

DOI: 10.47026/2413-4864-2021-2-17-27

УДК 616.896-053.2:[001.891::159.952::316.6]

ББК Ю962.19-8-515

А.Н. КУЗНЕЦОВ, А.Н. БЕЛОВА, М.Г. ВОЛОВИК,
О.В. ВОРОБЬЕВА, М.Е. ХАЛАК**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ВНИМАНИЯ
ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА
МЕТОДОМ АЙТРЕКИНГА
(предварительные результаты)***

Ключевые слова: расстройство аутистического спектра (РАС), аутизм, айтрекинг, стимульный материал, социальное внимание.

Развитие социальных навыков является важнейшим условием абилитации детей, страдающих расстройствами аутистического спектра (РАС). Метод айтрекинга (АТ) открывает большие возможности для изучения социального внимания у этого контингента лиц с ограниченными возможностями. Цель исследования – формирование набора стимульных материалов для динамического АТ-тестирования паттернов движений глаз, чувствительных к изменениям уровня социального внимания, у детей с РАС дошкольного возраста. Подбор стимульного контента включал определение требований к качеству предъявляемых изображений, хранение и кодирование стимулов, разработку порядка процедуры предъявления стимулов, методику обработки АТ-данных. Произведена апробация стимульного материала на группе здоровых лиц взрослого возраста. Разрабатываемый подход к формированию стандартизированного стимульного контента для тестирования социального внимания детей с РАС методом айтрекинга учитывает уровень внимания детей к изображениям, степень отличий результатов АТ, полученных у детей типичного развития и у детей с РАС, а также выраженность динамики АТ показателей при улучшении клинических показателей у детей с РАС.

Актуальность. Расстройства аутистического спектра (РАС) представляют собой группу дезинтегративных нарушений психического развития и характеризуются отсутствием способности человека к социальному взаимодействию и коммуникации [2]. Одним из базовых проявлений РАС является дефицит сенсорно-перцептивной обработки внешних стимулов, который нарушает способность обращать внимание на социальные стимулы и оценивать их значение, точно и быстро реагировать на динамично меняющуюся социально значимую информацию [26]. Нарушение восприятия тонких невербальных сигналов от окружающих, а также проблемы с переключением/концентрацией внимания приводят к тому, что социальное взаимодействие пациентов с РАС становится неэффективным или ошибочным [13]. К внешним признакам нарушения социализации у детей с РАС относятся в том числе слабый зрительный контакт, отсутствие интереса к инициации социальных взаимодействий, отсутствие совместного внимания, нарушение способности к имитации и распознаванию эмоций [14].

Развитие социальных навыков является важнейшим условием абилитации детей с аутизмом и членов их семей [23]. В последние годы происходит активное развитие методов и технологий, позволяющих осуществлять «тренинг социальных навыков» (social skills therapy, англ.) [10], однако нередко новые методы имеют слабую доказательную базу. Поэтому так актуальны

* Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации № 056-00057-20-02.

исследования, направленные на оценку эффективности социальной абилитации детей с РАС.

В последние годы для оценки социального функционирования при РАС все чаще используют метод айтрекинга (АТ) – технологию регистрации глазодвигательных (окуломоторных) реакций и их характеристик (время фиксации, траектория взгляда и пр.) при рассматривании объектов [1, 11]. С помощью АТ возможно исследовать стратегию визуального восприятия предъявляемых изображений и оценивать функцию внимания к объектам социального характера. Это делает метод ценным вспомогательным инструментом не только для изучения патофизиологии и ранней диагностики РАС [24], но и для контроля эффективности абилитации лиц с аутизмом [25]. Однако в настоящее время отсутствуют стандартизированные сценарии АТ-исследований при РАС, что затрудняет унифицированную оценку результатов использования различных реабилитационных технологий [20, 22]. Стандартизация АТ-технологий, в свою очередь, требует разработки валидных стимульных материалов, позволяющих объективизировать выраженность динамики социальных навыков детей с РАС. Валидизация стимульного контента представляется первоочередной задачей, без решения которой невозможно успешно применять метод АТ в исследованиях РАС.

На базе Университетской клиники ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России в течение нескольких лет проводятся исследования по разработке методик оценки динамики состояния пациентов с РАС детского возраста в процессе комплексной медицинской реабилитации.

Целью настоящего исследования, являющегося фрагментом государственного задания № 056-00057-20-02, было формирование набора стимульных материалов для динамического АТ-тестирования паттернов движений глаз, чувствительных к изменениям уровня социального внимания, у детей с РАС дошкольного возраста (4–7 лет). Задачами первого этапа исследования явились формирование стимульного материала для АТ-тестирования социального внимания (предварительный отбор стимульного контента: определение требований к качеству предъявляемых изображений; хранение и кодирование стимулов; разработка порядка процедуры предъявления стимулов; методика обработки АТ-данных), а также апробация стимульного материала на группе здоровых лиц взрослого возраста.

