

УДК 159.9.075, 159.922.8
doi: 10.11621/vsp.2022.02.09

АЙТРЕКИНГ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНЫХ ФОРМ ИНСТРУКЦИИ В ОБУЧЕНИИ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА

Я.К. Смирнова

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, yana.smirnova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5453-0144>

Актуальность. Статья посвящена анализу использования метода регистрации движения глаз для изучения процессов обучения детей с нарушением слуха. На основании данных глазодвигательной активности выделяются трудности, препятствующие обучению детей с нарушением слуха, что способствует обнаружению эффективных способов обучения. Отдельным исследовательским вопросом является поиск эффективного использования разных форм подачи инструкции.

Цель. Айттрекинг исследования специфики совместного внимания и поддержание визуального внимания детей с нарушением слуха при разном способе подачи инструкции в процессе обучения.

Выборка. Выборку исследования составили 15 дошкольников с нарушением слуха (сенсоневральной тугоухостью, класс Н90 по МКБ-11): восемь девочек, семь мальчиков, средний возраст $5,4 \pm 0,8$.

Методы. Использовано задание в форме корректурной пробы для заполнения фигур (по типу методики «Пьерона-Рузера»). Для понимания разных форм инструкции в четырех сериях эксперимента варьировалось сочетание речевой формы и использования действия в объяснении правила заполнения фигур. Основным методом являлся метод регистрации движения глаз с использованием портативного трекера PLabs-айтрекер.

Результаты. Важнейшим критерием эффективности разных форм инструкции является время от начала предъявления инструкции до первой фиксации на целевом объекте и продолжительность задержки внимания в нецелевых областях. При мультимодальной инструкции наблюдаются более длинные фиксации в релевантных областях и короткие в нерелевантных, фиксации чаще и быстрее оказываются в релевантных областях. При переходе к самостоятельному анализу задания в начале фиксации в релевантных и нерелевантных областях становятся сокращенными по времени и количеству, а затем начинают носить все более длительный характер.

Выводы. Разная форма инструкции позволяет переструктурировать восприятие ребенка с нарушением слуха, сфокусировав внимание на релевантных задаче элементах. Наиболее эффективным является одновременное использование мультимодальных средств объяснения инструкции для привлечения и регуляции внимания.

Ключевые слова: совместное внимание, социальное внимание, объединенное внимание, социальное познание, обучение, возрастное развитие, дошкольный возраст, атипичное развитие, нарушение слуха, кохлеарная имплантация, окулография, айтрекер, окуломоторная активность.

Финансирование. Результаты исследований получены при финансовой поддержке гранта РФФ 21-78-00029 «Айтрекинг исследование трудностей обучения детей с нарушением слуха».

Для цитирования: Смирнова Я.К. Айтрекинг исследования использования разных форм инструкции в обучении детей с нарушением слуха // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2022. № 2. С. 192–222. doi: 10.11621/vsp.2022.02.09

EYE TRACKING RESEARCH ON THE USE OF DIFFERENT FORMS OF INSTRUCTION IN TEACHING CHILDREN WITH HEARING IMPAIRMENT

Yana K. Smirnova

Altai State University, Barnaul, Russia, yana.smirnova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5453-0144>

Background. It is analyzed how the method of eye movement registration can be used to study the learning processes of children with hearing impairment. On the basis of oculomotor activity data, difficulties are identified that impede the learning of children with hearing impairment, which contributes to the discovery of effective ways of learning. A separate research issue is the search for the effective use of different forms of instruction.

Objective. Eye-tracking study of learning difficulties with different forms of instruction (as different forms of multimodal means of establishing joint attention).

Sample. The study sample consisted of 15 preschool children with hearing impairment (sensoneural hearing loss, class H90 according to ICD-11), eight girls, seven boys, mean age 5.4±0.8.

Methods. A task was used in the form of a correction test to fill in the figures (according to the Pieron-Ruser method). To understand different forms of instruction in 4 series of the experiment, the combination of the speech form and

the use of action in explaining the rule for filling in the figures varied. The main method is the method of eye movement registration using the PLabs portable tracker-the eye tracker.

Results. The most important criterion for the effectiveness of different forms of instruction is the time from the beginning of the presentation of the instruction to the first fixation on the target object and the duration of attention delay in non-target areas. With multimodal instruction, longer fixations are observed in relevant areas and short fixations in irrelevant areas, fixations are more often and faster in relevant areas. With the transition to independent analysis, tasks at the beginning of fixation in relevant and irrelevant areas become reduced in time and quantity, and then begin to take on an increasingly long character.

Conclusion. A different form of instruction allows you to restructure the perception of a child with a hearing impairment, focusing attention on the elements that are relevant to the task. The most effective is the simultaneous use of multimodal means of explaining instructions to attract and regulate attention.

Key words: joint attention, social attention, social cognition, learning, age development, preschool age, atypical development, hearing impairment, cochlear implantation, oculography, eye tracker, oculomotor activity.

Funding. The results of the research were obtained with the financial support of the Russian Science Foundation grant 21-78-00029 «Eye-tracking study of the learning difficulties of children with hearing impairment».

For citation: Smirnova, Ya.K. (2022). Eye Tracking Research on the Use of Different Forms of Instruction in Teaching Children with Hearing Impairment. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 14. Psikhologiya [Moscow University Psychology Bulletin], 2, 192–222. doi: 10.11621/vsp.2022.02.09

Введение

Совместное внимание на микроуровне понимают как моменты общего визуального внимания двух людей к объекту или событию (Schroer, Yu, 2021). Существуют множественные сенсорно-моторные пути, которые приводят к такому скоординированному визуальному вниманию, необходимому для мультимодального эффекта поддержания внимания в процессе обучения ребенка (Yu, Smith, 2016, 2017; Schroer, Yu, 2021). Взрослый генерирует мультимодальное поведение, и его собственное внимание и интерес к объекту потенциально сигнализируют с помощью множества модальностей, куда должен направить внимание ребенок (Bakeman, Adamson, 1984; Tomasello, Farrar, 1986; Yu, Smith, 2017; Sebanz, Bekkering, Knoblich, 2006; Shockey, Richardson, Dale, 2009; Chen, Monroy, Houston, Yu, 2020; Dindar, Korkiakangas, Laitila, Kärnä, 2017).

Такое совместное внимание основывается на трех основных источниках информации: 1) перцептивная информация о направлении взгляда, ориентации позы, головы, жестов, взаимодействия с объектом наблюдаемого человека, которая может обрабатываться с разной степенью детализации (требующей разных временных и ресурсных затрат); 2) низкоуровневая информация о наиболее «заметных» (salient) объектах, присутствующих в зоне взгляда наблюдаемого человека; 3) высокоуровневая информация о потенциальных объектах внимания индивида, «вычисляемая» в результате реконструкции перспективы фокуса внимания наблюдаемого человека (perspective-taking), и ее сопоставления с информацией, доступной с позиции наблюдателя, опыта и прогноза предполагаемых действий.

