаксическому пространству, сегментации нормализованных изображений на белое и серое вещество, сглаживанию изображений белого и серого вещества и проведению статистического анализа для локализации существенных различий между двумя или более экспериментальными когортами (Mechelli, Price, Friston, & Ashburner, 2005).

Перспективным является поиск биомаркеров — таких биологических характеристик, которые могут быть объективно измерены как индикатор нормативных или патогенных биологических процессов или фармакологического ответа на терапевтическое воздействие. МРТ потенциально обеспечивает доступ к множеству биомаркеров количественной визуализации (Cashmore et al., 2021). Особое внимание следует обратить на возможность разработки биомаркеров для ряда психических расстройств, приводящих к нарушению исполнительных функций. Считается, что надежные прогностические нейровизуализационные биомаркеры откроют

возможности для клинических и научных исследований в области когнитивной психологии, а также позволят проводить проспективные наблюдения.

### **Магнитно-резонансная томография в изучении нарушений развития исполнительных функций у детей**

Далее будет рассмотрено применение метода МРТ головного мозга при таких состояниях, как синдром дефицита внимания и гиперактивности, расстройства аутистического спектра, а также при артериальном ишемическом инсульте у детей, поскольку именно эти три патологии чаще всего приводят к дефицитарности исполнительных функций.

#### **Магнитно-резонансная томография в изучении исполнительных функций при синдроме дефицита внимания и гиперактивности у детей**

Диагностическое и статистическое руководство по психическим расстройствам (5-е издание) определяет СДВГ как нарушение нервно-психического развития, характеризующееся триадой симптомов: невнимательностью, импульсивностью и гиперактивностью (American Psychiatric Association, 2022), дебют которых должен состояться в возрасте до двенадцати лет (Yap, Abdul Manan, & Sharip, 2021).

Нарушение исполнительных функций в целом присуще СДВГ: большинство современных нейрокогнитивных и поведенческих моделей СДВГ делают прогнозы относительно роли исполнительной дисфункции в этиологии и патофизиологии синдрома (Kofler et al., 2024). У пациентов с СДВГ могут наблюдаться функциональные нарушения когнитивной сферы, социальной адаптации и академической успеваемости; предполагается, что многие из этих проблем обусловлены нарушениями исполнительных функций, в частности рабочей памяти (Dipnall et al., 2023).

В ряде крупных обзоров литературы исследователями были выделены основные анатомические структуры, вовлеченные в патогенез СДВГ и приводящие к дисфункции исполнительных функций. Так, K. Rubia, A. Alegria, H. Brinson (2014) обнаружили, что СДВГ характеризуется множественными функциональными и структурными аномалиями нейронных сетей за пределами классической лобно-стриарной модели, включая лобно-теменно-височную, лобно-мозжечковую и лобно-лимбическую сети. J. H. Satterfield и M. E. Dawson (1971) также предположили, что симптомы СДВГ могут быть вызваны нарушениями в системе лобно-лимбических связей. Роль нарушений дорсолатеральной и дорсомедиальной лобно-стриарной, лобно-теменной и лобно-мозжечковой нейронных сетей в опосредовании «холодных» исполнительных функций и нарушений латеральной орбитофронтальной и вентромедиальной сетей в опосредовании «горячих» исполнительных функций в патогенезе СДВГ была подчеркнута в обзоре A. Cubillo, R. Halari, A. Smith, E. Taylor, K. Rubia (2012). Наконец, L. J. Seidman, E. M. Valera, N. Makris (2005) выя-

вили, что у детей с СДВГ наблюдается снижение объемов дорсолатеральной префронтальной коры, хвостатого ядра, бледного шара, мозолистого тела и мозжечка.

Для изучения структурных коррелятов нарушений при СДВГ у детей применяется метод МРТ. Так, факторный анализ данных исследования ABCD (The Adolescent Brain Cognitive Development Study), направленного на изучение нейробиологических механизмов, лежащих в основе СДВГ, показал, что у экспериментальной когорты детей с СДВГ ( $n = 10\,692$ , 9–10 лет) снижение двустороннего объема каудальной передней поясной извилины было связано с невнимательностью, а снижение двустороннего объема хвостатого ядра — с гиперактивной и импульсивной симптоматикой. Более того, снижение объема левой парагиппокампальной извилины было связано с невнимательностью, гиперактивностью и импульсивностью, что может указывать на предположительную общую структурную особенность проявлений СДВГ (Reimann et al., 2024). В другом исследовании нейронных и генетических траекторий развития СДВГ на основе данных нейровизуализации, проводившемся в рамках проекта CBD (The Children School Functions and Brain Development Project), у экспериментальной когорты ( $n = 487$ , 6–15 лет) были выделены корреляты исполнительных функций: передняя поясная кора и средняя префронтальная кора отвечают за когнитивный контроль, правая нижняя теменная доля участвует в направленности внимания на внешние стимулы, средняя лобная и прецентральная извилины регулируют дорсальные и вентральные сети внимания, при этом играя важную роль в модуляции внешнего и внутреннего фокусов внимания (Wang, Y., 2024).

Особое внимание при изучении исполнительных функций у детей с СДВГ уделяется лобным областям головного мозга. На сегодняшний день литература по нервно-психическому развитию детей содержит данные ряда исследований с применением медицинской визуализации, подтверждающих широкое распространение аномалий в лобных областях головного мозга при СДВГ (Dipnall et al., 2023). Так, у детей с СДВГ ( $n = 223$ , 7–13 лет) наблюдалась задержка созревания латеральной префронтальной и височной коры головного мозга (Shaw et al., 2007). Мультимодальный анализ нейровизуализационных данных показал, что у детей с СДВГ ( $n = 80$ , 8–15 лет) тяжесть симптоматики была связана со сниженным объемом серого вещества в двусторонних лобных, теменных и височных долях (Wu et al., 2019). В исследовании, посвященном разработке мультимодальных нейровизуализационных коррелятов СДВГ у детей ( $n = 1\,798$ , 9–10 лет) на основе базы данных ADCD (Adolescents Behavior Cognitive Development) было обнаружено, что детский СДВГ связан с уменьшением объемов коры и площадей поверхности в лобной и височной доле (Lin et al., 2023). Похожие результаты были получены при метаанализе данных базы ENIGMA-ADHD (Enhanced Neuroimaging Genetics Through Meta-Analysis — Attention Deficit Hyperactivity Disorder) — у детей с СДВГ ( $n = 1\,081$ , 4–14 лет) наблюдалась меньшая площадь поверхности в лобной, височной и поясной коре (Hoogman et al., 2019). В одном из последних анализов данных из базы ADHD-200 у детей с СДВГ ( $n = 209$ , 7–14 лет) наблюдалось снижение объема

серого вещества в двусторонней верхней, средней и нижней префронтальной коре (Wang, X.-K., Wang, X.-Q., Yang, & Yuan, 2022). В. Dirlikov и коллеги (2015) в исследовании морфологии лобных долей выявили, что у детей с СДВГ ( $n = 93$ , 8–12 лет) по сравнению с нормотипичной когортой сопоставимого возраста ( $n = 133$ ) наблюдалось уменьшение площади поверхности коры головного мозга, при этом площадь коррелировала с тяжестью симптоматики.

### **Магнитно-резонансная томография в изучении исполнительных функций при расстройствах аутистического спектра у детей**

Диагностическое и статистическое руководство по психическим расстройствам (5-е издание) определяет РАС как группу нарушений нервно-психического развития, характеризующихся стойкими изменениями в общении и социальном взаимодействии, а также наличием стереотипных моделей поведения, деятельности и интересов (American Psychiatric Association, 2022). РАС характеризуются целым спектром проявлений — от выраженных нарушений в обучении и социализации до функционального аутизма (Andreou & Skrimpa, 2020).

Нарушение исполнительных функций характерно для РАС. Е. А. Demetriou с коллегами (2018) при проведении метаанализа 235 исследований отметили, что дефицитарность исполнительных функций при РАС носит выраженный характер и относительно стабильна в ходе онтогенеза, а также характеризуется гетерогенностью (Geurts, Booth, Sinzig, & Happe, 2014). При метаанализе исследований случай — контроль было выявлено, что при РАС наблюдаются нарушения когнитивной гибкости и рабочей памяти (Lai et al., 2017).

Было предложено несколько когнитивных моделей, объясняющих причины дефицитарности исполнительных функций при РАС. Наибольшую популярность приобрели модель Е/И и модель психического состояния человека.

**Модель дисбаланса процессов возбуждения — торможения (модель Е/И).** Была предложена J. L. Rubenstein и М. М. Merzenich (2003). Согласно модели, некоторые виды РАС обусловлены непропорционально высоким уровнем возбуждения, вызванным глутаматом, или же непропорционально слабым торможением, вызванным гамма-аминомасляной кислотой (далее по тексту — ГАМК) в нейронных сетях, которые опосредуют речь и социальное поведение.

Поскольку нейромедиаторы играют важную роль в развитии как периферической, так и центральной нервной системы, логично предположить, что нарушения глутаматергической и / или ГАМК-ергической систем могут быть вовлечены в патофизиологию РАС (Montanari, Martella, Bonsi, & Meringolo, 2022). Глутамат — возбуждающий нейромедиатор, участвующий в различных когнитивных процессах, таких как обучение и память (Géczy, 2010; Nisar et al., 2022). Помимо этого глутамат участвует в эмоциональной регуляции (Baek et al., 2024). ГАМК — тормозной нейромедиатор, который играет важную роль в психической и поведенческой регуляции (Nisar et al., 2022), а также отвечает за работу исполнительных функций (Hatoum

et al., 2023), таких как рабочая память (Marsman et al., 2017), когнитивное торможение и принятие решений (Sideraki & Drigas, 2024).

Модель Е/І неоднократно рассматривалась в обзорах литературы. Так, в одном из последних патофизиологических обзоров Н. Al Dera (2022) указал, что РАС связаны с нарушениями в ГАМК-ергической тормозной системе и сниженным синтезом глутамата, что вызвано нарушением дифференциации и миграции ГАМК-ергических нейронов в лобной и теменной долях, а также в гиппокампе и мозжечке. Авторы другого обзора также предположили, что нарушения в ГАМК-ергической системе могут привести к нарушениям обработки информации, что часто встречается при расстройствах нервно-психического развития, например РАС (Di et al., 2020). В обзоре S. Nisar и коллег (2022), посвященном роли глутамата в РАС, подчеркивается, что изменения в уровне глутамата могут привести к различным аутичным фенотипам. Наконец, в большом обзоре, посвященном нейрохимии РАС, также указывается, что изменения в ГАМК-ергической и глутаматергической системах являются потенциальными причинами нарушения нервно-психического развития (Marotta et al., 2020).

Предполагается, что снижение уровня ГАМК в лобной коре может привести к ее чрезмерной возбудимости (DeMayo et al., 2021) и выраженной дисфункции исполнительных функций, однако было проведено сравнительно небольшое число эмпирических исследований взаимосвязи между РАС, исполнительными функциями и моделью Е/І (Demetriou et al., 2018). Перечисленные далее исследования проводились с применением магнитно-резонансной спектроскопии — передового метода нейровизуализации, используемого для изучения биохимического состава исследуемой ткани (Manias & Peet, 2018).

В исследовании визуального поиска (Edmondson, Xia, McNally Keehn, Dydak, & Keehn, 2020) было обнаружено, что у детей с РАС ( $n = 21$ , 11.8–14.5 лет) уровень концентрации ГАМК в двусторонней зрительной коре был связан с более эффективным визуальным поиском. В другом поперечном исследовании уровня ГАМК в левой теменной доле (DeMayo et al., 2021) у детей с РАС ( $n = 24$ , 4–12 лет) показатель был ниже, чем у контрольной нормотипичной когорты сопоставимого возраста ( $n = 35$ ). Однако у детей с РАС в отличие от нормотипичных детей уровень ГАМК с возрастом постепенно увеличивался и к девяти годам был сопоставим с показателями типично развивающихся сверстников. Авторы пришли к выводу, что у детей с РАС изначально был более низкий уровень ГАМК в левой теменной доле, что может объяснить наблюдаемые в детстве отклонения, которые с возрастом нивелируются. В исследовании (Hassan et al., 2013) было выявлено, что по сравнению с нормативной контрольной когортой ( $n = 10$ , 6.4–13.7 лет) у детей с РАС ( $n = 10$ , 6–14 лет) средний уровень глутамата в крови, а также в двусторонней полосатой левой извилине, левом полосатом теле, левом мозжечковом полушарии и левой лобной доле был повышен. Авторы пришли к заключению, что глутамат играет важную роль в патофизиологии РАС.

**Модель психического состояния человека.** Модель психического состояния человека (Theory of Mind) впервые была предложена в 1978 г. в работе D. Premack и G. Woodruff «Does the chimpanzee have a theory of mind?» (1978). Авторы концептуализировали модель как способность индивидуума приписывать как себе, так и другим внутренние состояния, которые невозможно наблюдать непосредственно, а также эмоции, мотивы и убеждения (Schwartz Offek & Segal, 2022). Модель включает в себя три основных процесса: способность представлять когнитивные и аффективные состояния, приписывать эти состояния себе и другим и, наконец, применять эти состояния так, чтобы это позволяло правильно понимать и предсказывать поведение (Abu-Akel & Shamay-Tsoory, 2011).

Модель психического состояния тесно связана с феноменом исполнительных функций. Некоторые исполнительные функции, такие как когнитивный контроль или когнитивная гибкость, необходимы для понимания того, что могут чувствовать или думать другие люди (Roca, 2016).

Гипотетически предполагается, что при РАС модель психического состояния нарушена (Kimhi, 2014), что приводит к нарушению межличностной коммуникации (Schwartz Offek & Segal, 2022), поскольку исполнительные функции являются неотъемлемой составляющей социальной компетенции у детей (Pellicano, 2013), а также к снижению академических навыков (Kimhi, 2014).

Как и многие другие когнитивные функции, модель психического состояния человека имеет локализованную нейробиологическую основу (Carrington & Bailey, 2009). Метааналитические и эмпирические данные о внутренних структурах и областях головного мозга выявили ряд областей, которые связаны с моделью психического состояния человека. Считается, что данная модель связана с работой медиальной префронтальной коры (Abu-Akel, 2003; Shamay-Tsoory, Tomer, Berger, Goldsher, & Aharon-Peretz, 2005). Помимо этого была отмечена роль верхней височной извилины (Shamay-Tsoory et al., 2005; Zilbovicius et al., 2006), височных полюсов и височно-теменного узла (Krause, Enticott, Zangen, & Fitzgerald, 2012).

A. Abu-Akel и S. Shamay-Tsoory (2011) предложили нейробиологическую модель психического состояния, включающую в себя нейроанатомические и нейрохимические уровни. В рамках модели корковые и подкорковые структуры организованы в функциональные сети, отвечающие за способность приписывать когнитивные и аффективные состояния как себе, так и другим людям. Когнитивная сеть включает в себя дорсомедиальную префронтальную кору, дорсальную переднюю поясную кору, миндалевидное тело и дорсальный стриатум, а аффективная — вентромедиальную и орбитофронтальную кору, вентральную переднюю поясную кору, миндалевидное тело и вентральный стриатум. Общее функционирование модели психического состояния зависит от целостности дофаминергических и серотонинергических систем.