Формирование стимульного материала для АТ-тестирования социального внимания

Предварительный отбор стимульного контента. Стимульный АТ-материал формируется в соответствии с одной из парадигм, выбор которой определяется задачей исследования. В АТ-исследованиях аутизма наиболее часто используются следующие парадигмы: идентификация лиц; распознавание эмоций по выражению лица; слежение за взглядом другого лица и привлечение внимания другого лица к объекту с помощью собственного взгляда («совместное внимание»); диадическое взаимодействие с участником обследования с использованием юмора; чередование интересных для участника несоциальных изображений и социальных стимулов; натуралистические сцены социальных взаимодействий; парадигма выбора (одновременное представление статичных или движущихся абстрактных фигур на одной половине экрана и изображений людей, занимающихся какой-либо деятельностью, на другой половине) [3–9, 12, 15, 16, 18, 21, 27]. На основе анализа литературных данных, ка-

сающихся изучения социального внимания при аутизме, нами были сформированы 4 блока стимульного материала. Поскольку, согласно литературным данным, качественные характеристики стимула (схематичный черно-белый рисунок/цветной рисунок/фото) не оказывают влияния на эффект, нами были выбраны в качестве оптимальных стимулы в формате фото- (видео-) изображений (наиболее приближенные к реальной действительности).

Блок 1 («эмоции») – исследует зрительную реакцию на эмоциональные проявления человека. Первоначально были отобраны 36 фотографий детей целевого возраста (4–7 лет), выражающих ряд основных эмоций (радость/удивление/страдание/гнев).

Предусмотрены 2 варианта предъявляемых изображений: (1) в кадре помимо человека присутствуют неодушевленные предметы («альтернативный фон») (рис. 1, а) и (2) фото человека расположено на однородном нейтральном фоне, другие одушевленные либо неодушевленные объекты в кадре отсутствуют (рис. 1, в). В подборке имелось не менее двух стимулов каждого варианта (с однородным и с альтернативным фоном).

Блок 2 («взаимодействия») – исследует зрительную активность при наблюдении за взаимодействием одушевленных объектов. Были выбраны 34 сцены социальных взаимодействий и совместной деятельности (животные, люди, человек и животное), а также сцены взаимодействия человека с разным количеством неодушевленных объектов. Люди были выбраны предпочтительно целевого возраста (4–7 лет). В варианте 1 (с однородным фоном) использован естественный природный фон без резко выделяющихся объектов, в варианте 2 (с альтернативным фоном) – на заднем плане присутствуют четко видимые неодушевленные (несоциальные) объекты (транспорт, здания, техника и т.д.). Взаимодействие человека с предметами выступает как альтернативный фон на стимулах с несколькими социальными объектами. В подборке имеются не менее двух стимулов каждого варианта (с однородным и с альтернативным фоном).

Блок 3 («несоциальные стимулы») – содержит статичные изображения геометрических фигур различной сложности, а также экспозиции с изображением неодушевленных объектов (бытовые предметы, здания, автомобили) на однородном фоне и на условно-альтернативном (например, паровоз на фоне гор). Число объектов в кадре варьирует от 1 до 4. Всего первоначально было отобрано 20 фигур и экспозиций.

Блок 4 («прямая речь») – исследует зрительную реакцию на обращение к испытуемому (прямой взгляд и интонирование как приглашение к участию, взаимодействию). Отобрано 8 видеозаписей незнакомой женщины-актрисы, представленной крупным планом, которая обращается к испытуемому жестами и голосом (приветствует, указывает на объекты в кадре, рассказывает о них).

Определение требований к качеству предъявляемых АТ изображений. Качество изображения, его расположение и прочие характеристики стимулов должны учитывать физиологию зрительного восприятия [1]. Нами было подобрано разрешение 1920×1080 (Full HD), формат видео AVI, целевые объекты были легко различимыми и идентифицируемыми. Каждый кадр или видео вставляется в неизменное рабочее поле. При черной окантовке рабочей зоны по периметру уменьшается вероятность отвлечения от монитора. На экране монитора фото целевого объекта занимало не менее 30% площади, видеоизображение – не менее 50%. Время экспозиции фотоизображений составляло 5 с, видеороликов – 5–10 с.

Архивирование файлов и кодирование стимулов. Для удобства архивирования файлов и использования все стимулы классифицированы и закодированы в соответствии с данными таблицы.