В связи с этим многие современные исследования, посвященные проблемам возрастного развития, указывают на роль коммуникативных подсказок в возникновении референтного отношения к сигналам поведения взрослого в процессе обучения: звуки, эмоции и мимика, действия приобретают значимый характер, используются ребенком для обозначения и обобщения объектов в процессе обучения (Fennell, Waxman, 2010). Такие коммуникативные подсказки привлекают внимание ребенка к использованию взрослым объекта и улучшают поддержание совместного внимания (Котова, 2015; Котов, Котова, 2013). Если родители использовали мультимодальное поведение (прикосновение к объекту и разговор), диада взрослого и ребенка чаще и дольше демонстрировала устойчивое совместное внимание, а зрительное внимание ребенка и зрительно-моторная координация были более точными (Suarez-Rivera, Smith, Yu, 2019; Schroer, Smith, Yu, 2019; Schroer, Yu, 2021).

Разнообразие средств достижения совместного внимания предполагает гибкость и надежность в использовании нескольких путей для достижения одной и той же функциональной цели взаимодействия (Chen, Castellanos, Yu, Houston, 2020). Это позволяет использовать широкий диапазон средств установления совместного внимания в процессе обучения.

Актуальным исследовательским вопросом является вопрос о влиянии разномодальных подсказок взрослых на успешность решения задач в процессе обучения. Например, исследования, рассматривающие процесс решения задач разной модальности, выявили, что переход из одной модальности в другую требует определенных затрат по обработке информации (Pecher et al., 2003), а именно: происходит изменение направления микросаккад, определяющих глазодвига-

тельную активность при использовании различных типов стимулов-подсказок (Laubrock et al., 2005; Yokoyama et al., 2012; Лунева, Лебедь, Коровкин, 2015). Поэтому подсказка, конгруэнтная модальности задачи, соответствие модальности и осознанности подсказки способу и виду предъявления задачи повышают эффективность ее решения (Лунева, Лебедь, Коровкин, 2015).

В современной науке использование мобильных версий айтрекеров позволяет зафиксировать специфику сенсомоторной динамики скоординированного внимания, что расширяет возможности для экспериментального изучения путей достижения совместного внимания между ребенком и взрослым (Chen, Monroy, Houston, Yu, 2020), и анализ путей достижения устойчивого визуального внимания ребенка (Yuan, Xu, Yu, Smith, 2019). Поэтому вопросы изменения перцептивных процессов под влиянием обучения начинают все чаще попадать в фокус айтрекинг исследований (Lai et al., 2013, Demareva, Polevaeva, 2012; Куравский и др., 2013; Чумаченко, Шварц, 2016).

Исследуется, как учащиеся контролируют и распределяют свое внимание во время визуального поиска, какие факторы могут влиять на распознавание ими объектов/зрений и процессов визуального поиска (Beesley, Pelley, 2010; Castelhana, Heaven, 2011; Koenig, Lachnit, 2011; Roderer et al., 2012; Welham, Wills, 2011; Lai et al., 2013).

В методологии айтрекинг исследований паттерн движения глаз отражает когнитивные операции, используемые для решения обучающей задачи (Epelboim, Suppes, 1997). В качестве единиц анализа используется вариабельность длительности и положений фиксации в зонах интереса (Шварц, 2019). При помощи айтрекинга можно выделить стратегии когнитивной обработки, отражающиеся в показателях движений глаз; дифференцированное распределение внимания и когнитивные усилия в процессе обучения (Блинникова, Ишмуратова, 2021).

Проведен ряд исследований, выполненных методом записи движений глаз, демонстрирующих перестройку восприятия под влиянием обучающего воздействия.

Выводы

Айтрекинг исследований, изменений перцептивных процессов под влиянием обучения следующие: перцептивные действия характеризуются большей свернутостью, а также способностью экспертов быстрее и надежнее выделять релевантные задаче области, используя

в качестве ориентировочной основы перцептивных действий концептуальные знания.

Исходя из поставленных проблем, важной предпосылкой для нашего исследования является то, что визуальное ориентирование внимания ученика опосредуется через мультимодальные средства (Abrahamson, Gutiérrez, Charoenying, Negrete, Bumbacher, 2012), которые выполняют функции подсказки, средства контроля и средства облегчения согласования сенсомоторных схем взрослого и ребенка (Boucheix, Lowe, Putri, Groff, 2013; Abrahamson, Gutiérrez, Charoenying, Negrete, Bumbacher, 2012).

Метод анализа движения глаз, например, применяется в исследованиях, связанных с восприятием детьми визуальных материалов в процессе обучения для выявления способа перестройки восприятия ребенка под влиянием обучающего воздействия; определения характеристик визуального материала, способствующих улучшению его понимания; выявления особенностей визуального выделения частей изображения, воздействующих на процесс восприятия и осмысления детьми учебных материалов, а также для определения способов вовлечения визуальных материалов в процессы обучения и характера их восприятия (Шварц, 2013; Shvarts, Krichevets, 2015).

Однако проведено мало исследований детей с нарушением слуха. Например, недостаточно данных для решения вопроса: эффективен ли для данной группы детей распространенный в образовании принцип наглядности, или принцип множественных репрезентаций (*multiple representations*)? Наблюдается ли у детей с нарушением слуха один из наиболее известных эффектов в обучении — эффект модальности (Mayer, Moreno, 1998; Schmidt-Weigand et al., 2010)? Как лучше распределять материал по разным модальностям — давать текст аудиально, а картинки визуально, не соединяя их, или в сочетании (Mayer, Moreno, 1998)? Способствуют ли изображения и зрительные опоры пониманию и успешному решению задач (Scheiter et al., 2014; Шварц, 2011; Nystrom, Ogren, 2012)? Происходит ли у детей с нарушением слуха синхронизация визуальных подсказок с излагаемым материалом (Boucheix, Lowe, 2010; Bednarik, Shipilov, 2011; Jarodzka et al., 2013)?

Мало эмпирических исследований было направлено на решение вопроса о том, как разные формы материала могут быть встроены в учебную и коррекционную деятельность для группы детей с нарушением слуха.

В связи с этим, на наш взгляд, важно отобразить специфику обработки информации при разной форме инструкций, на основе которых строится стратегия обучения детей с нарушением слуха.