Предположение о том, что данная модель имеет нейробиологическую основу, подтверждается доказательствами нарушения модели психического состояния

у людей с РАС, что отмечается в обширном обзоре литературы по нейровизуализационным исследованиям (Carrington & Bailey, 2009).

Было проведено относительно небольшое количество эмпирических исследований модели психического состояния у детей с РАС с применением методов нейровизуализации. Все исследования были ограничены небольшим размером когорты и невозможностью проведения *post-hoc* анализа.

В исследовании нейронных коррелятов когнитивных и аффективных аспектов модели психического состояния человека (Kim et al., 2016) у детей с РАС ( $n = 15$ , 7–18 лет) и нормативно развивающихся детей сопоставимого возраста ( $n = 14$ ) было обнаружено, что эти аспекты задействуют схожие области мозга (медиальную префронтальную кору и верхнюю височную извилину). Аффективные аспекты модели у детей с РАС были связаны с активацией островковой доли и прецентральной извилины, а у нормативно развивающихся детей — с активацией островковой доли и скорлупы. Также было выявлено, что большая активация медиальной префронтальной и передней поясной коры была связана с меньшей тяжестью симптоматики у пациентов с РАС. Активация передней поясной коры связана с усилением когнитивного контроля, концентрацией внимания и эмоциональной регуляции в ситуации выбора среди конкурирующих ответов. Авторы интерпретировали такую активацию как вариант компенсаторного механизма у пациентов с РАС. В другом исследовании модели психического состояния человека (Kana et al., 2015) авторы выдвинули гипотезу об атипичной активации мозга и функциональной связности у детей и подростков с РАС. Нейронными коррелятами модели являлись передняя поясная кора, средняя префронтальная кора, левый и правый височно-теменные узлы. Было обнаружено, что у детей с РАС ( $n = 13$ , 10–16 лет) по сравнению с нормотипичной когортой ( $n = 13$ , 10–15 лет) наблюдалось снижение активации в верхней лобной извилине, простирающейся до медиальной префронтальной коры, угловой извилине и предклинье, а также в мозжечке. Авторы установили, что результаты согласуются с предыдущими исследованиями, а также отметили особую роль мозжечка в социальном познании.

### **Магнитно-резонансная томография в изучении исполнительных функций при артериальном ишемическом инсульте у детей**

Инсульты у детей можно разделить на перинатальные и педиатрические (Baldovsky & Okada, 2020). Национальный институт неврологических расстройств и инсульта определяет перинатальные ишемические инсульты как группу гетерогенных состояний, при которых происходит очаговое нарушение мозгового кровотока вследствие артериального или церебрального венозного тромбоза или эмболизации в период от 20 недель внутриутробной жизни до 28-го дня постнатальной жизни, подтвержденное методами нейровизуализации (Biswas, Mankad, Shroff, Hanagandi, & Krishnan, 2020). Инсульт, возникающий в возрасте от 28 дней до 18 лет, классифицируется как педиатрический инсульт (Ferriero et al., 2019). Некоторые исследователи объединяют перинатальные и педиатрические инсульты

в одну категорию детских инсультов (Champigny, Deotto, Westmacott, Dlamini, & Desrocher, 2020).

Одним из значимых последствий артериального ишемического инсульта является нарушение работы исполнительных функций (Bosenbark, Krivitzky, Ichord, Jastrzab, & Billinghamurst, 2018).

С. Rivella и Р. Viterbori (2021) в систематическом обзоре отметили, что в целом детям, перенесшим инсульт, присуще нарушение исполнительных функций, которое проявляется как при выполнении когнитивных методик, так и в повседневной жизни. В ряде эмпирических исследований отмечалось, что у детей, перенесших артериальный инсульт, наблюдаются нарушения рабочей памяти (Bosenbark et al., 2018; Studer et al., 2014; Westmacott, MacGregor, Askalan, & deVeber, 2009), когнитивного контроля (Bosenbark et al., 2018; Hajek et al., 2014; Li et al., 2022) и когнитивной гибкости (Westmacott et al., 2009).

Метод МРТ позволяет в первую очередь зафиксировать факт артериального ишемического инсульта и провести дифференциальную диагностику его от других очаговых поражений головного мозга, а затем количественно оценить объемные, структурные, функциональные и метаболические изменения, возникшие вследствие детского инсульта (Craig, Hilderley, Kirton, & Carlson, 2021), а также провести кортикальную морфометрию (Shinde et al., 2023). Для проведения исследований фокуса инфаркта с применением МРТ необходимо учитывать ряд факторов: характеристики когорты пациентов, коморбидные детские заболевания, применение некоторых групп медикаментов (Greene, Black, & Schlaggar, 2016).

Нарушения исполнительных функций при артериальном ишемическом инсульте у детей напрямую зависят от качественных и количественных характеристик поражения. Ретроспективное исследование когнитивных исходов коркового детского инсульта ( $n = 27$ , средний возраст на момент дебюта инсульта — 3.26 года, на момент нейропсихологического тестирования — 9.7 лет) показало, что большой объем поражения и его правосторонняя локализация с вовлечением лобной доли связаны с более низкими показателями рабочей памяти и скоростью обработки информации по сравнению со средними нормативными. Авторы отметили, что локализация и размер поражения, как предикторы когнитивных показателей, подчеркивают важность учета качественных и количественных характеристик очага инфаркта в клинических и терапевтических целях (Peterson, Williams, McDonald, Dlamini, & Westmacott, 2019). В другом исследовании (Jiang et al., 2021) изучались неврологические исходы у когорты детей, перенесших артериальный ишемический инсульт ( $n = 288$ , 2.78–14.4 года) и имеющих результаты МРТ спустя год после дебюта заболевания. Применялся протокол *dwi* (диффузионно-взвешенная визуализация), толщина среза 2–5 мм, зазор между срезами 0–1 мм. Учитывались объем поражения, латерализация, локализация и общий объем мозга. Для оценки неврологических исходов применялся опросник PSOM (The Pediatric Stroke Outcome Measure). Однофакторный анализ показал, что поражения, затрагивающие угловую извилину и крючковидный пучок или располагающиеся от коры головного мозга

до подкорковых ядер, были связаны с худшим неврологическим исходом. Большой размер поражения и более молодой возраст дебюта артериального ишемического инсульта также были связаны с неблагоприятным прогнозом. Полученные данные согласуются с результатами более ранних исследований, в том числе связывающих нарушения исполнительных функций с большим объемом поражения.

В исследовании рабочей памяти в парадигме модели A. Baddeley и G. Hitch когорты детей, перенесших односторонний артериальный ишемический инсульт ( $n = 32$ , 6–14 лет), по сравнению с нормативной когортой сопоставимого возраста ( $n = 32$ ) продемонстрировала более низкие результаты по методике Working Memory Test Battery и сокращенному тесту Векслера (Fuentes, Westmacott, Deotto, deVeber, & Desrocher, 2017). Авторы отметили, что необходимы дальнейшие исследования на более крупных когортах с учетом когнитивных, психосоциальных и демографических переменных. Наконец, исследование показателей внимания и исполнительных функций с применением диффузионной визуализации у детей, перенесших артериальный ишемический инсульт и набранных из популяционной исследовательской когорты APSP (Alberta Perinatal Stroke Project), показало, что у экспериментальной когорты ( $n = 26$ ,  $13.02 \pm 4.2$  года) по сравнению с нормативным контролем ( $n = 31$ ,  $13.25 \pm 3.6$  года), а также с когортой детей, имеющих в анамнезе диагноз перивентрикулярный венозный инфаркт ( $n = 26$ ,  $11.93 \pm 3.5$  года), наблюдалось снижение фракционной анизотропии белого вещества лобных отделов головного мозга, связанного с показателями исполнительных функций (Larsen et al., 2022). Были получены T1-взвешенные и диффузионно-взвешенные изображения в аксиальной плоскости с применением последовательности градиентного эха и диффузионного спин-эха эхо-планарного сканирования, которые впоследствии были сегментированы с использованием статистического параметрического картирования на спинномозговую жидкость, серое и белое вещество. Авторы предположили, что количественное определение микроструктуры белого вещества может выступать релевантным биомаркером когнитивных показателей.

В поперечном исследовании (Abgottsporn et al., 2022) изучались моторные навыки и исполнительные функции у детей, перенесших артериальный ишемический инсульт. Рабочая память оценивалась с помощью числовых последовательностей (Letter Number-Sequencing) и теста замены цифровых символов из шкалы интеллекта Векслера для детей / взрослых (в зависимости от возраста испытуемого), когнитивное торможение — с помощью методики Go / NoGo и словесно-цветового теста Струпа, переключение — с помощью теста прокладывания маршрута (Trail Making Test) и словесно-цветового теста из методики D-KEFS (Delis-Kaplan Executive Function System). Были получены высококачественные T1-взвешенные изображения с применением последовательности градиентного эха. Учитывались следующие показатели: размер, латерализация и локализация поражения. Экспериментальная когорта ( $n = 27$ , 6–23 лет) по сравнению с нормативным контролем ( $n = 49$ , 6–26 лет) не показала существенных различий.

## Заключение

Исполнительные функции играют важную роль в повседневном функционировании ребенка, поскольку напрямую связаны со способностью адаптироваться к внешним условиям, а также непосредственно влияют на академическую успешность.

Вне зависимости от исследовательской парадигмы все авторы сходятся в том, что исполнительные функции как высшие когнитивные процессы позволяют эффективно управлять деятельностью и достигать поставленных целей. Отдельные составляющие моделей варьируются от автора к автору, однако суть остается неизменной. Одним из основных нейрофизиологических коррелятов исполнительных функций является префронтальная кора, однако могут быть вовлечены и другие анатомические структуры. Нарушение исполнительных функций чаще всего фиксируется в структуре течения и исходов тех заболеваний, которые вовлекают лобные отделы головного мозга, — СДВГ, РАС и артериальных детских инсультов.

Метод МРТ головного мозга позволяет оценить исполнительные функции у детей в спектре нормы и патологии. Именно количественная оценка данных МРТ выявляет биологические маркеры, которые играют важную роль в диагностических и исследовательских целях, могут быть рассмотрены как цель для терапевтических стратегий. При СДВГ нарушение исполнительных функций преимущественно связано с дисфункцией работы лобных долей головного мозга, при РАС — с нарушением работы глутамата и ГАМК, при инсультах — зависит от локализации и объема очага поражения.

Своевременная диагностика нарушений исполнительных функций позволяет вовремя начать терапевтическое вмешательство и избежать психологического неблагополучия ребенка в дальнейшем.

## Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, проект № 24-18-01061.

## Литература

- Лурия, А. Р. (1963). *Мозг человека и психические процессы. Т. 1: Нейропсихологические исследования*. Москва: Педагогика.
- Лурия, А. Р. (1973). *Основы нейропсихологии*. Москва: Изд-во Моск. ун-та.
- Abgottspon, S., Steiner, L., Slavova, N., Steinlin, M., Grunt, S., & Everts, R. (2022). Relationship between motor abilities and executive functions in patients after pediatric stroke. *Applied Neuropsychology: Child*, 11(4), 618–628. <https://doi.org/10.1080/21622965.2021.1919111>
- Abu-Akel, A. (2003). A neurobiological mapping of theory of mind. *Brain research. Brain research reviews*, 43(1), 29–40. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(03\)00190-5](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(03)00190-5)
- Abu-Akel, A., & Shamay-Tsoory, S. (2011). Neuroanatomical and neurochemical bases of theory of mind. *Neuropsychologia*, 49(11), 2971–2984. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.07.012>

- Al Dera, H. (2022). Cellular and molecular mechanisms underlying autism spectrum disorders and associated comorbidities: A pathophysiological review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 148, 112688. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.112688>
- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16, 17–42. <https://doi.org/10.1007/s11065-006-9002-x>
- American Psychiatric Association (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Anderson, V. (2002). Executive function in children: Introduction. *Child Neuropsychology*, 8(2), 69–70. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.69.8725>
- Andreou, M., & Skrimpa, V. (2020). Theory of mind deficits and neurophysiological operations in autism spectrum disorders: A review. *Brain Sciences*, 10(6), 393. <https://doi.org/10.3390/brainsci10060393>
- Baddeley, A. (2010). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1(1), 5–28. <https://doi.org/10.1080/713755608>
- Baek, J. H., Park, H., Kang, H., Kim, R., Kang, J. S., & Kim, H. J. (2024). The role of glutamine homeostasis in emotional and cognitive functions. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(2), 1302. <https://doi.org/10.3390/ijms25021302>
- Baldovsky, M. D., & Okada, P. J. (2020). Pediatric stroke in the emergency department. *Journal of the American College of Emergency Physicians Open*, 1(6), 1578–1586. <https://doi.org/10.1002/emp2.12275>
- Banich, M. T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 89–94. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x>
- Barbas, H., & Zikopoulos, B. (2007). The prefrontal cortex and flexible behavior. *Neuroscientist*, 13, 532–545. <https://doi.org/10.1177/1073858407301369>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Biswas, A., Mankad, K., Shroff, M., Hanagandi, P., & Krishnan, P. (2020). Neuroimaging perspectives of perinatal arterial ischemic stroke. *Pediatric Neurology*, 113, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2020.08.011>
- Blackwell, J. E., Alammari, H. A., Weighall, A. R., Kellar, I., & Nash, H. M. (2017). A systematic review of cognitive function and psychosocial well-being in school-age children with narcolepsy. *Sleep Medicine Reviews*, 34, 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.07.003>
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78, 647–663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Boone, J. M. (2007). Radiological interpretation 2020: Toward quantitative image assessment. *The Medical Physics*, 34(11), 4173–4179. <https://doi.org/10.1118/1.2789501>
- Bosenbark, D. D., Krivitzky, L., Ichord, R., Jastrzab, L., & Billinghamurst, L. (2018). Attention and executive functioning profiles in children following perinatal arterial ischemic stroke. *Child Neuropsychology*, 24, 106–123. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1225708>