Классификация и кодировка стимулов

Block	Emotion [E] Эмоции	Interaction [I] Взаимодействия	Non-social [N] Несоциальные	Speech [S] Прямая речь
Тип [Type]	статика [S]	статика [S]	статика [S]	динамика [D]
Класс [Class]	радость/удивление/ страдание/гнев [A, B, C, D]	животные/человек и животное/люди [A, B, C]	абстрактные фигуры/ бытовые предметы/ транспорт/здания [A, B, C, D]	приветствие/указание на объект в кадре, рассказ [A, B, C]
Численность [num]	1	1/2/3/4+	1/2/3/4+	1,2
Фон [back]	однородный*/альтернативный** [h/a]	однородный/альтернативный [h/a]	однородный/альтернативный [h/a]	однородный [h]

Примечание. * – однородный фон – размытый/однородный или без движущихся и выделяющихся объектов; ** – альтернативный (насыщенный) фон – фон за основными объектом, содержащий альтернативные объекты (не социальные, транспорт, механизмы и т.д.).

Каждый стимул представляет отдельный файл с названием согласно формуле кодировки, которая выглядит следующим образом: Block*Type*Class*num*back-[id]. Например, стимул блока взаимодействия, статичный, включающий взаимодействия 2 животных на однородном фоне (типа саванны) будет обозначаться так: ISA2h-1, где «ISA2m» обозначение вида стимула, а «1» в конце – порядковый номер стимула в рамках вида.

Процедура предъявления АТ стимулов. Разработанная нами процедура АТ-тестирования включала последовательное предъявление испытуемому четырех блоков стимулов, начиная с первого (номера блоков соответствуют последовательности их предъявления), с небольшими переходными вставками между ними в виде яркого видеосюжета (мультфильма) со звуком (мелодия/песенка) для удержания внимания к экрану. В каждом блоке стимулы шли друг за другом, появление очередного стимула всегда предваряется одинаковым коротким звуком.

Методика обработки АТ-данных. Принцип оценки уровня нарушения социального внимания методом АТ основан на сопоставлении степени отклонения паттернов фиксации взора пациента и типичных паттернов социальных реакций, полученных в группы нормы (детей типичного развития). Поэтому очень важное значение уделяется методике обработки АТ данных, полученных при просмотре видеоряда.

Для изучения специфики просмотра стимулов и количественного анализа на каждом изображении нами выделялись зоны интереса (Area of Interest – AOI). Стимулы с однородным фоном содержат только социальный объект (человек), который обозначается как AOI 3 (зона интереса 3). Стимулы с альтернативным фоном помимо социального содержат также альтернативный (не социальный) объект, обозначенный как AOI 4 (зона интереса 4). Помимо разделения на социальный объект (человека) и альтернативный объект, на всех стимулах также отмечались зоны глаз (AOI 1) и лица в целом (AOI 2) – как обособленные части зоны AOI 3.

Для каждой из названных зон оценивались следующие параметры: фиксации (количество); время от начала просмотра видеоряда до фиксации взора; время фиксации (суммарное); первая фиксация (сек); возвраты (количество); среднее время фиксации; все фиксации (количество).

Апробация стимульного материала в группе здоровых лиц взрослого возраста являлась важным этапом формирования стимульного АТ-контента, поскольку взрослый человек, в отличие от ребенка, может дать объективную оценку содержательной валидности предъявляемых видеоизображений. Поэтому первоначально отобранные стимулы каждого блока прошли апробацию в группе взрослых здоровых добровольцев, не имеющих когнитивных и психических нарушений (12 человек в возрасте от 21 года до 35 лет, 8 мужчин и 4 женщины).

Оценка содержательной валидности стимулов для отбора оптимального контента осуществлялась на основе анализа зрительной активности испытуемого во время АТ-теста и самоотчета испытуемого (рис. 1).



Рис. 1. Примеры изображений с разными вариантами фона из блока 1 («Эмоции») и сводная карта оculoмоторных реакций по 12 испытуемым.

а, б – эмоция: радость (альтернативный фон); в, г – эмоция: радость (однородный фон); а, в – зоны интереса (AOI); б, г – трекинг и фокусировки

После прохождения АТ-теста все испытуемые проходили опрос, в котором должны были описать степень своего понимания каждого изображения и субъективные ощущения от просмотра. Например, для блока «Эмоции» испытуемым предлагалось еще раз последовательно просмотреть стимулы и ответить на вопрос «Какая эмоция здесь изображена?». Ответы испытуемых регистрировались. После просмотра остальных блоков испытуемых также просили еще раз просмотреть стимулы и оценить степень понятности изо-

бражения («да» – понятно, «нет» – непонятно). Кроме того, испытуемых просили сообщать о возникновении неприятных ощущений при просмотре (из-за визуальных особенностей изображения или личных ассоциаций). Негативные отзывы регистрировались отдельно по каждому стимулу.

По полученным АТ-данным построены диаграммы для однородного и альтернативного фона (рис. 2) по показателям «Фиксации и возвраты», «Количество фиксаций», «Временные показатели» и «Время фиксации». Диаграммы позволяют произвести сравнение окуломоторных характеристик при просмотре картинок с разными вариантами фона (однородным и альтернативным).