Дефицит совместного внимания при атипичном развитии может иметь каскадные эффекты на нейрокогнитивное развитие, формирование исполнительных функций, речи, навыков имитации, IQ, социальных и ряда других навыков (Charman, Swettenham, Baron-Cohen, Baird, Cox, Drew, 2001; Smith, Ulvund, 2003; Dawson, Munson, Estes, Osterling, McPartland, Toth, 2002). В том числе потеря слуха оказывает широкое влияние на социальное и когнитивное развитие в связи с дефицитом навыков совместного внимания (Monroy, Houston, Yu, 2021).

У детей с нарушением слуха наблюдаются бессистемные неточные сведения о собственных сенсорно-перцептивных возможностях, что не позволяет ребенку с патологией активно включиться в процесс компенсации собственного дефекта. На основе выборки детей с нарушением слуха можно проследить, как проявляется в специфике совместного внимания снижение уровня чувственного опыта детей за счет неточности, фрагментарности, замедленности ориентировки, недостаточности слухового сенсорного опыта, трудностей анализа информации.

Подход к описанию и исследованию множества путей к координации совместного визуального внимания предполагает наличие разных средств установления и поддержания совместного визуального внимания в процессе обучения детей с нарушением слуха. Однако у детей с нарушением слуха доступ к этим средствам установления совместного внимания ограничен. Привлечение совместного зрительного внимания опирается на основу мультисенсорного функционирования (координация визуальных, языковых и моторных сигналов) с целью обмена социальным опытом/интересами. Ребенок может реагировать на эпизоды совместного внимания, следя за движением взгляда взрослого, касанием/удерживанием, жестом или речевым обозначением предметов в окружающей среде. Важно изучить наиболее эффективные способы представления информации в процессе обучения детей с нарушением слуха.

Мало известно о том, как ограниченный опыт сенсорных переживаний при потере слуха влияет на координацию внимания между детьми и взрослыми в процессе обучения. Дефицит совместного внимания у детей с нарушением слуха может быть связан с особенностью использования ими средств установления эпизодов совместного внимания, характером и степенью их общения со взрослыми (Peterson,

Slaughter, 2003), предпочтениями модальности общения и подходами к образованию ребенка с нарушением слуха в семье (Dunn, Brophy, 2005), наличием сенсомоторного обмена и предъязыкового общения между ребенком и взрослым (Meins, Fernyhough, Wainwright, Das Gupta, Fradley, Tuckey, 2002). В целом ряде клинических исследований глухие дети демонстрировали постоянные различия в общем визуальном внимании и совместном внимании во время взаимодействий со взрослыми, а также различия в распределении внимания во время целенаправленного интерактивного задания с родителями (Mongro, Houston, Yu, 2021): наблюдались трудности в поддержании избирательного внимания при наличии периферических отвлекающих факторов.

Только в единичных исследованиях совместного внимания у детей с нарушением слуха отмечается, что у данной группы детей часто уменьшается время, затрачиваемое на совместное внимание, они реже реагируют и расширяют свою инициативу и коммуникативные действия (Chen, Castellanos, Yu, Houston, 2019, 2020; Yu, Smith, 2017, 2020).

Актуальность продиктована тем, что кохлеарные имплантанты (КИ) обеспечивают доступ к звуку для многих глухих детей с тяжелой и глубокой сенсоневральной тугоухостью. После имплантации значительный процент детей демонстрирует неоптимальные речевые навыки, и часто не только после имплантации, а даже после нескольких лет опыта работы со своими кохлеарными имплантами. Взрослые при взаимодействии с детьми с нарушением слуха настолько настроены на глубокую или тяжелую потерю слуха своего ребенка, что они полностью полагаются на визуальное внимание перед кохлеарной имплантацией.

Вопрос развития совместного внимания у детей с нарушением слуха после кохлеарной имплантации представляет собой значительный пробел в нынешних знаниях. Отсутствие таких данных является сильным барьером для прогресса в разработке новых способов коррекционного вмешательства.

Цель

Целью исследования является айтрекинг исследование специфики совместного внимания и поддержание визуального внимания детей с нарушением слуха при разном способе подачи инструкции в процессе обучения (как разных форм мультимодальных средств установления совместного внимания). Основной задачей исследо-

вания стало выделение специфики глазодвигательной активности (через фиксацию перцептивных действий) при разной форме обучающей инструкции, которая позволила бы объяснить трудности обучения детей с нарушением слуха.

Выборка

Выборку исследования составили 15 дошкольников с нарушением слуха (сенсоневральной тугоухостью, класс Н90 по МКБ-11): восемь девочек, семь мальчиков, средний возраст $5,4 \pm 0,8$.

Дошкольники имеют официальный диагноз двусторонней выраженной сенсоневральной тугоухости (средний порог слухового восприятия на частотах 0,5, 1,2 и 4 кГц — более 90 дБ). Всем детям данной группы сделана кохлеарная имплантация в возрасте 3–4 лет. После кохлеарной имплантации они проходили реабилитацию и посещали детский сад коррекционной направленности. Дошкольники обучались по образовательной программе для слабослышащих детей со сложными (комплексными) нарушениями, в рамках которой происходило формирование и развитие навыков устной речи, активизация различных речевых умений в условиях реальных ситуаций общения, усвоение значения и накопление слов, постановка, закрепление и дифференциация звуков, осуществление систематической работы по обучению членораздельного произношения. Дошкольники воспитываются в слышащих семьях, родители детей слышащие, без нарушения слуха. Дошкольники обладают достаточным для проведения исследования уровнем когнитивного развития, порогов восприятия и распознавания речи.

Процедура исследования

Была создана экспериментальная ситуация, которая позволяла проследить трудности обучения у детей с нарушением слуха, связанные с навыками совместного внимания. Использовано задание в форме корректурной пробы для заполнения фигур (по типу методики «Пьерона-Рузера»). На бланке, который предлагался ребенку, изображены различные незаполненные фигуры, расположенные в несколько рядов. Для заполнения фигур предлагался специальный «ключ-образец» — аналогичный набор фигур, но на отдельном листе, на примере которого ребенку в разной форме объясняли правило заполнения фигур.

Предлагались четыре формы инструкции для демонстрации ребенку обучающего задания:

- Правило объясняется ребенку только в речевой форме. Экспериментатор предлагает ребенку в вербальной форме «ключ» к заполнению фигур, не сопровождая объяснение действием.

- Правило объясняется в речевой форме в сочетании с показом примера необходимого действия — взрослый одновременно заполняет «ключ» как пример для ребенка. Экспериментатор при объяснении задания ребенку рисует дополнительные знаки, которые ребенок должен изобразить в незаполненных фигурах, сопровождает это вербальным пояснением.