- Brydges, C. R., Fox, A. M., Reid, C. L., & Anderson, M. (2014). The differentiation of executive functions in middle and late childhood: A longitudinal latent-variable analysis. *Intelligence*, *47*, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.08.010>
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, *19*(3), 273–293. [https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903\\_3](https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3)
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, *28*(2), 595–616. [https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3)
- Carrington, S. J., & Bailey, A. J. (2009). Are there theory of mind regions in the brain? A review of the neuroimaging literature. *Human Brain Mapping*, *30*(8), 2313–2335. <https://doi.org/10.1002/hbm.20671>
- Carter, J. A., Neville, B. G., & Newton, C. R. (2003). Neuro-cognitive impairment following acquired central nervous system infections in childhood: A systematic review. *Brain Research Reviews*, *43*(1), 57–69. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(03\)00192-9](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(03)00192-9)
- Casey, B. J., Giedd, J. N., & Thomas, K. M. (2003). Structure and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*, *54*, 241–257. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(00\)00058-2](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(00)00058-2)
- Cashmore, M. T., McCann, A. J., Wastling, S. J., McGrath, C., Thornton, J., & Hall, M. G. (2021). Clinical quantitative MRI and the need for metrology. *The British Journal of Radiology*, *94*(1120), 20201215. <https://doi.org/10.1259/bjr.20201215>
- Chalavi, S., Simmons, A., Dijkstra, H., Barker, G. J., & Reinders, A. A. T. S. (2012). Quantitative and qualitative assessment of structural magnetic resonance imaging data in a two-center study. *BMC Medical Imaging*, *12*, 27. <https://doi.org/10.1186/1471-2342-12-27>
- Champigny, C. M., Deotto, A., Westmacott, R., Dlamini, N., & Desrocher, M. (2020). Academic outcome in pediatric ischemic stroke. *Child Neuropsychology*, *26*(6), 817–833. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1712346>
- Craig, B. T., Hilderley, A., Kirton, A., & Carlson, H. L. (2021). Imaging developmental and interventional plasticity following perinatal stroke. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, *48*(2), 157–171. <https://doi.org/10.1017/cjn.2020.166>
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. In M. D'Esposito, J. Grafman (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology: Vol. 163. The Frontal Lobes* (pp. 197–219). Amsterdam: Elsevier.
- Cubillo, A., Halari, R., Smith, A., Taylor, E., & Rubia, K. (2012). A review of fronto-striatal and fronto-cortical brain abnormalities in children and adults with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and new evidence for dysfunction in adults with ADHD during motivation and attention. *Cortex*, *48*(2), 194–215. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.04.007>
- DeMayo, M. M., Harris, A. D., Song, Y. J. C., Pokorski, I., Thapa, R., Patel, S., ... Guastella, A. J. (2021). Age-related parietal GABA alterations in children with autism spectrum disorder. *Autism Research*, *14*(5), 859–872. <https://doi.org/10.1002/aur.2487>
- Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., ... Guastella, A. J. (2018). Autism spectrum disorders: a meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry*, *23*(5), 1198–1204. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.75>

- Di, J., Li, J., O'Hara, B., Alberts, I., Xiong, L., Li, J., & Li, X. (2020). The role of GABAergic neural circuits in the pathogenesis of autism spectrum disorder. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 80(2), 73–85. <https://doi.org/10.1002/jdn.10005>
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 466–503). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0029>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *The Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Ling, S. D. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Dipnall, L., Hourani, D., Darling, S., Anderson, V., Sciberras, E., & Silk, T. J. (2023). Fronto-parietal white matter microstructure associated with working memory performance in children with ADHD. *Cortex*, 166, 243–257. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2023.03.015>
- Dirlikov, B., Shiels, R. K., Crocetti, D., Denckla, M. B., Mahone, E. M., & Mostofsky, S. H. (2015). Distinct frontal lobe morphology in girls and boys with ADHD. *NeuroImage: Clinical*, 7, 222–229. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2014.12.010>
- Doebel, S., Rowell, F. S., & Koenig, M. A. (2016). Young children detect and avoid logically inconsistent sources: The importance of communicative context and executive function. *Child Development*, 87(6), 1956–1970. <https://doi.org/10.1111/cdev.12563>
- Edmondson, D. A., Xia, P., McNally Keehn, R., Dydak, U., & Keehn, B. A. (2020). A magnetic resonance spectroscopy study of superior visual search abilities in children with autism spectrum disorder. *Autism Research*, 13(4), 550–562. <https://doi.org/10.1002/aur.2258>
- Eriksson, J., Vogel, E. K., Lansner, A., Bergström, F., & Nyberg, L. (2015). Neurocognitive architecture of working memory. *Neuron*, 88(1), 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.020>
- Ferriero, D. M., Fullerton, H. J., Bernard, T. J., Billinghamurst, L., Daniels, S. R., DeBaun, M. R., ... Smith, E. R. (2019). Management of stroke in neonates and children: A scientific statement from the American Heart Association / American Stroke Association. *Stroke*, 50(3), e51–e96. <https://doi.org/10.1161/STR.000000000000183>
- Filipe, G. M., Veloso, S. A., & Frota, S. (2023). Executive functions and language skills in preschool children: The unique contribution of verbal working memory and cognitive flexibility. *Brain Sciences*, 13(3), 470. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030470>
- Fuentes, A., Westmacott, R., Deotto, A., Veber, G. de, & Desrocher, M. (2017). Working memory outcomes following unilateral arterial ischemic stroke in childhood. *Child Neuropsychology*, 23(7), 803–821. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1205008>
- García-Madruga, J. A., Gómez-Veiga, I., & Vila, J. O. (2016). Executive functions and the improvement of thinking abilities: The Intervention in Reading Comprehension. *Frontiers in Psychology*, 7, 58. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00058>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>

- Gécz, J. (2010). Glutamate receptors and learning and memory. *Nature Genetics*, 42(11), 925–926. <https://doi.org/10.1038/ng1110-925>
- Geurts, H., Booth, R., Sinzig, J., & Happe, F. (2014). Neuropsychological heterogeneity in executive functioning in autism spectrum disorders. *International Journal of Developmental Disabilities*, 60(3), 155–162. <https://doi.org/10.1179/2047387714Y.0000000047>
- Goddings, A.-L., Roalf, D., Lebel, C., & Tamnes, C. K. (2021). Development of white matter microstructure and executive functions during childhood and adolescence: A review of diffusion MRI studies. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 51, 101008. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2021.101008>
- Greene, D. J., Black, K. J., & Schlaggar, B. L. (2016). Considerations for MRI study design and implementation in pediatric and clinical populations. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.12.005>
- Hajek, C. A., Yeates, K. O., Anderson, V., Mackay, M., Greenham, M., Gomes, A., & Lo, W. (2014). Cognitive outcomes following arterial ischemic stroke in infants and children. *The Journal of Child Neurology*, 29(7), 887–894. <https://doi.org/10.1177/0883073813491828>
- Hassan, T. H., Abdelrahman, H. M., Abdel Fattah, N. R., El-Masry, N. M., Hashim, H. M., El-Gerby, K. M., & Abdel Fattah, N. R. (2013). Blood and brain glutamate levels in children with autistic disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(4), 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.12.005>
- Hatoum, A. S., Morrison, C. L., Mitchell, E. C., Lam, M., Benca-Bachman, C. E., Reineberg, A. E., ... Friedman, N. P. (2023). Genome-wide association study shows that executive functioning is influenced by GABAergic processes and is a neurocognitive genetic correlate of psychiatric disorders. *Biological Psychiatry*, 93(1), 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2022.06.034>
- Hennig, J. (2023). An evolution of low-field strength MRI. *MAGMA*, 36(3), 335–346. <https://doi.org/10.1007/s10334-023-01104-z>
- Hertrich, I., Dietrich, S., Blum, C., & Ackermann, H. (2021). The role of the dorsolateral Prefrontal cortex for speech and language processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 645209. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.645209>
- Hoogman, M., Muetzel, R., Guimaraes, J. P., Shumskaya, E., Mennes, M., Zwiers, M. P., ... Franke, B. (2019). Brain imaging of the cortex in ADHD: A coordinated analysis of large-scale clinical and population-based samples. *The American Journal of Psychiatry*, 176(7), 531–542. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2019.18091033>
- Hosenbocus, S., & Chahal, R. (2012). A review of executive function deficits and pharmacological management in children and adolescents. *The Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 21(3), 223–229. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3413474/>
- Jiang, B., Hills, N. K., Forsyth, R., Jordan, L. C., Slim, M., Pavlakis, S. G., ... VIPS Investigators. (2021). Imaging predictors of neurologic outcome after pediatric arterial ischemic stroke. *Stroke*, 52(1), 152–161. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.030965>
- Joyce, M. K. P., Uchendu, S., & Arnsten, A. F. T. (2024). Stress and inflammation target dorsolateral prefrontal cortex function: Neural mechanisms underlying weakened cognitive control. *Biological Psychiatry*, S0006–3223(24)01420–3. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2024.06.016>

- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, *17*, 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kana, R. K., Maximo, J. O., Williams, D. L., Keller, T. A., Schipul, S. E., Cherkassky, V. L., ... Just, M. A. (2015). Aberrant functioning of the theory-of-mind network in children and adolescents with autism. *Molecular Autism*, *6*(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s13229-015-0052-x>
- Kim, E., Kyeong, S., Cheon, K. A., Park, B., Oh, M. K., Chun, J. W., ... Song, D. H. (2016). Neural responses to affective and cognitive theory of mind in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Neuroscience Letters*, *621*, 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.04.026>
- Kimhi, Y. (2014). Theory of mind abilities and deficits in autism spectrum disorders. *Topics in Language Disorders*, *34*(4), 329–343. <https://doi.org/10.1097/TLD.0000000000000033>
- Kline, C. N., & Mueller, S. (2020). Neurocognitive outcomes in children with brain tumors. *Seminars in Neurology*, *40*(3), 315–321. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1708867>
- Kofler, M. J., Groves, N. B., Chan, E. S. M., Marsh, C. L., Cole, A. M., Gaye, F., ... Singh, L. J. (2024). Working memory and inhibitory control deficits in children with ADHD: An experimental evaluation of competing model predictions. *Frontiers in Psychiatry*, *15*, 1277583. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1277583>
- Krause, L., Enticott, P. G., Zangen, A., & Fitzgerald, P. B. (2012). The role of medial prefrontal cortex in theory of mind: A deep rTMS study. *Behavioural Brain Research*, *228*(1), 87–90. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.11.037>
- Lai, C. L. E., Lau, Z., Lui, S. S. Y., Lok, E., Tam, V., Chan, Q., ... Cheung, E. F. C. (2017). Meta-analysis of neuropsychological measures of executive functioning in children and adolescents with high-functioning autism spectrum disorder. *Autism Research*, *10*(5), 911–939. <https://doi.org/10.1002/aur.1723>
- Larsen, N., Craig, B. T., Hilderley, A. J., Virani, S., Murias, K., Brooks, B. L., ... Carlson, H. L. (2022). Frontal interhemispheric structural connectivity, attention, and executive function in children with perinatal stroke. *Brain and Behavior*, *12*(1), e2433. <https://doi.org/10.1002/brb3.2433>
- Laureys, F., De Waelle, S., Barendse, M. T., Lenoir, M., & Deconinck, F. J. (2022). The factor structure of executive function in childhood and adolescence. *Intelligence*, *90*, 101600. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101600>
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, *84*(6), 1933–1953. <https://doi.org/10.1111/cdev.12096>
- Levin, H. S., & Hanten, G. (2005). Executive functions after traumatic brain injury in children. *Pediatric Neurology*, *33*(2), 79–93. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2005.02.002>
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *The International Journal of Psychology*, *17*(1–4), 281–297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.  
Retrieved from <https://psycnet.apa.org/record/2004-16637-000>
- Li, E., Smithson, L., Khan, M., Kirton, A., Pei, J., Andersen, J., ... Rasmussen, C. (2022). Effects of perinatal stroke on executive functioning and mathematics performance in children. *The Journal of Child Neurology*, *37*(2), 133–140. <https://doi.org/10.1177/088330738211063683>

- Lin, H., Haider, S. P., Kaltenhauser, S., Mozayan, A., Malhotra, A., Constable, R. T., ... Payabvash, S. (2023). Population level multimodal neuroimaging correlates of attention-deficit hyperactivity disorder among children. *Frontiers in Neuroscience*, *17*, 1138670. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1138670>
- Manias, K. A., & Peet, A. (2018). What is MR spectroscopy? *Archives of Disease in Childhood*, *103*(4), 213–216. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312839>
- Marotta, R., Risoleo, M. C., Messina, G., Parisi, L., Carotenuto, M., Vetri, L., & Roccella, M. (2020). The neurochemistry of autism. *Brain Sciences*, *10*(3), 163. <https://doi.org/10.3390/brainsci10030163>
- Marsman, A., Mandl, R. C. W., Klomp, D. W. J., Cahn, W., Kahn, R. S., Luijten, P. R., & Hulshoff Pol, H. E. (2017). Intelligence and brain efficiency: Investigating the association between working memory performance, glutamate, and GABA. *Frontiers in Psychiatry*, *8*, 154. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2017.00154>
- McKenna, R., Rushe, T., & Woodcock, K. A. (2017). Informing the structure of executive function in children: A meta-analysis of functional neuroimaging data. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 154. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00154>
- Mechelli, A., Price, C. J., Friston, K. J., & Ashburner, J. (2005). Voxel-Based Morphometry of the human brain: Methods and applications. *Current Medical Imaging*, *1*(2), 105–113. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/280225408\\_Voxel-Based\\_Morphometry\\_of\\_the\\_Human\\_Brain\\_Methods\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/280225408_Voxel-Based_Morphometry_of_the_Human_Brain_Methods_and_Applications)
- Meixner, J. M., & Laubrock, J. (2024). Executive functioning predicts development of reading skill and perceptual span seven years later. *Journal of Memory and Language*, *136*, 104511. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2024.104511>
- Messer, D. J., Moran, A., & Henry, A. L. (2019). Executive functioning in children. In S. D. A. Hupp, J. D. Jewell (Eds.), *The Encyclopedia of Child and Adolescent Development* (pp. 1–12). Hoboken: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119171492.wecad117>
- Miano, S., & Peraito-Adrados, M. R. (2014). Pediatric insomnia: Clinical, diagnosis, and treatment. *Revista de Neurología*, *58*(1), 35–42. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/259349704\\_Pediatric\\_insomnia\\_Clinical\\_diagnosis\\_and\\_treatment](https://www.researchgate.net/publication/259349704_Pediatric_insomnia_Clinical_diagnosis_and_treatment)
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*(1), 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” Tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Montanari, M., Martella, G., Bonsi, P., & Meringolo, M. (2022). Autism spectrum disorder: Focus on glutamatergic neurotransmission. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(7), 3861. <https://doi.org/10.3390/ijms23073861>
- Nejati, V., Salehinejad, M. A., & Nitsche, M. A. (2018). Interaction of the left dorsolateral prefrontal cortex (l-DLPFC) and right orbitofrontal cortex (OFC) in hot and cold executive functions: Evidence from transcranial direct current stimulation (tDCS). *Neuroscience*, *369*, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.10.042>