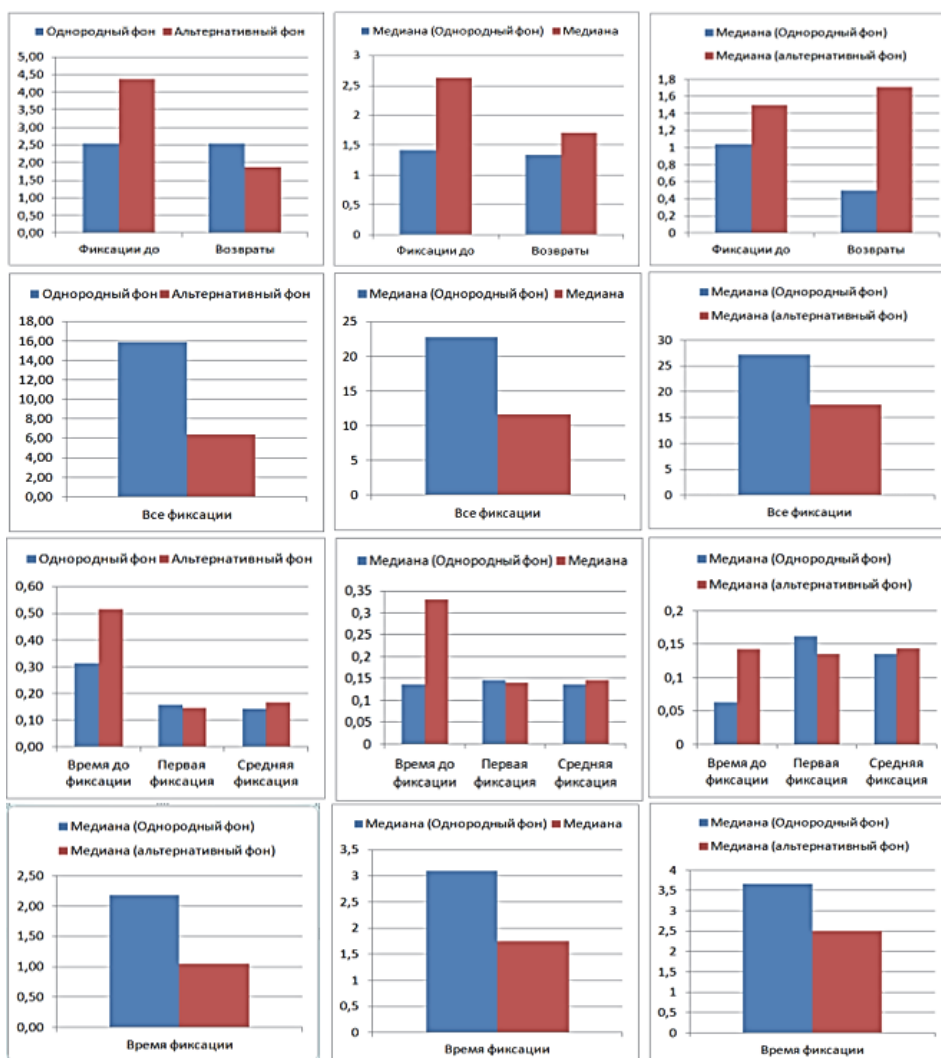


Рис. 2. Сравнение окулографических показателей зон социального внимания на стимульных изображениях с однородным и альтернативным вариантами фона.

Верхний ряд – фиксации и возвраты. Второй ряд – количество фиксаций.

Третий ряд – временные показатели. Нижний ряд – время фиксации. Левая колонка – лицо.

Средняя колонка – глаза. Правая колонка – социальный объект

По результатам апробации стимульного АТ материала у взрослых лиц нами были отобраны те стимулы, в ответ на предъявление которых испытуемые правильно называли эмоцию или близкое к ней состояние. Кроме того, из набора стимульного материала были удалены стимулы, получившие критические замечания от испытуемых в отношении их качества или неприятного психологического воздействия.

После коррекции общее число предъявляемых стимулов сократилось до 50, общая продолжительность тестирования составила 4 мин 30 с, что вполне приемлемо для детей с РАС [17, 19]. В дальнейшем мы предполагаем по результатам апробации на группе детей с РАС сократить итоговое число стимулов до 30–35, чтобы длительность процедуры тестирования уменьшилась до 3–4 мин.

Кроме того, у здоровых взрослых людей получены достоверные различия показателей фиксации взора при предъявлении социальных стимулов на однородном и на альтернативном фоне. Например, изображение на рис. 1, а считается альтернативным, поскольку зонтик на нем представляет собой крупный и четко различимый несоциальный объект. На изображении, представленном на рис. 1, в, фон размыт, альтернативных объектов нет (однородный фон). Трекинг (рис. 1, б, в) демонстрирует, что на зоне зонтике фокусировали взгляд все испытуемые. В то же время при использовании однородного фона лишь 3 испытуемых из 12 смотрели мимо лица, представленного на фото, причем делали это без четкой фокусировки взгляда (рис. 1, в). Достоверные различия ($p = 0,03$), согласно критерию Манна–Уитни, получены для следующих АТ показателей: среднее время фиксации на области лица; количество фиксаций на области лица; суммарное время фиксации на социальном объекте; количество возвратов к социальному объекту; количество фиксаций на социальном объекте.