- Правило объясняется в наглядной форме: демонстрируется пример заполнения «ключа» взрослым без речевого сопровождения. Экспериментатор показывает на примере «ключа» правильный способ заполнения фигур без вербального пояснения.

- Правило дается в виде предъявления зрительного образца «ключа» без словесного сопровождения и без показа действий. Ребенок должен произвести самостоятельный анализ образца и выполнить программу действий. Экспериментатор только обращает внимание ребенка на готовый «ключ-образец» с правилом заполнения фигур.

В четырех сериях менялись фигуры на бланках, образцы и правила их заполнения.

Аппаратура

Основным методом является метод регистрации движения глаз с использованием портативного трекера Pupil Headset — PLabs-айтрекер в формфакторе очков, бинокулярное исполнение. Задержка камеры 4,5 мс. Задержка обработки в зависимости от центрального процессора > 3 мс.

Для обработки айтрекинг данных специальными маркерами были помечены лицо взрослого, образец с «ключом» и бланки для выполнения задания. Для построения тепловых карт и графика движения глаз визуализировалось распределение точек взгляда на каждой поверхности. Произведена визуализация пространственного перемещения направления взгляда (графики движения взгляда), при этом точки фиксации взгляда отображены в виде кругов (рис. 1).

Обработка данных проводилась с помощью статистического пакета SPSS V.23.0.

Результаты

С целью выявления различий в поддержании совместного визуального внимания у детей с нарушением слуха при разном типе

подачи инструкции был применен однофакторный дисперсионный анализ (табл. 1).

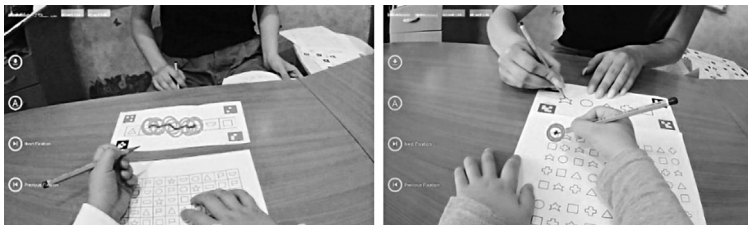


Рис. 1. Пример обработки и визуализации тепловых карт изображений, полученных со сценовой камеры айтрекера, находящегося на голове ребенка с нарушением слуха

Fig. 1. An example of processing and visualization of thermal maps of images obtained from the stage camera of an eye tracker, located on the head of a child with hearing impairment.

Выявлены статистически значимые различия в специфике глазодвигательной активности детей с нарушением слуха во всех четырех сериях эксперимента. Это позволило проследить специфику поддержания визуального внимания детей с нарушением слуха при разной форме подачи инструкции. Было выявлено, что:

1. При исключительно вербальной форме презентации инструкции по сравнению с другими сериями эксперимента в окуломоторной активности детей с нарушением слуха отмечено снижение времени до первой фиксации, но увеличение времени первой фиксации на нецелевые стимулы. Ниже, чем в других сериях эксперимента, было среднее количество фиксаций, продолжительность времени целевых фиксаций. При данном типе инструкции ниже количество и время фиксации на лице взрослого. Также наблюдается снижение количества фиксаций 300–500 миллисекунд (табл. 1).

Таким образом, характерная особенность при выполнении задания по инструкции только в вербальной форме в том, что дети с нарушением слуха реже и меньше по времени смотрят на лицо взрослого для установления совместного внимания, что не приводит к эффективному выделению целевых стимулов и удержанию постоянного внимания (по фиксациям дольше 300–500 миллисекунд). Однако они быстрее ориентируются на нецелевые стимулы.

Анализ графиков движения глаз в первой серии эксперимента позволяет прийти к выводу, что для установления совместного вни-

Таблица 1

Сравнение параметров глазодвигательной активности детей с нарушением слуха в четырех сериях эксперимента
(Критерий однородности дисперсий Ливеня >0,05)

Показатель	1 испытание	2 испытание	3 испытание	4 испытание	F	Значимость
Продолжительность первой фиксации на целевые стимулы	406,68±45,76	815,18±231,77	1271,66±565,50	52,50±22,73	2,940	,037
Продолжительность первой фиксации на целевые стимулы	275,77±27,63	1909,63±888,97	74,00±33,76	393,85±24,63	3,571	,017
Продолжительность фиксации на целевые стимулы	907,93±147,42	2031,56±737,37	1787,77±796,25	5394,70±1221,82	5,763	,001
Продолжительность фиксации на не-целевые стимулы	3922,26±410,74	979,17±318,09	253,91±68,72	7306,43±699,47	54,053	,000
Средняя продолжительность фиксации	4830,19±460,81	967,38±365,41	1172,79±517,91	12701,12±1657,04	35,802	,000
Среднее количество фиксации	11,83±1,10	1626,91±593,74	1296,49±571,26	31,17±3,68	4,181	,008
Количество фиксации на лице	1,83±0,28	4094,17±1200,99	1190,70±369,09	10,17±2,98	9,431	,000
Продолжительность фиксации на лице	753,61±135,80	3442,34±1127,38	927,31±431,80	4347,52±16,05	4,054	,009
Время до первой фиксации	0	4662,79±1918,98	1245,16±549,95	0	4,874	,003
Количество фиксации длительностью дольше 300- 500 мс	7,83±0,64	393,47±150,90	441,37±202,72	20,33±1,95	3,422	,020
Количество фиксации на образце	0,50±0,16	3161,39±929,08	600,30±279,70	2,67±0,90	9,647	,000
Продолжительность фиксации на образце	154,32±48,32	3398,43±997,34	1307,17±582,30	1047,18±361,54	5,140	,002

Table 1

Comparison of the parameters of oculomotor activity of children with hearing impairment in four series of the experiment (Liven's test for homogeneity of variances >0.05)