- Nisar, S., Bhat, A. A., Masoodi, T., Hashem, S., Akhtar, S., Ali, T. A., ... Haris, M. (2022). Genetics of glutamate and its receptors in autism spectrum disorder. *Molecular Psychiatry*, 27(5), 2380–2392. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01506-w>
- O’Keeffe, F., Murphy, O., Ganesan, V., King, J., & Murphy, T. (2017). Neuropsychological outcome following childhood stroke — a review. *Brain Injury*, 37(12), 1575–1589. <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1332782>
- Operto, F. F., Pastorino, G. M. G., Viggiano, A., Dell’Isola, G. B., Dini, G., Verrotti, A., Coppola, G. (2023). Epilepsy and cognitive impairment in childhood and adolescence: A mini-review. *Current Neuropharmacology*, 21(8), 1646–1665. <https://doi.org/10.2174/1570159x20666220706102708>
- Pellicano, E. (2013). Testing the predictive power of cognitive atypicalities in autistic children: Evidence from a 3-year follow-up study. *Autism Research*, 6(4), 258–267. <https://doi.org/10.1002/aur.1286>
- Peña-Casanova, J., & Sigg-Alonso, J. (2020). Functional systems and brain functional units beyond Luria, with Luria: Anatomical aspects. *Lurian Journal*, 1(1), 48–76. <https://doi.org/10.15826/Lurian.2020.1.1.6>
- Peterson, R. K., Williams, T. S., McDonald, K. P., Dlamini, N., & Westmacott, R. (2019). Cognitive and academic outcomes following childhood cortical stroke. *The Journal of Child Neurology*, 34(14), 897–906. <https://doi.org/10.1177/0883073819866609>
- Pierpaoli, C. (2010). Quantitative brain MRI. *Topics in Magnetic Resonance Imaging*, 21(2), 63. <https://doi.org/10.1097/RMR.0b013e31821e56f8>
- Poland, S. E., Monks, C. P., & Tsermentseli, S. (2016). Cool and hot executive function as predictors of aggression in early childhood: Differentiating between the function and form of aggression. *British Journal of Developmental Psychology*, 34(2), 181–197. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12122>
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium* (pp. 55–85). Lawrence Erlbaum. Retrieved from <https://psycnet.apa.org/record/2005-07323-012>
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515–526. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512>
- Reimann, G. E., Jeong, H. J., Durham, E. L., Archer, C., Moore, T. M., Berhe, F., ... Kaczkurkin, A. N. (2024). Gray matter volume associations in youth with ADHD features of inattention and hyperactivity / impulsivity. *Human Brain Mapping*, 45(5), e26589. <https://doi.org/10.1002/hbm.26589>
- Richland, L. E., & Burchinal, M. R. (2013). Early executive function predicts reasoning development. *Psychological Science*, 24(1), 87–92. <https://doi.org/10.1177/0956797612450883>
- Rivella, C., & Viterbori, P. (2021). Executive function following pediatric stroke. A systematic review. *Child Neuropsychology*, 27(2), 209–231. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1820472>
- Roca, M. (2016). The relationship between Executive Functions and Theory of Mind: A Long and Winding Road. *The Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 87(3), 229. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2015-312568>
- Roussel, M., Dujardin, K., Henon, H., & Godefroy, O. (2012). Is the frontal dysexecutive syndrome due to a working memory deficit? Evidence from patients with stroke. *Brain*, 135(7), 2192–2201. <https://doi.org/10.1093/brain/aws132>

- Rubenstein, J. L., & Merzenich, M. M. (2003). Model of autism: Increased ratio of excitation / inhibition in key neural systems. *Genes, Brain and Behavior*, 2(5), 255–267. <https://doi.org/10.1034/j.1601-183x.2003.00037.x>
- Rubia, K., Alegria, A., & Brinson, H. (2014). Imaging the ADHD brain: Disorder-specificity, medication effects and clinical translation. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 14(5), 519–538. <https://doi.org/10.1586/14737175.2014.907526>
- Salehinejad, M. A., Ghanavati, E., Rashid, M. H. A., & Nitsche, M. A. (2021). Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network. *Brain and Neuroscience Advances*, 5. <https://doi.org/10.1177/23982128211007769>
- Sari, E., & Erbas, O. (2022). Human prefrontal cortex: Regions and functions. *Journal of Experimental and Basic Medical Sciences*, 3(2), 134–139. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/363487909\\_Human\\_Prefrontal\\_Cortex\\_Regions\\_and\\_Functions](https://www.researchgate.net/publication/363487909_Human_Prefrontal_Cortex_Regions_and_Functions)
- Satterfield, J. H., & Dawson, M. E. (1971). Electrodermal correlates of hyperactivity in children. *Psychophysiology*, 8(2), 191–197. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1971.tb00450.x>
- Schwartz Offek, E., & Segal, O. (2022). Comparing Theory of mind development in children with autism spectrum disorder, developmental language disorder, and typical development. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 18, 2349–2359. <https://doi.org/10.2147/NDT.S331988>
- Seidman, L. J., Valera, E. M., & Makris, N. (2005). Structural brain imaging of attention-deficit / hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1263–1272. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.11.019>
- Shamay-Tsoory, S. G., Tomer, R., Berger, B. D., Goldsher, D., & Aharon-Peretz, J. (2005). Impaired “Affective Theory of Mind” is associated with right ventromedial prefrontal damage. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 18(1), 55–67. <https://doi.org/10.1097/01.wnn.0000152228.90129.99>
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., ... Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit / hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(49), 19649–19654. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707741104>
- Shinde, K., Craig, B. T., Hassett, J., Dlamini, N., Brooks, B. L., Kirton, A., & Carlson, H. L. (2023). Alterations in cortical morphometry of the contralesional hemisphere in children, adolescents, and young adults with perinatal stroke. *Scientific Reports*, 13(1), 11391. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38185-8>
- Sideraki, A., & Drigas, A. (2024). GABA and executive functions in ASD. *Scientific Electronic Archives*, 17(3). <https://doi.org/10.36560/17320241940>
- Sinha, N., & Ramakrishnan, A. G. (2010). Quality assessment in magnetic resonance images. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 38(2), 127–141. <https://doi.org/10.1615/critrevbiomedeng.v38.i2.20>
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (2001). *Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach*. New York, NY: Guilford Press.
- Souissi, S., Chamari, K., & Bellaj, T. (2022). Assessment of executive functions in school-aged children: A narrative review. *Frontiers in Psychology*, 13, 991699. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.991699>

- Studer, M., Boltshauser, E., Capone Mori, A., Datta, A., Fluss, J., Mercati, D., ... Steinlin, M. (2014). Factors affecting cognitive outcome in early pediatric stroke. *Neurology*, 82(9), 784–792. <https://doi.org/10.1212/WNL.000000000000162>
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Philosophical Research*, 63, 289–298. <https://doi.org/10.1007/S004269900007>
- Stuss, D. T., & Levine, B. (2002). Adult clinical neuropsychology: Lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*, 53, 401–433. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135220>
- Teles Filho, R. V. (2020). Phineas Gage's great legacy. *Dementia & Neuropsychologia*, 14(4), 419–421. <https://doi.org/10.1590/1980-57642020dn14-040013>
- Townes, P., Liu, C., Panesar, P., Devoe, D., Lee, S. Y., Taylor, G., ... Schachar, R. (2023). Do ASD and ADHD have distinct executive function deficits? A systematic review and meta-analysis of direct comparison studies. *Journal of Attention Disorders*, 27(14), 1571–1582. <https://doi.org/10.1177/10870547231190494>
- Vossel, S., Geng, J. J., & Fink, G. R. (2014). Dorsal and ventral attention systems: Distinct neural circuits but collaborative roles. *The Neuroscientist*, 20(2), 150–159. <https://doi.org/10.1177/1073858413494269>
- Vuralli, D., Ayata, C., & Bolay, H. (2018). Cognitive dysfunction and migraine. *The Journal of Headache and Pain*, 19, 109. <https://doi.org/10.1186/s10194-018-0933-4>
- Wang, X.-K., Wang, X.-Q., Yang, X., & Yuan, L.-X. (2022). Gray matter network associated with attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 922720. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.922720>
- Wang, Y., Ma, L., Wang, J., Ding, Y., Liu, N., Men, W., ... Tao, S. (2024). The neural and genetic underpinnings of different developmental trajectories of Attention-Deficit / Hyperactivity Symptoms in children and adolescents. *BMC Medicine*, 22, 223. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03449-1>
- Westmacott, R., MacGregor, D., Askalan, R., & Veber, G. de (2009). Late emergence of cognitive deficits after unilateral neonatal stroke. *Stroke*, 40(6), 2012–2019. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.533976>
- Whitwell, J. L. (2009). Voxel-based morphometry: An automated technique for assessing structural changes in the brain. *Journal of Neuroscience*, 29(31), 9661–9664. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2160-09.2009>
- Wu, Z.-M., Llera, A., Hoogman, M., Cao, Q.-J., Zwiers, M. P., Bralten, J., ... Wang, Y.-F. (2019). Linked anatomical and functional brain alterations in children with attention-deficit / hyperactivity disorder. *NeuroImage: Clinical*, 23, 101851. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2019.101851>
- Yap, K. H., Abdul Manan, H., & Sharip, S. (2021). Heterogeneity in brain functional changes of cognitive processing in ADHD across age: A systematic review of task-based fMRI studies. *Behavioural Brain Research*, 397, 112888. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.112888>
- Yazdani, S., Yusof, R., Riazi, A., & Karimian, A. (2014). Magnetic resonance image tissue classification using an automatic method. *Diagnostic Pathology*, 9, 207. <https://doi.org/10.1186/s13000-014-0207-7>
- Yousaf, T., Dervenoulas, G., & Politis, M. (2018). Advances in MRI Methodology. *International Review of Neurobiology*, 141, 31–76. <https://doi.org/10.1016/bs.irn.2018.08.008>

- Zelazo, Ph. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360.  
<https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
- Zilbovicius, M., Meresse, I., Chabane, N., Brunelle, F., Samson, Y., & Boddaert, N. (2006). Autism, the superior temporal sulcus and social perception. *Trends in Neurosciences*, 29(7), 359–366.  
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.06.004>
- Zimonyi, N., Kóti, T., Dombrádi, V., Imrei, M., Nagy, R., Pulay, M. Á., ... Túri, I. (2024). Comparison of executive function skills between patients with cerebral palsy and typically developing populations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 13(7), 1867.  
<https://doi.org/10.3390/jcm13071867>

Оригинал статьи получен 23 июля 2024

Исправленная статья принята 02 сентября 2024

#### Об авторах:

**Короткова Екатерина Владимировна**, аспирант, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия;  
<https://orcid.org/0000-0001-8601-3192>; [evkmob@gmail.com](mailto:evkmob@gmail.com)

**Котюсов Александр Игоревич**, кандидат психологических наук, заведующий лабораторией, учебно-научная лаборатория нейротехнологий, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия;  
<https://orcid.org/0000-0001-7007-824X>; [sunalexr@gmail.com](mailto:sunalexr@gmail.com)

**Кунникова Ксения Игоревна**, кандидат психологических наук, научный сотрудник, учебно-научная лаборатория нейротехнологий, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия;  
<https://orcid.org/0000-0002-9595-0599>; [k.i.kunnikova@urfu.ru](mailto:k.i.kunnikova@urfu.ru)

**Ус Полина Константиновна**, лаборант-исследователь, учебно-научная лаборатория нейротехнологий, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0009-0003-9852-9016>;  
[us123polina@gmail.com](mailto:us123polina@gmail.com)

**Леушина Юлия Евгеньевна**, студент, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия;  
<https://orcid.org/0009-0002-3370-5376>; [leushyuliya1975@gmail.com](mailto:leushyuliya1975@gmail.com)

**Львова Ольга Александровна**, доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник, учебно-научная лаборатория нейротехнологий, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; старший научный сотрудник, лаборатория нейрокогнитивных технологий и нейропсихологического развития, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия;  
<https://orcid.org/0000-0002-2280-3096>; [olvova@bk.ru](mailto:olvova@bk.ru)

**About the authors:**

- Korotkova Ekaterina V.**, Postgraduate Student, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia;  
<https://orcid.org/0000-0001-8601-3192>; [evkmob@gmail.com](mailto:evkmob@gmail.com)
- Kotyusov Alexander I.**, PhD in Psychology, Head of the Laboratory, Laboratory of Neurotechnology, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia; <http://orcid.org/0000-0001-7007-824X>; [sunalexr@gmail.com](mailto:sunalexr@gmail.com)
- Kunnikova Ksenia I.**, PhD in Psychology, Researcher, Laboratory of Neurotechnology, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia;  
<https://orcid.org/0000-0002-9595-0599>; [k.i.kunnikova@urfu.ru](mailto:k.i.kunnikova@urfu.ru)
- Us Polina K.**, Laboratory Research Assistant, Laboratory of Neurotechnology, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia;  
<https://orcid.org/0009-0003-9852-9016>; [us123polina@gmail.com](mailto:us123polina@gmail.com)
- Leushina Yuliya E.**, Student, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0009-0002-3370-5376>; [leushyuliya1975@gmail.com](mailto:leushyuliya1975@gmail.com)
- Lvova Olga A.**, Doctor in Medicine, Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Neurotechnology, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin; Senior Researcher, Laboratory of Neurocognitive Technologies and Neuropsychological Development, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia;  
<https://orcid.org/0000-0002-2280-3096>; [olvova@bk.ru](mailto:olvova@bk.ru)

Lurian Journal. 2024. Vol. 5. No. 2. P. 38–46

DOI 10.15826/Lurian.2024.5.2.2

УДК 612.821:159.937 + 316.77 + 57.087.1 + 612.825.26:519.95 + 004.422 + 616.12–008.331.1

## Insights into Landscape Perception and Appreciation through Eye Movement Tracking

**Anna D. Tokmoltseva**

Neuro laboratory «Neurollab»,  
Russian Orthodox University of Saint John the Divine,  
Moscow, Russia

**Elizaveta V. Akeleva**

Neuro laboratory «Neurollab»,  
Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russia

## Исследование восприятия и оценки пейзажа посредством отслеживания движений глаз

**Анна Денисовна Токмовцева**

Нейролаборатория «Нейроллаб»,  
Российский православный университет Святого Иоанна Богослова,  
Москва, Россия

**Елизавета Владимировна Акельева**

Нейролаборатория «Нейроллаб»,  
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
Москва, Россия

**To cite this article:** Tokmoltseva, A. D., & Akeleva, E. V. (2024). Insights into Landscape Perception and Appreciation through Eye Movement Tracking. *Lurian Journal*, 5(2), pp. 38–46. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.2

**Для цитирования:** Токмовцева, А. Д., Акельева, Е. В. (2024). Исследование восприятия и оценки пейзажа посредством отслеживания движений глаз. *Lurian Journal*, 5(2), 38–46. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.2

**Abstract.** The variety of Russian natural scenery provides its natives with unique perceptive experience. Previous studies of this issue show cross-cultural differences among Russians and other cultures in their descriptions and emotional evaluation of landscapes. Our research aims to broaden the results of previous literature by exploring the connection between subjective judgements of landscapes by Russians and visual-spatial attention. Participants ( $n = 187$ ; 136 females) were shown 102 pictures of native and foreign natural scenes and were asked to assess them by affective and location qualities using the semantic differential. During the picture presentation, eye movements were recorded with the usage of Tobii and Gazepoint eye-trackers. Our results suggest a link between individuals' cognitive evaluation of landscapes and visual behavior. Duration of fixation correlated significantly with exotism and familiarity marks ( $p < .01$ ) for the landscapes, indicating the novel visual information which is gained from an exotic scenery demands additional attention resources. The correlation was also found among average saccade duration, emotional and aesthetic assessments ( $p < .01$ ). Therefore, the elongation of eye movement shifts might be a signifier of interest in the landscape. In the current study, we demonstrate the connection between visual attention and subjective judgment of a landscape image, which have not been shown previously for the Russian sample.