Таким образом, нам удалось доказать, что предъявление фотографий людей, демонстрирующих различные эмоции, с использованием однородного и альтернативного фона, не уступает по своей информативности «классическому» варианту, когда на экране монитора испытуемому одновременно предъявляются два окна, в одном из которых размещены социальные стимулы, во втором – несоциальные [28].

Выводы. Нами сформирован набор стимульного материала для динамического АТ-тестирования паттернов движений глаз, который, предположительно, будет чувствительным к изменениям уровня социального внимания у детей с РАС. На следующем этапе нашего исследования планируется апробация сформированного контента в группах детей типичного развития и детей с РАС, по результатам которой будет произведен итоговый отбор наиболее эффективных стимулов. В процессе дальнейшего отбора сценариев будет учитываться уровень внимания детей к изображениям, степень отличий результатов АТ, полученных у детей типичного развития, и у детей с РАС, а также выраженность динамики АТ показателей при улучшении клинических показателей у детей с РАС. Для определения валидности, чувствительности и надежности методики АТ планируется использование полуструктурированных опросников и тестов, которые применяются при оценке состояния детей с РАС.

Литература

1. Барабанщиков В.А., Жезалло А.В. Айтрекинг: методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике. М.: Когито-Центр, 2014. 126 с.

2. Симашикова Н.В., Макушкин Е.В. Расстройства аутистического спектра: диагностика, лечение, наблюдение. Клинические рекомендации (протокол лечения) / Российское общество психиатров. М., 2015. 50 с.
3. Aresti-Bartolome N., Garcia-Zapirain B. Cognitive rehabilitation system for children with autism spectrum disorder using serious games: A pilot study. *Biomed. Mater. Eng.*, 2015, vol. 26, suppl. 1, pp. S811-S824. DOI: <https://doi.org/10.3233/BME-151373>.
4. Avni I., Meiri G., Bar-Sinai A. et al. Children with autism observe social interactions in an idiosyncratic manner. *Autism Res.*, 2020, vol. 13(6), pp. 935–946. DOI: <https://doi.org/10.1002/aur.2234>.
5. Bacon E.C., Courchesne E., Barnes C.C. et al. Rethinking the idea of late autism spectrum disorder onset. *Dev. Psychopathol.*, 2018, vol. 30(2), pp. 553–569. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0954579417001067>.
6. Bird G., Press C., Richardson D.C. The role of alexithymia in reduced eye-fixation in autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2011, vol. 41(11), pp. 1556–1564. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1183-3>.
7. Chawarska K., Macari S., Shic F. Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2012, vol. 53(8), pp. 903–913. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2012.02538.x>.
8. Chita-Tegmark M. Social attention in ASD: A review and meta-analysis of eye-tracking studies. *Res. Dev. Disabil.*, 2016, vol. 48, pp. 79–93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.10.011>.
9. Dawson G., Sun J.M., Davlantis K.S. et al. Autologous cord blood infusions are safe and feasible in young children with autism spectrum disorder: results of a single-center phase I open-label trial. *Stem Cells Transl. Med.*, 2017, vol. 6(5), pp. 1332–1339. DOI: <https://doi.org/10.1002/sctm.16-0474>.
10. DiPietro J., Kelemen A., Liang Y., Sik-Lanyi C. Computer- and Robot-Assisted Therapies to Aid Social and Intellectual Functioning of Children with Autism Spectrum Disorder. *Medicina (Kaunas)*, 2019, vol. 55(8), p. 440. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina55080440>.
11. Duchowski A.T. Eye Tracking Methodology: Theory and Practice, 3rd ed. Clemson, Clemson University, 2017, 418 p.
12. Fletcher-Watson S., Leekam S.R., Benson V. et al. Eye-movements reveal attention to social information in autism spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 2009, vol. 47(1), pp. 248–257.
13. Frazier T.W., Strauss M., Klingemier E.W. et al. A Meta-Analysis of Gaze Differences to Social and Nonsocial Information between Individuals with and without Autism. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 2017, vol. 56(7), pp. 546–555. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.05.005>.
14. Frye R.E. Social Skills Deficits in Autism Spectrum Disorder: Potential Biological Origins and Progress in Developing Therapeutic Agents. *CNS Drugs*, 2018, vol. 32(8), pp. 713–734. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40263-018-0556-y>.
15. Guimard-Brunault M., Hernandez N., Roché L. et al. Back to basic: do children with autism spontaneously look at screen displaying a face or an object? *Autism Res. Treat.*, 2013, vol. 2013, 835247. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/835247>.
16. Hanley M., McPhillips M., Mulhern G., Riby D.M. Spontaneous attention to faces in Asperger syndrome using ecologically valid static stimuli. *Autism.*, 2013, vol. 17(6), pp. 754–761. DOI: <https://doi.org/10.1177/1362361312456746>.
17. Hendry A., Jones E.J.H., Bedford R. et al. Developmental change in look durations predicts later effortful control in toddlers at familial risk for ASD. *J. Neurodev. Disord.*, 2018, vol. 10(1), p. 3. DOI: <https://doi.org/10.1186/s11689-017-9219-4>.
18. Klin A., Lin D.J., Gorrindo P. et al. Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature*, 2009, vol. 459(7244), pp. 257–261. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature07868>.
19. Kou J., Le J., Fu M., Lan C., Chen Z., Li Q., Zhao W., Xu L., Becker B., Kendrick K.M. Comparison of three different eye-tracking tasks for distinguishing autistic from typically developing children and autistic symptom severity. *Autism Res.*, 2019, vol. 12(10), pp. 1529–1540. DOI: <https://doi.org/10.1002/aur.2174>.
20. McPartland J.C., Bernier R.A., Jeste S.S. et al. The Autism Biomarkers Consortium for Clinical Trials (ABC-CT): Scientific Context, Study Design, and Progress Toward Biomarker Qualification. *Front. Integr. Neurosci.*, 2020, vol. 14, p. 16. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00016>.
21. Nadig A., Lee I., Singh L. et al. How does the topic of conversation affect verbal exchange and eye gaze? A comparison between typical development and high-functioning autism. *Neuropsychologia*, 2010, vol. 48(9), pp. 2730–2739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.05.020>.
22. Ness S.L., Manyakov N.V., Bangerter A. et al. JAKE® Multimodal Data Capture System: Insights from an Observational Study of Autism Spectrum Disorder. *Front. Neurosci.*, 2017, vol. 11, p. 517. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00517>.
23. Pennisi P., Tonacci A., Tartarisco G., Billeci L., Ruta L., Gangemi S., Pioggia G. Autism and Social Robotics: A Systematic Review. *Autism Res.*, 2016, vol. 9, pp. 165–183.