Indicator	1 trial	2 trial	3 trial	4 trial	F	Significance
Duration of the first fixation to non-target stimuli	406.68±45.76	815.18±231.77	1271.66±565.50	52.50±22.73	2.940	0.037
Duration of the first fixation on target stimuli	275.77±27.63	1909.63±888.97	74.00±33.76	393.85±24.63	3.571	0.017
Duration of fixations on target stimuli	907.93±147.42	2031.56±737.37	1787.77±796.25	5394.70±1221.82	5.763	0.001
Duration of fixations to non-target stimuli	3922.26±410.74	979.17±318.09	253.91±68.72	7306.43±699.47	54.053	0.000
Average duration of fixations	4830.19±460.81	967.38±365.41	1172.79±517.91	12701.12±1657.04	35.802	0.000
Average number of fixations	11.83±1.10	1626.91±593.74	1296.49±571.26	31.17±3.68	4.181	0.008
Number of fixations on the face	1.83±0.28	4094.17±1200.99	1190.70±369.09	10.17±2.98	9.431	0.000
Duration of fixation on the face	753.61±135.80	3442.34±1127.38	927.31±431.80	4347.52±1316.05	4.054	0.009
Time to first fixation	0	4662.79±1918.98	1245.16±549.95	0	4.874	0.003
Number of fixations longer than 300–500 ms	7.83±0.64	393.47±150.90	441.37±202.72	20.33±1.95	3.422	0.020
Number of fixations per sample	0.50±0.16	3161.39±929.08	600.30±279.70	2.67±0.90	9.647	0.000
Duration of fixations on the sample	154.32±48.32	3398.43±997.34	1307.17±582.30	1047.18±361.54	5.140	0.002

мания дошкольники с нарушением слуха используют мультимодальные средства: зоной интереса становится не только рот взрослого, но и направление взгляда, изменение положения головы, жесты, разворот корпуса тела (рис. 2).

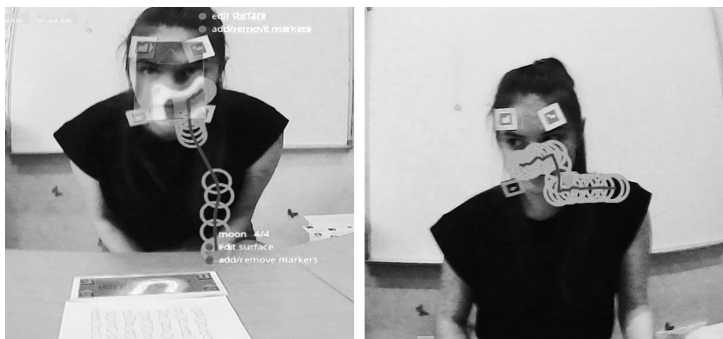


Рис. 2. График движения глаз детей с нарушением слуха в 1 серии эксперимента (пример использования мультимодальных средств)

Fig. 2. Graph of the eye movements of children with hearing impairment in the 1st series of the experiment (an example of the use of multimodal means)

В подтверждение количественным данным о большей ориентации на нецелевые стимулы на графиках движения глаз у дошкольников с нарушением слуха фиксируются трудности переключения и распределения внимания (рис. 3).

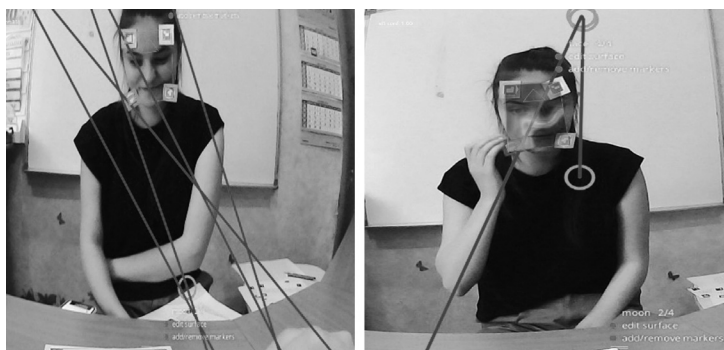


Рис. 3. График движения глаз детей с нарушением слуха в 1 серии эксперимента (пример трудностей распределения внимания)

Fig. 3. Graph of the eye movements of children with hearing impairment in the 1st series of the experiment (an example of attention distribution difficulties)

Дефицит совместного внимания у детей с нарушением слуха проявляется в частых отвлечениях от релевантной области (образца, бланка с заданием или от лица взрослого) и предпочтении нерелевантных областей (в зоне интереса окружающие предметы, нейтральные/нецелевые стимулы) целевым стимулам, необходимым для поддержания совместного внимания со взрослым во время инструкции (рис. 3). Характерным является «соскальзывание», переключение с целевых стимулов. Как следствие у детей с нарушением слуха наблюдаются трудности в распределении внимания: оно функционирует не в сфокусированном режиме, а распределено по большой области поля зрения (фиксации распределены по большей области). Наличие коротких по времени и количеству фиксаций на целевых стимулах, снижение количества фиксаций в среднем можно интерпретировать как восприятие информационных признаков неструктурированными.

2. Во второй серии эксперимента, когда инструкция давалась в речевой форме в сочетании с показом взрослым примера заполнения «ключа», в окуломоторной активности детей с нарушением слуха фиксировалось увеличение продолжительности первой фиксации на целевые стимулы, но больший промежуток времени до первой фиксации. Наблюдалось большее количество фиксаций в среднем, но среднее время фиксаций было ниже. Увеличивалось время и количество фиксаций на лице взрослого. Также выше было количество фиксаций дольше 300–500 миллисекунд (табл. 1).

В данной серии эксперимента по графику движения глаз и тепловым картам фиксируются навыки детекции и следования указательному жесту взрослого как ресурсу для обучения (рис. 4).



Рис. 4. График движения глаз детей с нарушением слуха во 2 серии эксперимента (пример использования детекции указательного жеста)

Fig. 4. Graph of eye movements of children with hearing impairment in the 2nd series of the experiment (an example of using the detection of a pointing gesture)

При данном типе инструкции у детей с нарушением слуха появляются дополнительные опережающие действия (рис. 5).

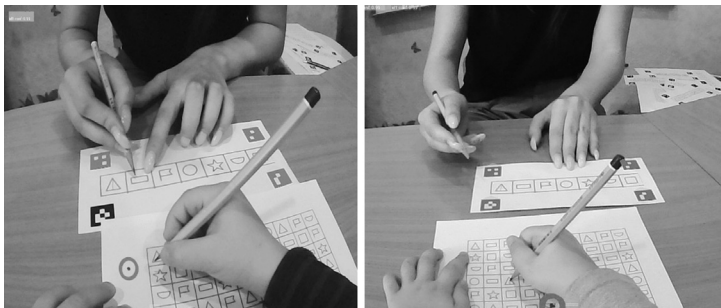


Рис. 5. График движения глаз детей с нарушением слуха во 2 серии эксперимента (пример опережающих действий)

Fig. 5. Graph of eye movements of children with hearing impairment in the 2nd series of the experiment (example of anticipatory actions)

В этой серии эксперимента дети чаще начинали заполнять фигуры, не дожидаясь окончания произнесения инструкции, начинали синхронно со взрослым выполнять нерелевантные действия (например, рисовали или раскрашивали бланк) и не по шаблону (вырабатывали свое правило заполнения бланка).

В отличие от других серий эксперимента, в этой серии детям с нарушением слуха чаще требовалась повторная инструкция и пояснения (рис. 6).