**Keywords:** *emotional perception; visual attention; Russians; landscape; eye-tracking; cross-cultural studies*

**Аннотация.** Разнообразие природных ландшафтов России обуславливает уникальность их восприятия ее жителями. Ранее проводимые исследования показали межкультурные различия между россиянами и представителями других стран в их описаниях и эмоциональной оценке ландшафтов. Данное исследование направлено на то, чтобы расширить предыдущие результаты, изучив связь между субъективными оценками пейзажей россиянами и визуально-пространственным вниманием. Участникам ( $n = 187$ ; 136 женщин) демонстрировали 102 фотографии местных и зарубежных пейзажей природы, которые следовало оценить по эмоциональному отклику и субъективному восприятию местоположения, используя семантический дифференциал. Во время презентации фотографий движения глаз фиксировались с помощью айтрекеров Tobii и Gazepoint. Полученные результаты указывают на связь между когнитивной оценкой ландшафтов и зрительным поведением. Продолжительность зрительной фиксации значимо коррелирует с показателями экзотичности и узнаваемости пейзажей ( $p < .01$ ) и указывает на то, что новая визуальная информация, получаемая из экзотического пейзажа, требует дополнительных ресурсов внимания. Также была обнаружена корреляция между средней продолжительностью саккады, эмоциональными и эстетическими оценками ( $p < .01$ ). Таким образом, увеличение продолжительности движения глаз может свидетельствовать об интересе к пейзажу. В настоящем исследовании демонстрируется связь между зрительно-пространственным вниманием и субъективной оценкой пейзажного изображения, которая ранее не изучалась на российской выборке.

**Ключевые слова:** *эмоциональное восприятие; зрительное внимание; россияне; пейзаж; айтрекинг; кросс-культурные исследования*

## Introduction

Human preferences for natural landscapes have been a long-standing subject of study in the field of psychology. There is a significant amount of research whose authors have set the task to understand the reasons why people prefer certain types of natural landscapes to others, and how these preferences affect their behavior (Howard, Thompson, Waterton, & Atha, 2018; Matijosaitiene, Ucan, & Minasyan, 2014).

One of the key theories underlying these studies is the Attention Restoration Theory, proposed by American psychologists S. Kaplan and R. Kaplan (Kaplan, 1995). The main provisions of this theory state that the most preferred natural landscapes for humans and causing positive emotions contribute to the restoration of cognitive resources after mental exhaustion caused by factors of everyday life. From the point of view of the authors, elements of nature, such as trees, clouds, reservoirs, create a feeling of “expanded space,” contributing to the restoration of attention.

Yet another equally influential idea is the savanna hypothesis, put forward by American biologist Gordon H. Orians in the early 1990s and his colleagues (Orians & Heerwagen, 1992). The authors of this theory argue that preferences in natural landscapes are innate, since humans are evolutionarily predisposed to prefer open landscapes with rare groups of trees and water resources that demonstrate the most favorable conditions for survival.

Another theory that has had a significant impact on the study of preferences in natural landscapes is the theory of schemes developed by A. Purcell (1987). The main argument of this theory lies in the presence of schemas, or prototypical representations, reflecting the patterns of experience of interaction with the environment and stored in memory. Accordingly, affective reactions occur when the properties of a particular landscape do not coincide with the corresponding cognitive scheme. If the difference between the cognitive schema and the real image is relatively small, then the person experiences positive emotions; if the image largely does not correspond to its prototype, then the person tends to experience negative emotional reactions.

These theories influenced the further course of research in the preferences of natural landscapes. However, studies of landscape perception using the eye-tracking method have had no less impact on progress in this area. The main advantage of the training is the ability to obtain objective data about a person's visual attention, which is not available through surveys and self-reports (e. g., Duchowski et al., 2018). In studies of preferences in natural landscapes, eye-tracking is used to identify the most attractive elements of the landscape, determine the sequence of perception of objects, as well as to compare visual preferences in different groups of subjects (e. g., Dupont, Antrop, & Van Eetvelde, 2013, 2015; Ueda et al., 2012; Wang P., Yang, Wang D., & He, 2021).

One of the earliest such studies was conducted in 1996 by Spanish psychologists (De Lucio, Mohammadian, Ruiz, Banayas, & Bernaldez, 1996), during which the main strategies or patterns of visual scanning of the landscape were identified. The overall strategy is to take a global, uniform and thorough look at the entire scene, as opposed to

focusing on any specific areas. The second scanning strategy was to inspect specific sites and, accordingly, can be described through interest in them. The third viewing strategy is to focus visual attention on the central area of the landscape, or on contrasting elements.

Over the past quarter century, the eye-tracking method has undergone a significant transformation, mainly consisting in improving the accuracy of fixing eye movements, the emergence of new methods of visualization and data analysis, the emergence of machine learning methods and their use in data processing. Some modern studies devoted to the study of visual perception of landscapes of the natural environment using eye-tracking are focused on predicting preferences in landscapes based on the analysis of data on areas with the highest concentration of attention displayed in the form of so-called hitmaps or “hot spots” (Schirpke, Tasser, & Lavdas, 2022). However, it remains unclear from their results whether the psychophysiological correlates of emotional perception of landscapes are due to cultural specificity or whether they are universal for all people.

The geographical location of Russia with its diverse climatic conditions provides a wide range of natural landscapes available for observation, which allows us to make an assumption about the rich visual experience of Russians in relation to the natural species surrounding them, therefore, the question of the cultural specificity of visual perception of landscapes in the Russian sample is of particular interest. Thus, in the current study, we focused on studying how the process of viewing landscapes among Russian residents proceeds and whether it is related to the subjective attitude of the sample to this type of image.

## Materials and Methods

This study involved 187 people (136 females,  $29.4 \pm 10.6$  years old, and 51 males,  $30.9 \pm 11.2$  years old) from Moscow and the Moscow region, each of whom left data on age, places of birth and residence, education, subjective preferences in landscapes and tourism experience. We collected psychophysiological data on eye movements, GSR and heart rate using the Gazepoint GP3 eye-tracker with a biometric kit, with a sampling rate of 60 Hz, and using the Tobii Pro Nano eye-tracker with a sampling rate of 60 Hz.

The respondents viewed 102 photographs of Russian and foreign landscapes. Each image was presented for 10 seconds, after which it automatically switched to the image assessment questionnaire. The participants started the main task (viewing and evaluating images) after completing a 9-point calibration, recalibration and familiarization with the instructions. In addition, we provided for the neutralization of the light reflex by demonstrating a gray screen between each stimulus and a focus point to calibrate the gaze (Skaramagkas et al., 2021).

For the incentive set, we collected 75 photographs of Russian natural landscapes, representing 7 categories of landscapes in equal numbers: forests, treeless plains (including tundra, wetlands and steppes), mountains, river valleys, waterfalls, lakes, sea coasts. In the process of collecting them, we relied on the experience of Russian researchers E. G. Petrova and Yu. V. Mironov, described in the article *Comparing the Visual Perception and Aesthetic*

*Evaluation of Natural Landscapes in Russia and Japan: Cultural and Environmental Factors* (Petrova et al., 2015). All the photos we have collected are 500 × 400 cm images that were taken from open sources and have a Creative Commons license.

In addition, the stimulus set used in the study also contained 27 photographs of foreign landscapes, which we took from the Oasis dataset (Open Affective Standardized Image Set) (Kurdi, Lozano, & Banaji, 2017).

To subjectively evaluate images, we used a semantic differential scale (Bradley & Lang, 1994), which allows respondents to evaluate images by a number of polar adjectives on a scale from 1 to 7 points. It contained 7 scales that can be divided into two groups: location scales, which contain questions related to the subjective assessment of the location of the landscape (exotic — familiar, located in Russia — located in another country, familiar — unfamiliar), and affect scales, which were aimed at assessing the subjective preferences of respondents (aesthetically attractive — aesthetically unattractive, causes positive emotions — causes negative emotions, delights me — causes sleep, apathy, causes stress — causes relaxation, open — closed) (Figure). In developing the survey scales, we also relied on research by E. G. Petrova and Yu. V. Mironov mentioned above, as well as other relevant works listed in the references.

	1	2	3	4	5	6	7
Exotic — Familiar	<input type="checkbox"/>						
Located in Russia — Located in another country	<input type="checkbox"/>						
Aesthetically attractive — Aesthetically unattractive	<input type="checkbox"/>						
Causes positive emotions — Causes negative emotions	<input type="checkbox"/>						
Delights me — Causes sleep, apathy	<input type="checkbox"/>						
Causes stress — Causes relaxation	<input type="checkbox"/>						
Familiar — Unfamiliar	<input type="checkbox"/>						
Open — Closed	<input type="checkbox"/>						

Figure. Example of a response scale that contains a description of images with clear polar characteristics

## Results

After analyzing the data obtained, we found the following results. We have recorded correlations using the Spearman method with the Bonferroni-Holm correction between subjective estimates of location and parameters of eye movements. The first such correlation is the correlation between subjective location estimates and eye movement parameters. Thus, we found that the average duration of fixations positively correlated with the perceived exoticism of landscapes ( $r = .265, p = .01$ ): the less familiar and more exotic the landscape appears, the longer fixations can be observed. A negative correlation was also found between the average fixation duration and recognizability ( $r = -.229, p = .05$ ): the longer the average duration of fixation on any of the landscapes, the less recognizable it is (Table).

Table

**Correlation between subjective evaluation of location estimates, affective estimates and parameters of eye movements**

Variable	<i>r</i>
Average duration of fixations & perceived exoticism of landscapes	.265**
Average duration of fixations & recognizability	-.229*
Average duration of saccades & the valence of emotions	.277**
Average saccade duration & aesthetic appeal	.241*

Note. \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

We also found two significant correlations between subjective affective assessments and the parameters of the subjects' eye movements. One of these correlations is a positive correlation between the average duration of saccades and the valence of emotions ( $r = .277$ ,  $p = .01$ ): the higher the duration of saccades, the more positive emotions a person experiences in the process of viewing the landscape. The second correlation found is a positive correlation between the average saccade duration and aesthetic appeal ( $r = .241$ ,  $p = .05$ ): the longer the saccades are, the more aesthetically attractive the observed landscape is.

## Discussion

Interpreting these results, we can draw several conclusions. Firstly, as can be seen, the exoticism of the natural landscape is a factor of visual interest in it. This fact can be explained by appealing to the scheme theory mentioned above (Purcell, 1987), according to which, if there is a difference between the prototype of the landscape and its image, in reality, the subject observing it tends to experience positive emotions. This provision of the theory of schemes can explain the results we obtained: we can assume that exotic landscapes were evaluated more positively because the corresponding cognitive schemes, or prototypes, did not fully correspond to the images observed in reality.

Secondly, our results demonstrate the relationship between the attractiveness of landscapes and viewing strategies. Strategies for viewing the most attractive landscapes, characterized by a high duration of saccades and, accordingly, the most active visual behavior, are associated with the fact that a person needs to consider all the interesting elements that this landscape contains.

## Conclusions

The results obtained by us can have practical application in a number of areas.

Firstly, data on the peculiarities of visual perception and subjective assessment of different landscapes by Russians can be useful in marketing and advertising. They would

make it possible to create more effective visual materials that take into account the cultural characteristics and preferences of the audience.

Secondly, the data obtained can also be used in the design of landscape design (e. g., Liu Q. et al., 2021). Getting to know them can help landscape designers and architects better understand which elements of the landscape are most attractive to Russians. This will allow you to create more aesthetically attractive and emotional spaces, parks, urban areas and recreation areas. Also, these results can be useful in designing tourist routes. Understanding which elements of the landscape attract the attention of tourists allows you to create more attractive locations (e. g., Liu Y., Hu, & Zhao, 2019).

In addition, the results of this study can be used in modeling the prediction of preferences in landscapes. It is worth recalling the study that we mentioned at the beginning (Schirpke et al., 2022), the authors of which are also engaged in the implementation of preference prediction based on the features of landscape perception obtained in eye tracking studies.

During our research, we encountered a number of limitations. The first of them is a limited number of camera angles in the photo and the photos themselves. However, this limitation can be removed by the fact that when collecting incentive materials, we were guided by the methodology of research conducted earlier. Another limitation is to limit the unevenness of the sample by gender. Also, one of the limitations is the absence of a comparison group (a foreign sample). However, it is worth emphasizing that this study is aimed at studying the peculiarities of perception of the Russian sample.

In our future research, we plan to minimize these limitations by achieving a balanced sample by gender and age. We are also going to expand our set of psychophysiological data by adding new categories of culturally specific stimuli to it and use it to improve the machine learning algorithm for emotion recognition, which was developed in our laboratory and presented earlier (Ivanina, Tokmoltseva, & Akelieva, 2023).

### **Acknowledgements**

We would like to express our deepest appreciation to the heads of the department, Konstantin Leonovich and Evgenia Sitnikova, for funding the study and helping to carry it out. We would also like to extend our sincere thanks to the former chief psychologist of the project, Ekaterina Ivanina, for her valuable advice in planning the study and recommendations on the design of the article. Lastly, we want to thank laboratory intern Saveli Savitsky for helping with the translation of metadata and editing.

### **References**

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59.  
[https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)

- De Lucio, J. V., Mohamadian, M., Ruiz, J. P., Banayas, J., & Bernaldez, F. G. (1996). Visual landscape exploration as revealed by eye movement tracking. *Landscape and Urban Planning*, 34(2), 135–142. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(95\)00208-1](https://doi.org/10.1016/0169-2046(95)00208-1)
- Duchowski, A. T., Krejtz, K., Krejtz, I., Biele, C., Niedzielska, A., Kiefer, P., & Giannopoulos, I. (2018). The index of pupillary activity. *Proceedings conference on human factors in computing systems "CHI 2018"* (282, pp. 1–13). New York, NY: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173856>
- Dupont, L., Antrop, M., & Van Eetvelde, V. (2013). Eye-tracking analysis in landscape perception research: Influence of photograph properties and landscape characteristics. *Landscape Research*, 39(4), 417–432. <https://doi.org/10.1080/01426397.2013.773966>
- Dupont, L., Antrop, M., & Van Eetvelde, V. (2015). Does landscape related expertise influence the visual perception of landscape photographs? Implications for participatory landscape planning and management. *Landscape and Urban Planning*, 141, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.05.003>
- Howard, P., Thompson, I., Waterton, E., & Atha, M. (Eds.). (2018). *The Routledge Companion to Landscape Studies* (2nd ed.). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315195063>
- Ivanina, E. O., Tokmova, A. D., & Akeleva, E. V. (2023). EmoEye: Eye-tracking and biometrics database for emotion recognition. *Lurian Journal*, 4(1), 8–20. <https://doi.org/10.15826/Lurian.2023.4.1.1>
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169–182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Kurdi, B., Lozano, S., & Banaji, M. R. (2017). Introducing the Open Affective Standardized Image Set (OASIS). *Behavior Research Methods*, 49, 457–470. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0715-3>
- Liu, Y., Hu, M., & Zhao, B. (2019). Audio-visual interactive evaluation of the forest landscape based on eye-tracking experiments. *Urban Forestry & Urban Greening*, 46, 126476. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126476>
- Liu, Q., Zhu, Z., Zeng, X., Zhuo, Z., Ye, B., Fang, L., ... Lai, P. (2021). The impact of landscape complexity on preference ratings and eye fixation of various urban green space settings. *Urban Forestry & Urban Greening*, 66, 127411. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127411>
- Matijosaitiene, I., Ucan, O., & Minasyan, A. (2014). Cultural differences in landscape perception. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 8(3), 16–25. <https://doi.org/10.5755/j01.sace.8.3.7150>
- Orians, G., & Heerwagen, J. H. (1992). Evolved responses to landscapes. In J. H. Barkow, L. Cosmides, J. Tooby (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (pp. 555–580). New York, NY: University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195060232.003.0016>
- Petrova, E. G., Mironov, Y. V., Aoki, Y., Matsushima, H., Ebine, S., Furuya, K., ... Ueda, H. (2015). Comparing the visual perception and aesthetic evaluation of natural landscapes in Russia and Japan: Cultural and environmental factors. *Progress in Earth and Planetary Science*, 2(6), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40645-015-0033-x>
- Purcell, A. T. (1987). Landscape perception, preference, and schema discrepancy. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 14(1), 67–92. <https://doi.org/10.1068/b140067>