24. Richey J.A., Damiano C.R., Sabatino A. et al. Neural Mechanisms of Emotion Regulation in Autism Spectrum Disorder. *J. Autism Dev. Disord.*, 2015, vol. 45(11), pp. 3409–3423. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2359-z>.
25. Strobl M.A.R., Lipsmeier F., Demenescu L.R., Gossens C., Lindemann M., De Vos M. Look me in the eye: evaluating the accuracy of smartphone-based eye tracking for potential application in autism spectrum disorder research. *Biomed. Eng. Online.*, 2019, vol. 18(1), p. 51. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12938-019-0670-1>.
26. Tsang V., Chu P.C.K. Comparing Eye-tracking Data of Children with High-functioning ASD, Comorbid ADHD, and of a Control Watching Social Videos. *J. Vis. Exp.*, 2018, no. 142. DOI: [10.3791/58694](https://doi.org/10.3791/58694). <https://doi.org/10.3791/58694>.
27. Stagg S.D., Linnell K.J., Heaton P. Investigating eye movement patterns, language, and social ability in children with autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, 2014, no. 26(02), pp. 529–537.
28. Wang Q., Chang J., Chawarska K. Atypical Value-Driven Selective Attention in Young Children with Autism Spectrum Disorder. *JAMA Netw Open.*, 2020, vol. 3(5), e204928. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.4928>.

КУЗНЕЦОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – младший научный сотрудник отделения функциональной диагностики, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Россия, Нижний Новгород (metall.sy@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1889-1297>).

БЕЛОВА АННА НАУМОВНА – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской реабилитации, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Россия, Нижний Новгород (anbelova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9719-6772>).

ВОЛОВИК МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отделения функциональной диагностики, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Россия, Нижний Новгород (afanassy@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3230-6990>).

ВОРОБЬЕВА ОЛЬГА ВИКТОРОВНА – младший научный сотрудник отделения функциональной диагностики, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Россия, Нижний Новгород (olgyska1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7225-8842>).

ХАЛАК МАРИЯ ЕВГЕНЬЕВНА – кандидат психологических наук, ассистент кафедры общей и клинической психологии, психолог университетского центра психологии и развития детей, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Россия, Нижний Новгород (m-e-h@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1897-8894>).

Alexey N. Kuznetsov, Anna N. Belova, Mikhail G. Volovik, Olga V. Vorob'eva, Maria E. Khalak

DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY FOR STUDYING THE SOCIAL ATTENTION OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS BY THE EYE TRACKING METHOD (preliminary results)

Key words: autism spectrum disorder (ASD), autism, eye tracking, stimulus material, social attention.