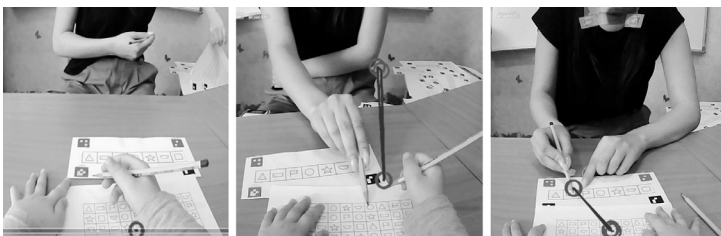


Рис. 6. График движения глаз детей с нарушением слуха во 2 серии эксперимента (пример необходимости повторной инструкции)

Fig. 6. Graph of the eye movements of children with hearing impairment in the 2nd series of the experiment (an example of the need for repeated instructions)

Однако сочетание вербальной инструкции и примера действия оказывается эффективным для восприятия детей с нарушением слу-

ха: они лучше дифференцируют целевые стимулы от нецелевых и продолжительно удерживают внимание на целевых стимулах, отмечается больше фиксаций, свидетельствующих о постоянном внимании ребенка (300–500 миллисекунд). Именно при этом типе инструкции дети с нарушением слуха чаще и дольше смотрят на лицо взрослого.

При данном типе инструкции дефицит совместного внимания проявляется в необходимости большего количества времени от начала предъявления инструкции до начала обработки, наблюдается приоритет нецелевых стимулов.

3. В третьей серии эксперимента, когда инструкция давалась в форме примера-действия заполнения «ключа» взрослым без речевого пояснения, в окулomotorной активности детей с нарушением слуха фиксировалось уменьшение длительности первой фиксации на целевые стимулы, при увеличении продолжительности первой фиксации на нецелевые стимулы. Средняя продолжительность фиксаций в данной серии эксперимента была ниже, а количество фиксаций выше. Снижалась продолжительность фиксаций на лице взрослого. Наблюдалось большее количество фиксаций длительно-стью до 300 миллисекунд и 300–500 миллисекунд (табл. 1).

Инструкция в виде показа примера действия не является эффективной для восприятия детьми с нарушением слуха с точки зрения обработки информации: целевые фиксации появляются позже, фиксации оказываются редки и менее продолжительны в нерелевантных областях. Без речевого сопровождения остается большое количество фиксаций, свидетельствующих о постоянном устойчивом внимании (300–500 миллисекунд), хотя дети меньше по времени фиксировались на лице взрослого, обращаясь за подсказкой.

Также как и во второй серии эксперимента, в данной серии по графику движения глаз детей с нарушением слуха фиксируются навыки детекции и следования указательному жесту взрослого как ресурсу для обучения. Для контроля и сличения действий дети с нарушением слуха активно ориентируются на зрительный образец как внешнюю опору (рис. 7).

Однако часто появляются «опережающие» действия при заполнении бланка, которые носят характер имитации или синхронного выполнения (рис. 8).

Скорее всего, это связано с попыткой детей упростить программирование действий: так дети легче запоминают программу действий, им становятся понятнее намерения и действия взрослого. Для того чтобы перевести программу действий взрослого в образ программы

собственных действий, детям с нарушением слуха необходимо имитировать эти действия. Имитация в данном случае не механическое перенесение действий, а необходимость синхронного выполнения действий вместе с взрослым для лучшего предсказания программы действий и понимания намерений взрослого.

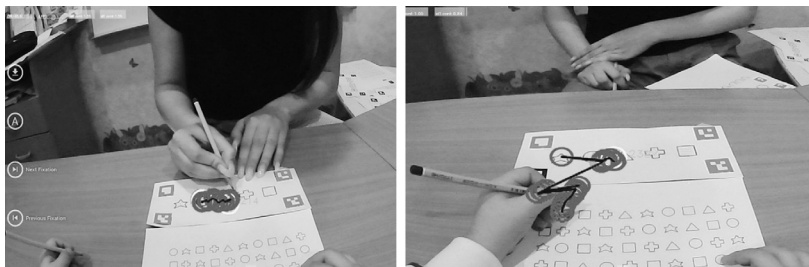


Рис. 7. График движения глаз детей с нарушением слуха в 3 серии эксперимента (пример опоры на зрительный образец)

Fig. 7. Graph of the movement of the eyes of children with hearing impairment in the 3rd series of the experiment (an example of relying on a visual sample)

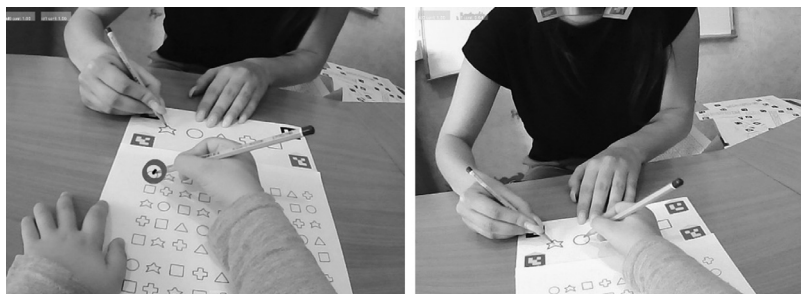


Рис. 8. График движения глаз детей с нарушением слуха в 3 серии эксперимента (пример имитации)

Fig. 8. Graph of eye movements of children with hearing impairment in the 3rd series of the experiment (simulation example)

В подтверждение количественных данных на графиках движения глаз у дошкольников с нарушением слуха фиксируются трудности переключения и распределения внимания (рис. 9).

Дефицит навыков совместного внимания при данном типе инструкции проявляется в трудностях поддержания устойчивого внимания, в сложностях дифференциации и удержания целевых сти-

мулов, нехватке средств поддержания контакта со взрослым (предсказание его программы действий и распознавания его намерений).



Рис. 9. График движения глаз детей с нарушением слуха в 3 серии эксперимента (пример трудностей распределения внимания)

Fig. 9. Graph of eye movements of children with hearing impairment in the 3rd series of the experiment (an example of attention distribution difficulties)

4. В четвертой серии эксперимента, когда инструкция давалась в форме предъявления зрительного образца «ключа» без словесного сопровождения и без показа действий взрослым, в оculoмоторной активности детей с нарушением слуха фиксировалось увеличение продолжительности фиксации на нецелевые и целевые стимулы. Увеличилась средняя продолжительность фиксации на целевые стимулы, но количество фиксаций снизилось. Однако увеличилась и продолжительность фиксации на нецелевые стимулы. Увеличилась длительность фиксаций на лице взрослого, но количество подобных фиксаций снизилось. Уменьшилось количество времени до первой фиксации, продолжительность фиксаций на нецелевые стимулы, а также количество фиксаций длительностью дольше 300–500 миллисекунд (табл. 1).