- Schirpke, U., Tasser, E., & Lavdas, A. A. (2022). Potential of eye-tracking simulation software for analyzing landscape preferences. *PLoS ONE*, *17*(10), e0273519. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273519>
- Skaramagkas, V., Giannakakis, G., Ktistakis, E., Manousos, D., Karatzanis, I., Tachos, N. S., ... Tsiknakis, M. (2021). Review of eye tracking metrics involved in emotional and cognitive processes. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, *16*, 260–277. <https://doi.org/10.1109/RBME.2021.3066072>
- Ueda, H., Nakajima, T., Takayama, N., Petrova, E., Matsushima, H., Furuya, K., & Aoki, Y. (2012). Landscape image sketches of forests in Japan and Russia. *Forest Policy and Economics*, *19*, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.01.002>
- Wang, P., Yang, W., Wang, D., & He, Y. (2021). Insights into public visual behaviors through eye-tracking tests: A study based on National Park System pilot area landscapes. *Land*, *10*(5), 497. <https://doi.org/10.3390/land10050497>

*Original manuscript received August 20, 2024*  
*Revised manuscript accepted October 10, 2024*

#### **About the authors:**

**Токмовтсева Анна Д.**, Head Psychologist, Neuro laboratory «Neurollab»; Bachelor of Psychology, Russian Orthodox University of Saint John the Divine, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0009-0001-9291-8382>; [profiguit@gmail.com](mailto:profiguit@gmail.com)

**Акелева Elizaveta V.**, Assistant Psychologist, Neuro laboratory «Neurollab»; Master of Philosophy, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; [akelieva\\_elizaveta@mail.ru](mailto:akelieva_elizaveta@mail.ru)

#### **Об авторах:**

**Токмовцева Анна Денисовна**, главный психолог, нейролаборатория «Нейроллаб»; бакалавр психологии, Российский православный университет Святого Иоанна Богослова, Москва, Россия; [profiguit@gmail.com](mailto:profiguit@gmail.com)

**Акельева Елизавета Владимировна**, ассистент психолога, нейролаборатория «Нейроллаб»; магистр философии, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия; <https://orcid.org/0009-0000-8015-6088>; [akelieva\\_elizaveta@mail.ru](mailto:akelieva_elizaveta@mail.ru)

**МОЛОДОЙ УЧЕНЫЙ**  
**YOUNG SCIENTIST**

## Психологические особенности самооценности женщин, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья

**Анастасия Викторовна Зырянова**

МАОУ СОШ № 105,  
Екатеринбург, Россия

## Psychological Features of Self-Value of Women Raising Children with Disabilities

**Anastasia V. Zyrianova**

School No. 105,  
Yekaterinburg, Russia

**Для цитирования:** Зырянова, А. В. (2024). Психологические особенности самооценности женщин, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья. *Lurian Journal*, 5(2), 48–58. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.3

**To cite this article:** Zyrianova, A. V. (2024). Psychological Features of Self-Value of Women Raising Children with Disabilities. *Lurian Journal*, 5(2), 48–58. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.3

**Аннотация.** Самоценность отражает совокупность знаний о себе и собственное оценочное отношение к ним. Целью исследования являлось изучение особенностей самооценности женщин, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья. Участие приняли 44 респондента — матери, воспитывающие детей младшего школьного возраста (6.5–10 лет) с ограниченными возможностями здоровья, без учета гендерных различий. По результатам исследования определен психологический портрет женщин, имеющих высокий и низкий уровни самооценности. В группе женщин с высоким уровнем самооценности выявлены корреляционные связи данного показателя с интеллектом, подозрительностью, радикализмом и непринятием болезни ребенка.

**Ключевые слова:** самооценность; женщины; дети с ограниченными возможностями здоровья; индивидуально-психологические особенности; принятие болезни ребенка

**Abstract.** Self-value is a set of knowledge about oneself and one's own evaluative attitude towards them. The purpose of the research was to study the characteristics of self-value of women raising children with disabilities. 44 respondents took part in it — mothers raising children with disabilities of primary school age (6.5–10 years), without taking into account gender differences. Based on the results of the study, a psychological portrait of women having high and low levels of self-value was determined. In the group of women with a high level of self-value, correlations were found between this indicator and intelligence, suspiciousness, radicalism, and rejection of the child's illness.

**Keywords:** *self-value; women; children with disabilities; individual psychological characteristics; acceptance of a child's illness*

## Введение

По данным Министерства просвещения Российской Федерации, количество детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), обучающихся в школах, составляет более 1.15 млн человек (Минпросвещения России). Государственная политика направлена на обеспечение доступности и качества образования для детей с особыми образовательными потребностями, «оказание методической, психолого-педагогической и консультационной помощи семьям, воспитывающим детей с ОВЗ» (Там же). Перед детьми и их родителями встает значительная психологическая задача — адаптация в обществе, в том числе в процессе инклюзивного образования, которое предполагает включение детей с ОВЗ в общеобразовательную среду. В процессе учебы эти дети взаимодействуют с детьми без нарушений здоровья, что, с одной стороны, позволяет им успешно адаптироваться в обществе, а с другой — сталкивает с внешними ожиданиями, которым трудно соответствовать. Другая проблема связана с восприятием матерями болезни ребенка как кризисной ситуации, что приводит к самообвинению, состоянию беспомощности, сложностям в формировании родительской идентичности.

На развитие ребенка в значительной степени влияет уровень психологического благополучия матери (Колесник, 2019), проявляющийся в ее позитивном самоотношении, способности принять трудную жизненную ситуацию и совладать с ней. Проблемным полем работы психолога становится поиск механизмов, способных повлиять на самооценку личности матери и, как следствие, оптимизировать социально-психологическую среду ребенка с ОВЗ.

Самоценность является одним из аспектов самоотношения (Сагеева, Алишев, 2008) и отражает эмоциональную оценку по внутренним критериям самого себя, своего собственного Я (Пантилеев, 1993), включает совокупность знаний о себе и оценочное отношение к ним.

Оценка собственной личности проявляется в субъектных отношениях, в которых находится индивид. Благодаря анализу своей деятельности человек может

определять уровень собственной значимости, соответствия ожидаемой и реализуемой позиции — в том случае, если эта деятельность осознанна.

Исследованию самооценности матерей, воспитывающих детей с нарушенным развитием, посвящены труды В. В. Ткачевой (2014), Л. М. Шипицыной (2005). Авторы сходятся во мнении, что психоэмоциональная сфера матери подвергается травматизации по причине осознания дефекта в развитии своего ребенка. По мнению Д. Боулби (2021), родитель возлагает на себя груз вины за недостатки ребенка и склонен становиться нетерпимым к себе. В таком случае «неидеальные» дети являются провоцирующим фактором для снижения самооценности. Кроме того, низкая самооценность родителя влияет на возникновение состояния фрустрации у членов семьи.

Вопрос о структуре личности матери ребенка с ограниченными возможностями и особенно о самооценности и ее составляющих, поднимается во многих современных научных работах.

А. П. Князева (2012) приводит определение феномена материнской позиции, которое отражает наличие взаимосвязи между структурой личности женщины и реализацией материнской функции по отношению к конкретному ребенку: «Материнская позиция — это система отношений матери к конкретному ребенку, она проявляется в качестве выполнения материнской функции и отражает внутренние субъективные переживания женщины, связанные с их выполнением» (Там же, с. 8). Автор утверждает, что в содержании материнской позиции женщин, воспитывающих детей с ОВЗ, имеются специфические особенности — наличие в материнском поведении противоположных тенденций и негативный фон восприятия ребенка.

С. Д. Шедо (2018) отмечает, что самоотношение матерей, воспитывающих ребенка с ограниченными возможностями здоровья, и самоотношение матерей, воспитывающих здорового ребенка, — отличаются. Такие отличия обусловлены наличием у первых чувства вины и низким уровнем самопринятия и самооценности.

Г. Ф. Гумирова (2019), наоборот, выявила, что для матерей, имеющих детей с ограниченными возможностями здоровья, характерен усредненный уровень выраженности всех показателей самоотношения. Автор утверждает, что у матерей, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья, отсутствует дезадаптация, а самооценность и самопривязанность тесно взаимосвязаны.

С. В. Корепанова и С. А. Вьюжанина (2019) определяют самооценку как эмоционально-оценочную составляющую личности матери, отмечая ее завышенный уровень у 63 % участников — матерей, воспитывающих детей с умственной отсталостью. Также авторы подчеркивают, что в группе матерей, воспитывающих здоровых детей, 11 % участников характеризуются заниженной самооценкой, а в группе матерей, воспитывающих детей с умственной отсталостью, такой показатель не был выявлен. Из этого следует, что матери, воспитывающие детей с ограниченными возможностями здоровья, имеют или завышенный, или средний уровень выражен-

ности самооценки, что является показателем положительного отношения к себе, при этом отрицательная оценка себя отсутствует.

Проведенный анализ позволяет констатировать противоречия относительно описания самооценки матерей, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья. Ряд авторов склоняется к тому, что матери, оказавшиеся в такой ситуации, будут характеризоваться личностной дезадаптацией, сниженными показателями самооценки и ее составляющих. Другие исследователи подчеркивают отсутствие каких-либо корреляций между самооценностью матери и наличием у нее ребенка с особенностями здоровья.

### Дизайн исследования

Цель исследования — выявление и описание психологических особенностей самооценки женщин, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья.

В исследовании применялись следующие психодиагностические методики: многомерный опросник исследования самоотношения (МИС) С. Р. Пантилеева (Пантилеев, 2003), методика «Незаконченные предложения» — адаптированный вариант для матерей детей с ОВЗ (Шипицына, 2005), опросник «Анализ семейной тревоги» (Эйдемиллер, 2002), методика «Многофакторный личностный опросник 16-PF» Р. Кеттелла в адаптации А. Г. Шмелева, В. И. Похилько, А. С. Соловейчик (1988).

К исследованию были привлечены 44 респондента — женщины, воспитывающие ребенка младшего школьного возраста (6.5–10 лет) с ОВЗ, без учета гендерных различий. Нозология детей едина — задержка психического развития. Средний возраст матерей — 33 года. Все женщины проживают в браке. Социально-экономический статус всех женщин приближен к одному уровню.

В процессе исследования были сформированы две группы: группа 1 — женщины с низким уровнем самооценки (22 человека), 1–3 стена по МИС; группа 2 — женщины с высоким уровнем самооценки (22 человека), 7–10 стенов по МИС.

### Результаты и обсуждение

Для исследования различий в выраженности индивидуально-психологических особенностей у женщин с низким и высоким уровнем самооценки, воспитывающих детей с ОВЗ, использовался *U*-критерий Манна — Уитни. Результаты представлены в *таблице*.

На первый план выступают различия в интеллектуальных особенностях и эмоционально-волевой сфере между женщинами с высоким и низким уровнем самооценки. В сфере регуляторных особенностей было обнаружено различие в нормативности поведения. Женщины с низкой самооценностью, в отличие от жен-

щин с высокой самооценностью, оказались более подвержены влиянию чувств и обстоятельств и могли сохранять эмоциональное равновесие преимущественно в привычной для себя обстановке. Показатели коммуникативной сферы у матерей с разной выраженностью самооценности не отличаются: потребность в общении, умение выстраивать взаимоотношение с другими людьми выражены в равной степени.

Таблица

**Результаты сравнительного анализа индивидуально-психологических особенностей женщин с низким и высоким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ**

<b>Индивидуально-психологические особенности</b>	<b>U</b>	<b>p</b>
Замкнутость — общительность	54.5	.582
Конкретное мышление — абстрактное мышление	21	.009
Эмоциональная нестабильность — эмоциональная стабильность	1.5	.001
Подчиненность — доминантность	56.5	.668
Сдержанность — экспрессивность	1.5	.001
Низкая нормативность — высокая нормативность	25	.018
Робость — смелость	8	.001
Реализм — чувствительность	21	.009
Подозрительность — доверчивость	60.5	.854
Практичность — мечтательность	.00	.000
Прямолинейность — пронизательность	56	.646
Спокойствие — тревожность	4.5	.000
Консерватизм — радикализм	13.5	.002
Конформизм — нонконформизм	63.5	1.0
Низкий самоконтроль — высокий самоконтроль	58.5	.759
Эмоциональная расслабленность — эмоциональная напряженность	4.5	.000

Используя данные *таблицы*, можно сформировать психологический портрет женщин с низким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ. Для них характерны следующие индивидуально-психологические особенности:

- конкретность и ригидность мышления;
- эмоциональная неустойчивость;
- медлительность, осторожность, рассудительность;
- низкая нормативность поведения;
- неуверенность в поступках;

- чувствительность, способность к эмпатии и пониманию, мягкосердечность;
- практичность;
- чувство вины, тревожность;
- готовность экспериментировать, пробовать новое;
- эмоциональная напряженность.

Для женщин с высоким уровнем самооценки, воспитывающих детей с ОВЗ, характерны такие особенности:

- выраженные умственные способности;
- эмоциональная устойчивость (стабильность);
- энергичность, инициативность;
- высокая нормативность поведения;
- смелость в поступках;
- реалистичность суждений, самоуверенность;
- мечтательность;
- самоуверенность и спокойствие;
- устоявшиеся взгляды, с сомнением относятся к новым идеям;
- эмоциональная расслабленность.

Для исследования характера взаимосвязей показателей самоотношения, принятия болезни ребенка, выраженности семейной тревоги и индивидуально-психологических особенностей женщин, воспитывающих детей с ОВЗ, применялся метод корреляционного анализа ( $r$ -критерий Спирмена). Взаимосвязи оценивались отдельно в группах 1 и 2. Результаты анализа показателей группы 1 — женщин с низким уровнем самооценки, воспитывающих детей с ОВЗ, — представлены на *рис. 1*.



*Рис. 1.* Корреляционная плеяда связей показателей самоотношения, семейной тревоги и принятия болезни ребенка у женщин с низким уровнем самооценки, воспитывающих детей с ОВЗ:

самообвинение — уровень самообвинения матери; вина — уровень семейной вины; напряженность — уровень семейной напряженности; тревожность — уровень семейной тревожности; неприятие — выраженность неприятия болезни ребенка; прямой линией обозначена статистически значимая положительная корреляционная связь

Корреляционная плеяда демонстрирует, что наибольшее количество взаимосвязей показателей у матерей с низкой самооценностью наблюдается между неприятием болезни ребенка и самообвинением.