Development of social skills is an essential condition for the habilitation of children suffering from autism spectrum disorders (ASD). The method of eye tracking (ET) opens up great opportunities for studying social attention in this contingent of people with disabilities. The aim of the study is to form a set of stimulus materials for dynamic ET-testing of eye movement patterns that are sensitive to changes in the level of social attention in preschool-age children with ASD. The selection of stimulus content included the definition of requirements for the quality of the images presented, storage and encoding of stimuli, the development of the procedure for presenting stimuli and the methodology for processing the ET-data. The stimulus material was tested on a group of healthy adults. The developed approach to the formation of standardized stimulus content for testing the social attention of children with ASD by the eye tracking method takes into account the level of children's attention to images, the degree of differences in the results of ET obtained in children of typical development and in children with ASD, as well as the intensity of the dynamics in ET indicators in improvement of clinical indicators in children with ASD.

References

1. Barabanshchikov V.A., Zhegallo A.V. *Aytreking: metody registratsii dvizheny glaz v psikhologicheskikh issledovaniyakh i praktike* [Eye tracking: methods of registering eye movements in psychological research and practice]. Moscow, Kogito-Tsentr Publ., 2014, 126 p.
2. Simashkova N.V., Makushkin Ye.V. *Rasstroystva autisticheskogo spektra: diagnostika, lecheniye, nablyudeniye. Klinicheskiye rekomendatsii (protokol lecheniya)* [Autism spectrum disorders: diagnosis, treatment, observation. Clinical recommendations (treatment protocol)]. Moscow, 50 p.
3. Aresti-Bartolome N., Garcia-Zapirain B. Cognitive rehabilitation system for children with autism spectrum disorder using serious games: A pilot study. *Biomed. Mater. Eng.*, 2015, vol. 26, suppl. 1, pp. S811-S824. DOI: <https://doi.org/10.3233/BME-151373>.
4. Avni I., Meiri G., Bar-Sinai A. et al. Children with autism observe social interactions in an idiosyncratic manner. *Autism Res.*, 2020, vol. 13(6), pp. 935–946. DOI: <https://doi.org/10.1002/aur.2234>.
5. Bacon E.C., Courchesne E., Barnes C.C. et al. Rethinking the idea of late autism spectrum disorder onset. *Dev. Psychopathol.*, 2018, vol. 30(2), pp. 553–569. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0954579417001067>.
6. Bird G., Press C., Richardson D.C. The role of alexithymia in reduced eye-fixation in autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2011, vol. 41(11), pp. 1556–1564. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1183-3>.
7. Chawarska K., Macari S., Shic F. Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2012, vol. 53(8), pp. 903–913. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2012.02538.x>.
8. Chita-Tegmark M. Social attention in ASD: A review and meta-analysis of eye-tracking studies. *Res. Dev. Disabil.*, 2016, vol. 48, pp. 79–93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.10.011>.
9. Dawson G., Sun J.M., Davlantis K.S. et al. Autologous cord blood infusions are safe and feasible in young children with autism spectrum disorder: results of a single-center phase I open-label trial. *Stem Cells Transl. Med.*, 2017, vol. 6(5), pp. 1332–1339. DOI: <https://doi.org/10.1002/sctm.16-0474>.
10. DiPietro J., Kelemen A., Liang Y., Sik-Lanyi C. Computer- and Robot-Assisted Therapies to Aid Social and Intellectual Functioning of Children with Autism Spectrum Disorder. *Medicina (Kaunas)*, 2019, vol. 55(8), p. 440. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina55080440>.
11. Duchowski A.T. *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, 3rd ed. Clemson, Clemson University, 2017, 418 p.
12. Fletcher-Watson S., Leekam S.R., Benson V. et al. Eye-movements reveal attention to social information in autism spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 2009, vol. 47(1), pp. 248–257.
13. Frazier T.W., Strauss M., Klingemier E.W. et al. A Meta-Analysis of Gaze Differences to Social and Nonsocial Information between Individuals with and without Autism. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 2017, vol. 56(7), pp. 546–555. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.05.005>.
14. Frye R.E. Social Skills Deficits in Autism Spectrum Disorder: Potential Biological Origins and Progress in Developing Therapeutic Agents. *CNS Drugs*, 2018, vol. 32(8), pp. 713–734. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40263-018-0556-y>.
15. Guimard-Brunault M., Hernandez N., Roché L. et al. Back to basic: do children with autism spontaneously look at screen displaying a face or an object? *Autism Res. Treat.*, 2013, vol. 2013, 835247. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/835247>.
16. Hanley M., McPhillips M., Mulhern G., Riby D.M. Spontaneous attention to faces in Asperger syndrome using ecologically valid static stimuli. *Autism*, 2013, vol. 17(6), pp. 754–761. DOI: <https://doi.org/10.1177/1362361312456746>.
17. Hendry A., Jones E.J.H., Bedford R. et al. Developmental change in look durations predicts later effortful control in toddlers at familial risk for ASD. *J. Neurodev. Disord.*, 2018, vol. 10(1), p. 3. DOI: <https://doi.org/10.1186/s11689-017-9219-4>.
18. Klin A., Lin D.J., Gorrindo P. et al. Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature*, 2009, vol. 459(7244), pp. 257–261. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature07868>.
19. Kou J., Le J., Fu M., Lan C., Chen Z., Li Q., Zhao W., Xu L., Becker B., Kendrick K.M. Comparison of three different eye-tracking tasks for distinguishing autistic from typically developing children and autistic symptom severity. *Autism Res.*, 2019, vol. 12(10), pp. 1529–1540. DOI: <https://doi.org/10.1002/aur.2174>.
20. McPartland J.C., Bernier R.A., Jeste S.S. et al. The Autism Biomarkers Consortium for Clinical Trials (ABC-CT): Scientific Context, Study Design, and Progress Toward Biomarker Qualification. *Front. Integr. Neurosci.*, 2020, vol. 14, p. 16. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00016>.
21. Nadig A., Lee I., Singh L. et al. How does the topic of conversation affect verbal exchange and eye gaze? A comparison between typical development and high-functioning autism. *Neuropsychologia*, 2010, vol. 48(9), pp. 2730–2739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.05.020>.