Несмотря на то, что инструкция давалась только в форме предъявления «образца-ключа» заполнения фигур без вербального сопровождения, дети с нарушением слуха все равно обращались за подсказкой к взрослому. Об этом свидетельствует возросшее время фиксаций на лице взрослого — даже больше, чем в других сериях эксперимента.

Можно предположить, что дети с нарушением слуха нуждаются в сверке своих действий со взрослым, поэтому все чаще при отсутствии подсказок ребенок сам обращается за сличением к взрослому. Скорее всего, при более самостоятельной ориентировке (например, только вербальная инструкция или только наличие зрительного образца) ребенок чаще по количеству фиксаций и дольше по времени обращается к лицу взрослого в поисках подсказки.

В данной серии эксперимента у детей с нарушением слуха часто появлялись дополнительные действия, нерелевантные инструкции (рис.10).

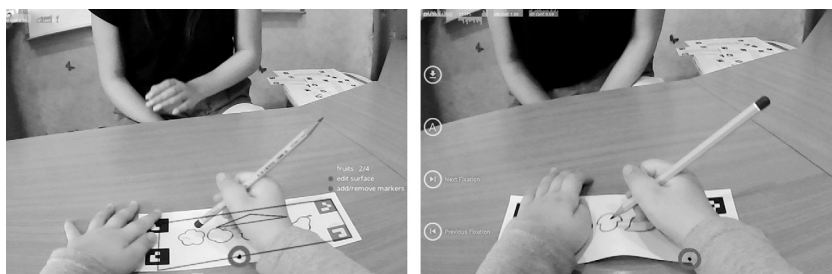


Рис. 10. График движения глаз детей с нарушением слуха в 4 серии эксперимента (пример нерелевантных действий)

Fig. 10. Graph of eye movements of children with hearing impairment in the 4th series of the experiment (example of irrelevant actions)

Дефицит совместного внимания проявляется в основном в трудностях отторгивания реакции на нецелевые стимулы, одинаковом приоритете целевых и нецелевых стимулов, когнитивной сложности самостоятельной обработки информации (среднее время фиксаций увеличено), трудностях в поддержании устойчивого внимания.

Наши данные подтверждают, что разные формы инструкции, как основной источник поддержания визуального внимания ребенка с нарушением слуха, неодинаково эффективны и способствуют большей степени проявления дефицита совместного внимания.

Например, при речевой форме инструкции (первая серия) и инструкции в форме предъявления образца (четвертая серия) дети с нарушением слуха затрачивают меньше времени от начала предъявления стимула до начала просмотра. При сочетании речевой инструкции с демонстрацией действия (вторая серия) это время увеличивается. Однако при сочетании вербальной и невербальной формы

инструкции дети с нарушением слуха быстрее и продолжительнее фиксируют внимание на целевых стимулах, а при только речевой форме (первая серия) и предъявлении образца (четвертая серия) время первой фиксации на целевых стимулах снижается. Скорее всего, в первой и четвертой сериях эксперимента наблюдаются автоматические, восходящие механизмы внимания, которые приводят к более быстрой фиксации на нецелевых стимулах. Во второй серии эксперимента наблюдается приоритет контролируемых нисходящих механизмов внимания.

При инструкции в форме демонстрации правила действием без речевого сопровождения (третья серия) дети с нарушением слуха дольше совершают первую фиксацию на нецелевых стимулах, а при предъявлении образца (четвертая серия) быстрее, однако именно при данной форме инструкции фиксации на целевые стимулы дольше. То есть фиксации носят более точный характер при инструкции в форме предъявлении образца. Нецелевые стимулы дольше фиксируются при инструкции только в речевой форме (первая серия), что можно рассматривать как менее точную фиксацию на информации. Можно увидеть различия в количестве фиксаций между релевантными и нерелевантными для задачи стимулами, которые отражают процесс сравнения стимулов или нескольких фрагментов информации.

При сочетании вербальной инструкции с демонстрацией правильного действия (вторая серия) фиксации на лице взрослого чаще и дольше.

Постоянное внимание поддерживается лучше при сочетании вербальной инструкции с демонстрацией правильного действия (вторая серия) и наглядной форме примера заполнения (третья серия).

Обсуждение

Анализ специфики глазодвигательной активности у детей с нарушением слуха позволил объяснить особенности перцептивных действий детей для поддержания совместного визуального внимания, определяющие трудности обучения.

Показано, что основным источником организации внимания ребенка с нарушением слуха является способ подачи инструкции. Наши данные подтверждают, что разные формы инструкции, как основной источник поддержания визуального внимания ребенка с нарушением слуха, неодинаково эффективны.

Анализ окулomotorной активности детей с нарушением слуха позволил прийти к выводу, что при разной форме подачи инструкции меняются следующие параметры:

- сдвиги внимания, которые имеют либо контролируемый характер (как во второй серии), либо автоматический (управляется стимулом как в третьей серии). Наблюдается приоритет либо восходящих механизмов внимания (стимул сам «захватывает», внимание и время до первой фиксации быстрее и дольше происходит на нецелевых стимулах, чем на целевых), либо приоритет нисходящего механизма внимания (ребенок поддерживает продолжительно внимание на целевом стимуле, внимание и время до первой фиксации быстрее и дольше происходит на целевых стимулах, чем на нецелевых);
- точность фиксаций и способность к их контролю (во второй серии эксперимента больше целевых фиксаций, они более продолжительны);
- количество и продолжительность фиксаций между релевантными для задачи стимулами, которые отражают процесс сравнения стимулов или нескольких фрагментов информации (больше фиксаций во второй и третьей серии, но они менее продолжительны — стимулы заметнее и обрабатываются быстрее, напротив, меньше фиксаций и увеличение времени фиксаций в первой и четвертой серии — дольше выделяются и обрабатываются стимулы). Это свидетельствует о когнитивной сложности обработки информационного стимула (при низком количестве фиксаций стимулы, в том числе целевые, дольше обрабатываются в четвертой серии эксперимента);
- способность продолжительно поддерживать внимание (по количеству фиксаций длительностью 300–500 миллисекунд — вторая и третья серия, в том числе поддержание совместного внимания со взрослым), в том числе на образце (вторая серия).

При этом не все формы инструкции будут оптимальны и одинаково эффективны.