Так, уровень самообвинения женщин с низкой самооценностью, воспитывающих детей с ОВЗ, положительно коррелирует с чувством семейной вины ( $r = .83$ ), неприятием болезни ребенка ( $r = .77$ ) и семейной напряженностью ( $r = .78$ ). Данные результаты свидетельствуют о том, что чем больше матери винят себя в собственных промахах и неудачах, тем чаще они чувствуют вину перед другими членами семьи за сложившуюся ситуацию, меньше склонны принимать болезнь ребенка, а также ощущают большую напряженность во внутрисемейных отношениях.

Неприятие болезни ребенка у женщин с низкой самооценностью положительно связано с уровнем внутрисемейной вины ( $r = .88$ ), семейной напряженности и тревожности ( $r = .87$  и  $r = .75$  соответственно), а также самообвинением ( $r = .77$ ). Чем больше у участников неприятие, отвержение, отрицание болезни ребенка, тем более они склонны возлагать вину за нее и происходящее в семье на себя, испытывают тревогу и напряженность в семейных отношениях.

Корреляционные связи между исследуемыми показателями и индивидуально-психологическими особенностями матерей с низким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ, не выявлены.

Результаты корреляционного анализа показателей группы 2 — женщин с высоким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ, — представлены на рис. 2.



Рис. 2. Корреляционная плеяда связей показателей самооотношения, семейной тревоги, принятия болезни ребенка и индивидуально-психологических особенностей женщин с высоким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ:

доминантность — уровень доминантности; саморуководство — уровень саморуководства; интеллект — выраженность интеллектуальных способностей; самопривязанность — уровень самопривязанности; неприятие — выраженность неприятия болезни ребенка; самооценность — уровень самооценности; подозрительность — уровень осторожности при общении с людьми; зеркальное Я — выраженность положительного представления о себе в глазах других людей; открытость — уровень открытости с самим собой, радикализм — уровень готовности к изменениям; прямой линией обозначена статистически значимая положительная корреляционная связь, пунктирной — отрицательная корреляционная связь

Корреляционная плеяда наглядно показывает, что связи между переменными у матерей с высоким уровнем самооценности определяются в отношении показателей неприятия болезни ребенка и самооценности. Рассмотрим их более подробно.

У женщин с высокой самооценностью неприятие болезни ребенка коррелирует с показателями самоотношения: саморуководством ( $r = .8$ ), самооценностью ( $r = -.51$ ), открытостью ( $r = -.62$ ), зеркальным Я ( $r = -.61$ ), самопривязанностью ( $r = -.51$ ), а также с такими индивидуально-психологическими особенностями, как интеллект ( $r = -.6$ ), радикализм ( $r = .6$ ) и доминантность ( $r = .59$ ).

Данные результаты указывают на то, что возможность управлять своими состояниями, определение личностью себя как субъекта жизни, становятся для матерей с высокой самооценностью базовой основой для преодоления ограниченных возможностей их детей. Под личную ответственность берется не только собственная судьба, но и судьба ребенка. Однако поскольку личность и физиология другого человека не всегда оказываются подвластны желаемому, то нарушения в развитии ребенка воспринимаются такими женщинами как негативные, нежелательные характеристики.

Рост неприятия болезни ребенка у женщин с высокой самооценностью, воспитывающих детей с ОВЗ, соотносится:

- со снижением рефлексивности, критичности, нежеланием или неспособностью осознать значимую информацию, стремлением скрывать ее от себя и других;
- с ожиданиями от других неприятия и негативного отношения к себе и своей деятельности;
- с желанием соответствовать идеальному представлению о себе, неудовлетворенностью собой;
- со снижением ценности своего Я для себя, ростом нелюбви к себе.

Следовательно, женщины нуждаются в поддержании высокой выраженности самооценности, что будет препятствовать формированию негативного отношения к себе и болезни своего ребенка.

Что касается индивидуально-психологических особенностей женщин с высоким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ, то неприятие болезни своего ребенка может способствовать проявлению у них: стремления изменить ситуацию и попробовать новое; доминирования, неуступчивости, властности, самоуверенности и напористости. Кроме того, у участников данной группы рост неприятия болезни ребенка может быть связан со снижением интеллектуальных способностей.

Что касается самооценности как элемента самоотношения, то в исследуемой группе данный показатель связан: с интеллектом ( $r = .51$ ), подозрительностью ( $r = -.5$ ), радикализмом ( $r = -.51$ ) и неприятием болезни ребенка ( $r = -.51$ ). Заинтересованность и любовь к себе, осознание ценности собственной личности у матерей, воспитывающих детей с ОВЗ, способствуют интеллектуальному развитию, снижению внутренней напряженности и раздражительности, проявлению консерватизма и принятию болезни ребенка.

Отметим, что интерпретация полученных данных может быть произведена и в обратном порядке, что соответствует сути корреляционного анализа.

Резюмируя результаты корреляционного анализа показателей двух групп женщин, можно сделать следующий вывод: для женщин с высокой самооценностью, воспитывающих детей с ОВЗ, рост данного показателя способствует повышению уровня принятия болезни ребенка (и наоборот). Такой результат свидетельствует о том, что матери с высоким уровнем самооценности стремятся сохранить эту позицию, поэтому принятие болезни ребенка является для них необходимой мерой для поддержания конструктивного отношения к себе. Кроме того, механизм принятия матерью болезни ребенка связан с рядом психологических особенностей, характерных именно для данной группы, к которым можно отнести консерватизм, выраженные интеллектуальные способности, саморуководство, самопривязанность, представление о себе в глазах других людей как о ценном субъекте.

### **Заключение**

Выявление и описание психологических особенностей самооценности женщин, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья, проводилось на основании анализа показателей самоотношения, семейной тревоги, принятия болезни ребенка и индивидуально-психологических особенностей. Была изучена специфика самооценности женщин, воспитывающих детей с ОВЗ, а также составлен психологический портрет матерей с низким и высоким уровнями самооценности.

Женщины с низким уровнем самооценности, воспитывающие детей с ОВЗ, характеризуются конкретностью и ригидностью мышления, эмоциональной неустойчивостью, рассудительностью, низкой нормативностью поведения, неуверенностью в поступках, чувствительностью, практичностью, тревожностью, радикализмом, эмоциональной напряженностью.

Для женщин с высоким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ, характерны выраженные умственные способности, эмоциональная устойчивость, энергичность, высокая нормативность поведения, смелость в поступках, реалистичность суждений, мечтательность, самоуверенность, консерватизм, эмоциональная расслабленность.

У женщин с низким уровнем самооценности, воспитывающих детей с ОВЗ, выявлена положительная корреляционная связь между самообвинением, чувством семейной вины, непринятием болезни ребенка и семейной напряженностью. Корреляционные связи с самооценностью, а также с индивидуально-психологическими особенностями в данной группе не проявились.

У женщин с высокой самооценностью, воспитывающих детей с ОВЗ, непринятие болезни ребенка коррелирует с элементами самоотношения, а также с интеллектом, радикализмом и доминантностью. Самоценность в исследуемой группе взаимосвязана с интеллектом, подозрительностью, радикализмом и непринятием

болезни ребенка. Женщины нуждаются в поддержании высокой выраженности самооценности, что будет препятствовать формированию негативного отношения к себе и ребенку.

Проведенное исследование позволяет заключить, что принятие болезни ребенка не является отличительным признаком для матерей с разным уровнем самооценности, что противоречит некоторым имеющимся научным данным (например, см.: Ткачева, 2014) и дает позитивный прогноз для использования представленного исследовательского дизайна на более широкой выборке женщин, воспитывающих детей с ОВЗ, имеющих самый широкий диапазон эмоционального отношения и к себе, и к своему ребенку.

Результаты исследования могут использоваться в деятельности психологических, образовательных и медицинских организаций с целью обеспечения социально-психологического благополучия детей с ограниченными возможностями здоровья и их матерей.

## Литература

- Боулби, Д. (2021). *Создание и разрушение эмоциональных связей. Руководство практического психолога*. Москва: Канон+.
- Гумирова, Г. Ф. (2019). Особенности самоотношения матерей, воспитывающих детей с ограниченными возможностями здоровья. *Материалы I Международной междисциплинарной научной конференции «Инновационные методы профилактики и коррекции нарушений развития у детей и подростков: межпрофессиональное взаимодействие»* (с. 192–195). Москва: Когито-Центр. URL: <https://elibrary.ru/bvtvre?ysclid=m2vww2fqlv539284888>
- Князева, А. П. (2012). *Материнская позиция женщин, воспитывающих детей-инвалидов* (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата психологических наук). Ярославль.
- Колесник, Т. О. (2019). Методологический и теоретический ресурс психологии в аспекте теории систем для психологического исследования жизненного цикла личности. Ч. 2. *Азимут научных исследований: педагогика и психология*, 8(2(27)), 328–332. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38498323&ysclid=m2vx4z4ofx38836167>
- Корепанова, С. В., Вьюжанина, С. А. (2019). Исследование образа Я матерей, воспитывающих детей-инвалидов с умственной отсталостью. *Молодой ученый*, 49(287), 552–555. URL: <https://moluch.ru/archive/287/64857/>
- Минпросвещения России. *Дети с особыми образовательными потребностями*. URL: [https://edu.gov.ru/activity/main\\_activities/limited\\_health/](https://edu.gov.ru/activity/main_activities/limited_health/)
- Пантилеев, С. Р. (1993). *Методика исследования самоотношения*. Москва: Смысл.
- Пантилеев, С. Р. (2003). Стрoение самоотношения как психологическая проблема. В кн.: Д. Я. Райгородский (ред.), *Психология самосознания. Хрестоматия* (с. 208–220). Самара: БАХРАХ–М.

- Сагеева, Е. Р., Алишев, Б. С. (2008). Самоценность и ценностная направленность в континууме «Я – не Я». *Казанский педагогический журнал*, 5, 69–77.  
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12806478&yysclid=m2w0qu2u1k222380639>
- Ткачева, В. В. (2014). *Семья ребенка с ограниченными возможностями здоровья: диагностика и консультирование*. Москва: Нац. книж. центр.
- Шедо, С. Д. (2018). Самоотношение матери, воспитывающей ребенка с ограниченными возможностями здоровья. *Материалы международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии социума: теоретические и практические аспекты»* (с. 133–136). Санкт-Петербург: КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32647446&yysclid=m2w165g3tr33765527>
- Шипицына, Л. М. (2005). «Необучаемый» ребенок в семье и обществе. *Социализация детей с нарушением интеллекта*. Санкт-Петербург: Речь.
- Шмелев, А. Г., Похилько, В. И., Соловейчик, А. С. (1988). Тест-опросник 16 ЛФ. Адаптация опросника 16 PF форма А. В кн.: А. А. Бодалев, И. М. Карлинская, В. В. Столин, С. Р. Пантिलеев (ред.), *Практикум по психодиагностике. Психодиагностические материалы* (с. 17–42). Москва: Изд-во МГУ.
- Эйдемиллер, Э. Г. (ред.). (2002). *Системная семейная психотерапия*. Санкт-Петербург: Питер.

Оригинал статьи получен 02 сентября 2024

Исправленная статья принята 20 сентября 2024

#### Об авторе:

**Зырянова Анастасия Викторовна**, педагог-психолог, МАОУ СОШ № 105, Екатеринбург, Россия; [anastasiazyr095@gmail.com](mailto:anastasiazyr095@gmail.com)

#### About the author:

**Zyrianova Anastasia V.**, Educational Psychologist, School No. 105, Yekaterinburg, Russia; [anastasiazyr095@gmail.com](mailto:anastasiazyr095@gmail.com)

Lurian Journal. 2024. Vol. 5. No. 2. P. 59–66

DOI 10.15826/Lurian.2024.5.2.4

УДК 159.923.2 + 159.9.072.433

## Psychological Impact of Dangerous Online Challenges on Adolescents: A Case Study

**Armine H. Iskajyan**

Khachatur Abovyan Armenian State Pedagogical University,  
Yerevan Haybusak University,  
Yerevan, Armenia

## Психологическое воздействие опасных онлайн-челленджей на подростков: анализ случая

**Армине Оганесовна Искаджян**

Армянский государственный педагогический университет имени Хачатура Абовяна,  
Ереванский университет «Айбусак»,  
Ереван, Армения

**To cite this article:** Iskajyan, A. H. (2024). The Psychological Impact of Dangerous Online Challenges on Adolescents: A Case Study. *Lurian Journal*, 5(2), 59–66. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.4

**Для цитирования:** Искаджян, А. О. (2024). Психологическое воздействие опасных онлайн-челленджей на подростков: анализ случая. *Lurian Journal*, 5(2), 59–66. doi: 10.15826/Lurian.2024.5.2.4

**Abstract.** In today's digital age, social media has become an integral part of daily life for millions, especially adolescents. Online platforms provide opportunities for connection and self-expression. However, this digital landscape also poses significant threats, including cyberbullying and dangerous online challenges that can lead to self-harming behavior and other negative consequences. The objective of this study is to investigate the psychological impact of dangerous online challenges on adolescents. A particular focus is placed on how social media influences adolescent behavior and their quest for peer validation. We employed a case study method to gain an in-depth understanding of the motivations and experiences

of adolescents participating in dangerous online challenges. The results show that the desire to gain peer approval often leads adolescents to take risks without considering the possible consequences: serious physical injury, psychological stress, anxiety, depression. Low self-esteem and family conflicts exacerbate the situation. This study highlights the urgent need to improve digital literacy and mental health awareness among adolescents. Creating a supportive environment is key to protecting young people from the dangers of online challenges, building healthy coping strategies and resilience to the negative impact of social media.

**Keywords:** *online challenges; adolescents; peer validation; digital literacy; mental health; risk-taking behavior; case study; psychological stress*

**Аннотация.** В современную цифровую эпоху социальные сети стали неотъемлемой частью повседневной жизни миллионов людей, особенно подростков. Интернет-платформы предоставляют возможности для связи и самовыражения. Однако этот цифровой ландшафт также несет значительные угрозы, включая кибербуллинг и опасные онлайн-челленджи, которые могут привести к формированию самоповреждающего поведения и иным негативным последствиям. Цель данного исследования — изучить психологическое воздействие опасных онлайн-челленджей на подростков. Особое внимание уделено тому, как социальные сети влияют на поведение подростков и их стремление к одобрению сверстников. Использован кейс-метод, чтобы глубже понять мотивацию, эмоциональные факторы и опыт подростков, участвующих в опасных онлайн-челленджах. Результаты показывают, что желание получить одобрение сверстников часто заставляет подростков совершать рискованные поступки, не учитывая при этом возможные последствия: серьезные физические повреждения, психологический стресс, тревогу, депрессию. Низкая самооценка и семейные конфликты усугубляют ситуацию. Создание поддерживающей среды и развитие цифровой грамотности у подростков является ключевым фактором для защиты от опасностей онлайн-челленджей, формирует у них здоровые стратегии преодоления трудностей и устойчивость к негативному воздействию социальных сетей.

**Ключевые слова:** *онлайн-челленджи; подростки; одобрение сверстников; цифровая грамотность; психическое здоровье; рискованное поведение; кейс-метод; психологический стресс*

## Introduction

In today's digital age, social media has become an integral part of daily life for millions of people, particularly adolescents. Online platforms allow users to connect with friends, share experiences, and express themselves creatively. The appeal of social media comes from its ability to provide instant access to information and entertainment.