22. Ness S.L., Manyakov N.V., Bangerter A. et al. JAKE® Multimodal Data Capture System: Insights from an Observational Study of Autism Spectrum Disorder. *Front. Neurosci.*, 2017, vol. 11, p. 517. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00517>.
23. Pennisi P., Tonacci A., Tartarisco G., Billeci L., Ruta L., Gangemi S., Pioggia G. Autism and Social Robotics: A Systematic Review. *Autism Res.*, 2016, vol. 9, pp. 165–183.
24. Richey J.A., Damiano C.R., Sabatino A. et al. Neural Mechanisms of Emotion Regulation in Autism Spectrum Disorder. *J. Autism Dev. Disord.*, 2015, vol. 45(11), pp. 3409–3423. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2359-z>.
25. Strobl M.A.R., Lipsmeier F., Demenescu L.R., Gossens C., Lindemann M., De Vos M. Look me in the eye: evaluating the accuracy of smartphone-based eye tracking for potential application in autism spectrum disorder research. *Biomed. Eng. Online.*, 2019, vol. 18(1), p. 51. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12938-019-0670-1>.
26. Tsang V., Chu P.C.K. Comparing Eye-tracking Data of Children with High-functioning ASD, Comorbid ADHD, and of a Control Watching Social Videos. *J. Vis. Exp.*, 2018, no. 142. DOI: [10.3791/58694](https://doi.org/10.3791/58694). <https://doi.org/10.3791/58694>.
27. Stagg S.D., Linnell K.J., Heaton P. Investigating eye movement patterns, language, and social ability in children with autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, 2014, no. 26(02), pp. 529–537.
28. Wang Q., Chang J., Chawarska K. Atypical Value-Driven Selective Attention in Young Children with Autism Spectrum Disorder. *JAMA Netw Open.*, 2020, vol. 3(5), e204928. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.4928>.

ALEXEY N. KUZNETSOV – Minor Researcher of Departments of Functional Diagnostics, Privolzhsky Research Medical University (PIMU), Russia, Nizhny Novgorod (metall.sy@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1889-1297>).

ANNA N. BELOVA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Departments of Medical Rehabilitation, Privolzhsky Research Medical University (PIMU), Russia, Nizhny Novgorod (anbelova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9719-6772>).

MIKHAIL G. VOLOVIK – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of Departments of Functional Diagnostics, Privolzhsky Research Medical University (PIMU), Russia, Nizhny Novgorod (afanassy@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3230-6990>).

OLGA V. VOROB'EVA – Minor Researcher of Departments of Functional Diagnostics, Privolzhsky Research Medical University (PIMU), Russia, Nizhny Novgorod (olgyska1@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7225-8842>).

Khalak Maria E. – Candidate of Psychological Sciences, Assistant Lecturer, Department of General and Clinical Psychology, Privolzhsky Research Medical University (PIMU), Russia, Nizhny Novgorod (m-e-h@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1897-8894>).

Формат цитирования: Кузнецов А.Н., Белова А.Н., Воловик М.Г., Воробьева О.В., Халак М.Е. Разработка методики исследования социального внимания детей с расстройствами аутистического спектра методом Айтрекинга (предварительные результаты) [Электронный ресурс] // Acta medica Eurasica. – 2021. – № 2. – С. 17–27. – URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2021/2/3>. DOI: 10.47026/2413-4864-2021-2-17-27.