The popularity of social media among teenagers is largely driven by the desire for connection and belonging. In a world where peer relationships are crucial to adolescent development, social media offers a platform for interaction that transcends geographical

boundaries. It enables users to maintain friendships, share experiences, and engage with others who share similar interests. The desire to prove themselves and gain approval during adolescence drives young people to seek validation through likes, comments, views, and follower counts on social media, enhancing its appeal. This aspect of social media taps into their sense of self-determination. Essentially, this captivating feature impacts their emotional state by fostering curiosity about what they might miss out on when they're not online (Greenhow, 2011).

While the benefits of social media are significant, the associated risks cannot be ignored. Adolescents may encounter cyberbullying, inappropriate content, and unrealistic portrayals of life that can negatively affect their self-esteem and mental health. Furthermore, excessive screen time can have serious negative effects on both physical and mental health, leading to issues such as insomnia, anxiety, and depression. It can also weaken social skills and contribute to feelings of isolation, which is reflected in rising rates of teen suicide. Additionally, productivity declines, as multitasking amid distractions reduces attention spans and cognitive focus (George A. S., George A. H., Baskar, & Shahul, 2023).

The emergence of dangerous games amplifies these risks. As trends gain traction online, young people may feel compelled to participate, often without fully understanding the potential consequences. This phenomenon raises critical concerns about the influence of social media on adolescent behavior and decision-making.

The study of dangerous games on social media has become increasingly relevant today, as self-harm is prevalent among adolescents (Doyle, Treacy, & Sheridan, 2015). Adolescence is a critical time for forming new traits and building a mature personality. One key aspect of adolescent behavior is the increased tendency to take risks, often driven by the pursuit of rewards rather than the avoidance of punishment. As they venture into areas of life beyond their families' control, adolescents face challenges that can expose them to physical and psychological harm. Their still-developing decision-making abilities further amplify these risks, which can have lasting negative effects on their lives. The extent of these risks varies based on the challenges they encounter and their ability to navigate them effectively (Del Ciampo & Lopes Del Ciampo, 2020). Furthermore, the nature of social interaction has changed dramatically because of social media. Adolescents often face peer pressure to conform. This pressure can be a key factor in social media addiction among young people, as it reflects the influence they feel to think and behave according to their peers' expectations and norms (Zhou et al., 2019).

"Dangerous games," or online challenges, have become a prominent aspect of digital culture, drawing the attention of thousands of children and adolescents. These activities can lead to serious health risks and potential harm, highlighting the need for increased awareness and intervention. Often presented as forms of play or games, these challenges are typically showcased in videos on online platforms. They may involve bizarre tasks, such as submerging one's head in a bag of charcoal, or unappealing ones like consuming large amounts of cinnamon. Despite the risks, dangerous challenges continue to gain significant attention in the digital landscape (Deslandes & Coutinho, 2022).

Among the most notorious online challenges:

- Blue Whale Challenge is an online game involving self-harm (Khattar, Dabas, Gupta, Chopra, & Kumaraguru, 2018; Mahadevaiah & Nayak, 2018);
- Momo Challenge is an online game that exploits the fear and curiosity of children and adolescents, encouraging self-harm and suicide (Kobilke & Markiewitz, 2021);
- Choking Game is a game aimed at achieving a short-term state of euphoria by reducing the flow of oxygen to the brain. Participation can lead to chronic headaches, short-term memory loss, seizures, concussions, strokes, brain damage, and even death (Defenderfer, Austin, & Davies, 2016);
- Cinnamon Challenge is a viral trend where participants attempt to swallow a spoonful of ground cinnamon in under 60 seconds without drinking any water.

Despite the risks, dangerous challenges continue to gain significant attention in the digital landscape. Young people may be unaware of the severe risks involved and may feel pressure to participate in this high-risk behavior as a way to impress peers or fit in. Each of these challenges has raised significant concern among parents, educators, and mental health professionals regarding their impact on youth behavior and well-being.

By highlighting the dangers associated with specific challenges, we can advocate for educational programs that promote digital literacy and resilience, equipping adolescents with the tools to navigate social media safely. In this modern context, as technology evolves and social media becomes further entrenched in daily life, the challenges will likely continue to emerge. Ongoing research will be vital to adapt to these changes, understand their implications, and develop effective strategies to safeguard the mental health and well-being of young people.

## Methods

In our research, we employed the case study method to investigate dangerous online challenges on social media among adolescents. The case study is a methodological research approach designed to provide an in-depth understanding of a contemporary issue or phenomenon within a defined context. This type of research involves a thorough investigation of an individual, group, or event, aiming to illuminate the complexities of real-life situations. It is particularly effective for exploring nuanced aspects of a subject, allowing researchers to gather rich, detailed insights that can inform broader conclusions (Coombs, 2022).

We chose this method for several reasons. First, it provides detailed and nuanced analyses that are essential for understanding the multifaceted nature of dangerous online challenges. These challenges can vary widely in their impact and context, making it crucial to explore them through a lens that captures their complexity. Additionally, the case study method facilitates the examination of real-life scenarios, helping to uncover the psychological, social, and environmental factors that contribute to self-harm behaviors linked to these challenges.

## Case Study

Mia (a pseudonym), a 14-year-old high school student, was drawn to online challenges as a way to seek validation and connection, particularly due to vulnerabilities in her family life. Growing up in a household marked by frequent conflict and emotional distance, she often felt isolated and undervalued. Her parents' ongoing disagreements created a tense atmosphere, leaving Mia craving attention and support that she rarely received at home.

This conflict not only affected her self-esteem but also fueled her desire for external affirmation. With her parents often preoccupied with their issues, Mia felt disconnected and unseen, which intensified her urge to seek validation from her peers and through social media. In a world where likes and comments felt like tangible affirmations, she found herself increasingly reliant on online validation to fill the emotional void she experienced at home.

As a follower of internet trends, Mia often engaged in viral challenges to connect with her friends and gain popularity. She believed that participating in these challenges would help her solidify her social identity, making her feel more accepted and valued among her peers. The prospect of sharing exciting experiences online excited her; she envisioned the approval and admiration she would receive, thinking it would bolster her standing in her social circle.

After learning about the Cinnamon Challenge, Mia felt an overwhelming desire to take part. It seemed like the perfect opportunity to showcase her boldness and creativity, reinforcing her image as someone who could tackle any challenge. This desire to impress her friends overshadowed her awareness of the potential physical dangers involved.

Confident and eager to impress, Mia decided to take on the challenge in front of a group of friends. Almost immediately after swallowing the cinnamon, she began to cough and sputter, struggling to breathe as the spice coated her throat. The situation escalated quickly; her friends laughed at first, but their expressions shifted to concern as Mia continued to choke. Despite their attempts to help her, she felt a rush of embarrassment and fear. The video of her struggle was shared on social media, where it garnered both laughter and harsh criticism.

After the incident, Mia faced significant psychological distress. The initial embarrassment evolved into anxiety about her social standing and a fear of being ridiculed. As the video circulated, she felt increasingly isolated, leading to a loss of confidence. Instead of the validation she sought, Mia experienced overwhelming feelings of shame and inadequacy. She later realized how lucky she was that the challenge didn't have worse physical consequences, but at the time, her focus was solely on the emotional fallout.

In the following weeks, Mia withdrew from social activities and spent less time with friends. The fear of being the center of attention became debilitating, impacting her ability to engage in class discussions and participate in group projects. She developed obsessive thoughts about her social media presence, constantly worrying about how she was perceived by others.

Eventually, Mia sought professional help to overcome her feelings of anxiety and the impact of her experiences with online challenges. In therapy, she was able to discuss her vulnerabilities and the pressures she faced, learning effective coping strategies and gaining valuable insights into her emotions.

## Discussion

The phenomenon of dangerous online challenges, particularly among adolescents, poses significant psychological risks that can lead to harmful behaviors. This discussion analyzes the case of Mia, a teenager who participated in the online challenge, highlighting the interplay between social media, peer validation, and emotional vulnerabilities.

*Forms of Risk-Taking Behavior:* Mia's engagement in the online challenge reflects a broader trend where adolescents undertake risky activities to gain peer approval. While the challenge seemed like a harmless way to connect with friends, it quickly escalated into a distressing situation. Mia's attempt to showcase her bravery and creativity resulted in physical choking and severe embarrassment, showcasing the immediate consequences of seeking validation through dangerous behaviors.

*Desire for Connection:* for Mia, participating in the challenge was driven by a deep-seated need for belonging and validation. In a family environment marked by conflict and emotional distance, Mia sought affirmation from her peers through social media interactions. The thrill of participating in trending challenges seemed like a pathway to enhancing her social status, overshadowing her awareness of the potential dangers involved.

Mia's case underscores the urgent need for effective therapeutic interventions aimed at addressing the complex interplay of social media pressures and mental health. In therapy, Mia was able to explore her vulnerabilities and the intense pressures she faced from her peers. The therapeutic focus was on rebuilding her self-esteem, developing healthier coping strategies, and fostering a more positive self-image.

## Conclusion

In conclusion, the impact of social media on adolescent behavior is profound and multifaceted. While these platforms offer opportunities for connection and self-expression, they also expose young users to significant risks, particularly through dangerous online challenges. The case of Mia illustrates how the quest for peer validation can lead adolescents to engage in risky behaviors that compromise their physical and mental well-being. The interplay between emotional vulnerabilities, familial dynamics, and social pressures creates a perfect storm for adverse outcomes, emphasizing the urgent need for awareness and intervention.

Our findings reveal several critical insights:

1. Peer validation and risk-taking: adolescents often engage in risky behaviors to seek peer approval, leading to potentially life-threatening situations. The desire for acceptance can overshadow their awareness of consequences.
2. Psychological vulnerabilities: Mia's case underscores how emotional factors, such as familial conflict and low self-esteem, drive young people to seek validation through dangerous activities, reflecting deeper psychological needs.
3. The role of social media: the viral nature of social media amplifies these risks by normalizing extreme behaviors in pursuit of likes and shares, creating a competitive culture that encourages participation in harmful challenges.

Ultimately, prioritizing mental health and fostering supportive environments can help safeguard young people against the dangers of online challenges, promoting well-being over superficial validation.

## References

- Coombs, H. V. (2022). Case study research defined [White paper]. Zenodo.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7604301>
- Defenderfer, E. K., Austin, J. E., & Davies, W. H. (2016). The choking game on YouTube: An update. *Global Pediatric Health*, 1(6). <https://doi.org/10.1177/2333794X15622333>
- Del Ciampo, L. A., & Lopes Del Ciampo, I. R. (2020). Physical, emotional and social aspects of vulnerability in adolescence. *International Journal of Advanced Community Medicine*, 3(1), 183–190. <https://doi.org/10.33545/comed.2020.v3.i1c.135>
- Deslandes, S., & Coutinho, T. (2022). Prevention of “dangerous games” on the Internet: The experience of the DimiCuida Institute line of action in digital environments. *Saúde e Sociedade*, 31(4), e210845en. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902022210845en>
- Doyle, L., Treacy, P. M., & Sheridan, A. (2015). Self-harm in young people: Prevalence, associated factors, and help-seeking in school-going adolescents. *International Journal of Mental Health Nursing*, 24(6), 485–495. <https://doi.org/10.1111/inm.12144>
- George, A. S., George, A. H., Baskar, T., & Shahul, A. (2023). Screens steal time: How excessive screen use impacts the lives of young people. *Partners Universal Innovative Research Publication*, 01(02), 157–177. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10250536>
- Greenhow, Ch. (2011). Youth, learning, and social media. *Journal of Educational Computing Research*, 45(2), 139–146. <https://doi.org/10.2190/EC.45.2.a>
- Khattar, A., Dabas, K., Gupta, K., Chopra, Sh., & Kumaraguru, P. (2018). White or Blue, the Whale gets its vengeance: A social media analysis of the Blue Whale Challenge. *ArXiv*, 1801.05588. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.05588>
- Kobilke, L., & Markiewitz, A. (2021). The Momo Challenge: Measuring the extent to which YouTube portrays harmful and helpful depictions of a suicide game. *SN Social Sciences*, 1, 86. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00065-1>

- Mahadevaiah, M., & Nayak, R. B. (2018). Blue Whale Challenge: Perceptions of first responders in the medical profession. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 40(2), 178–182.  
[https://doi.org/10.4103/IJPSYM.IJPSYM\\_399\\_17](https://doi.org/10.4103/IJPSYM.IJPSYM_399_17)
- Zhou, N., Ma, Sh., Li, X., Zhang, J., Liang, Y., Yu, Ch., ... Fang, X. (2019). Peer contagion processes for problematic internet use among Chinese college students: A process model involving peer pressure and maladaptive cognition. *Computers in Human Behavior*, 90, 276–283.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.016>

*Original manuscript received September 18, 2024*

*Revised manuscript accepted October 15, 2024*

**About the author:**

**Iskajyan Armine H.**, PhD Applicant, Psychology Lecturer, Khachatur Abovyan Armenian State Pedagogical University; Yerevan Haybusak University, Yerevan, Armenia;  
<https://orcid.org/0009-0005-9712-4775>; [arminiskajyan@mail.ru](mailto:arminiskajyan@mail.ru)

**Об авторе:**

**Искаджян Армине Оганесовна**, соискатель, преподаватель психологии, Армянский государственный педагогический университет имени Хачатуря Абовяна, Ереванский университет «Айбусак»; Ереван, Армения; <https://orcid.org/0009-0005-9712-4775>; [arminiskajyan@mail.ru](mailto:arminiskajyan@mail.ru)

Научное издание

Scientific edition

# Lurian Journal

2024. Vol. 5. No. 2

Редактор *Наталья Чапаева*  
Верстка *Владислав Матвеев*  
Дизайн обложки *Владислав Таскаев*

Editor *Natalia Chapaeva*  
Layout designer *Vladislav Matveev*  
Cover design *Vladislav Taskaev*

Цена свободная

Журнал не подлежит маркировке в соответствии  
с п. 2 ст. 1 Федерального закона РФ от 29.12.2010 г. № 436-ФЗ  
как содержащий научную информацию.

Дата выхода в свет 15.11.2024.  
Формат 70 × 100 1/6. Уч.-изд. л. 5,2.  
Гарнитура Minion Pro, Myriad Pro.

Издательство Уральского университета  
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-90-13, 358-93-22, 350-58-20  
E-mail: [press-urfu@mail.ru](mailto:press-urfu@mail.ru)  
<https://print.urfu.ru>

Free price

The journal is not subject to labeling in accordance  
with Art. 1(2) of the Federal Law of the Russian Federation  
of 29/12/2010 No. 436-ФЗ as containing scientific information.

Release date 15.11.2024.  
Format 70 × 100 1/6. Acc. publ. p. 5,2.  
Font Minion Pro, Myriad Pro.

Ural University Press  
4, Turgenev Str., 620000 Yekaterinburg, Russia  
Phone: +7 (343) 358-93-06, 350-90-13, 358-93-22, 350-58-20  
E-mail: [press-urfu@mail.ru](mailto:press-urfu@mail.ru)  
<https://print.urfu.ru>