Данные исследования позволяют предположить, что «визуальные ключи» в виде зрительного образца для ребенка с нарушением слуха могут выступать как средство «сворачивания» ориентировочных действий: при наличии зрительного образца фиксации чаще и быстрее оказываются в релевантных областях (особенно в четвертой серии эксперимента). При опоре на образец внимание ребенка с нарушением слуха становится более устойчивым, но наблюдаются трудности выбора приоритета целевых и нецелевых стимулов. Зрительные опоры в виде образца повышают эффективность обучения,

когда оказываются интегрированы и синхронизированы с информацией других модальностей — в первую очередь, вербальной в сочетании с моторными действиями взрослого.

В нашем исследовании зафиксированы особенности перехода от совместного анализа правил действия к более самостоятельному: в начале фиксации в релевантных и нерелевантных областях сокращенные по времени и количеству, «свернутые», а затем принимают все более длительный характер. В начале, при совместном анализе задания со взрослым, дети с нарушением слуха быстрее фиксируются на нецелевых стимулах (меньше времени до первой фиксации на нецелевых стимулах), затем, в процессе обучения и при переходе к самостоятельному выполнению задания, наблюдается снижение количества и продолжительности фиксаций на нецелевых стимулах (увеличивается время до первой фиксации на целевых стимулах), дети быстрее переключаются на целевые стимулы и дольше задерживаются в релевантных областях (среднее время и количество фиксаций в целевых областях).

Выводы

Исследование процесса обучения с помощью метода регистрации движений глаз позволяет детально проанализировать, что происходит «внутри» процесса обучения через фиксацию перцептивных действий детей с нарушением слуха.

Основные маркеры атипичного совместного внимания, препятствующие эффективному обучению детей с нарушением слуха, могут быть обнаружены не столько в количестве фиксаций, сколько в продолжительности фиксаций на релевантном и не релевантном стимуле. Критическим является длительность зрительного сосредоточения на целевом объекте (бланке или образце) и на взрослом (лицо, указательные жесты и другие мультимодальные средства). Тем самым отображена возможность измерения времени фиксаций как прогнозирующего маркера трудностей обучения у детей с нарушением слуха.

Восприятие детей с нарушением слуха в ходе обучения характеризуется обобщенной ориентировочной основой деятельности (снижается количество и время фиксаций, больше фиксаций на целевых стимулах).

Мультимодальная инструкция позволяет переструктурировать восприятие ребенка с нарушением слуха, сфокусировав внимание на релевантных задачах элементах, быстро выявить релевантную область, сокращая тем самым время до первой релевантной фиксации,

достичь того, что фиксаций в релевантных зонах значительно больше (в нерелевантных, соответственно, меньше).

Наиболее эффективным является одновременное использование мультимодальных средств для объяснения инструкции. В процессе обучения детей с нарушением слуха для привлечения и регуляции внимания важно использовать различные виды чувствительности, например, действие и речь. Применение одновременно вербальной инструкции с сопровождением демонстрации действия привлекает внимание ребенка с нарушением слуха (увеличивая количество фиксаций в выделенной области), но это еще не означает улучшения понимания. Необходимо использовать действия в качестве поведенческих сигналов, чтобы облегчать обработку информации (Smith, 2012). Для поддержания контакта в ходе коррекционной работы с детьми с нарушением слуха необходимо дополнительно применять способы установления совместного внимания: использовать специальные средства привлечения внимания к речи, к лицу взрослых и других детей, применять вариативные способы предъявления материала (показ, словесно-жестовая форма, оптимальное соотношение устной и письменной форм речи), что помогает решить вопрос референтной неопределенности стимулов. Следует учитывать способ восприятия взрослого детьми с нарушением слуха речи — постоянная фиксация внимания на лице, губах, мимике говорящего.

Данные о специфике установления эпизодов совместного внимания детей с нарушением слуха позволяют учитывать в процессе обучения особенности процесса интериоризации, понимать, как применять варианты форм инструкции по трем параметрам: совместное/самостоятельное действие со взрослым; опосредованное внешними опорами/интериоризированное действие; развернутое/свернутое действие.

Литература

Блинникова И.В., Ишмуратова Ю.А. Решение задач экспертами и новичками в области химии: анализ ошибок, времени выполнения и параметров движений глаз // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2021. № 2. С. 281–313.

Котов А., Котова Т. Произношение имен объектов и категориальный эффект восприятия // Психология. Журнал высшей школы экономики. 2013. № 10. С. 75–85.

Котова Т.Н. Содержания совместного внимания при формировании значения нового слова. Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Мат.

конф. 16 июня 2015 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. М.: БукиВеди, ИППиП, 2015.

Куравский Л.С., Мармалюк П.А., Барабанщиков В.А., Безруких М.М., Демидов А.А., Иванов В.В., Юрьев Г.А. Оценка степени сформированности навыков и компетенций на основе вероятностных распределений глазодвигательной активности // Вопросы психологии. 2013. № 5. С. 1–17.

Лунева А.Р., Лебедь А.А., Коровкин С.Ю. Влияние модальности и осознанности подсказки на скорость решения инсайтных и комбинаторных задач. Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Мат. конф. 16 июня 2015 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. М.: БукиВеди, ИППиП, 2015.

Чумаченко Д.В., Шварц А.Ю. Проблема трансформации перцептивных процессов в ходе обучения: анализ исследований, выполненных методом записи движений глаз, с позиций деятельностного подхода // Психологические исследования. 2016. № 9 (49). С. 12–25.

Шварц А.Ю. Взаимодействует ли реальная форма с идеальной? Исследование овладения счетом на числовой прямой с помощью записи движений глаз // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2019. № 16 (1). С. 145–163. doi: 10.17323/1813-8918-2019-1-145-163

Abrahamson, D., Gutiérrez, J.F., Charoenying, T., Negrete, A.G., Bumbacher, E. (2012). Fostering hooks and shifts: tutorial tactics for guided mathematical discovery. *Technology, Knowledge, and Learning*, 17 (1–2), 61–86. doi: 10.1007/s10758-012-9192-7

Bakeman, R., Adamson, L.B. (1984). Coordinating attention to people and objects in mother-infant and peer-infant interaction. *Child Development*, 55, 1278–1289.

Bednarik, R., Shipilov, A. (2011). Gaze cursor during distant collaborative programming: A preliminary analysis. *Dual Eye Tracking in CSCW*. (Retrieved from <https://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=R.+Bednarik+and+A.+Shipilov.+Gaze+cursor+during+distant+collaborative+programming%3A+A+preliminary+analysis.+In+Dual+Eye+Tracking+in+CSCW%2C+2011%2C+2011>) (review date: 02.05.2022).

Beesley, T., Le Pelley, M.E. (2010). The influence of blocking on overt attention and associability in human learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 1–7.

Boucheix, J.-M., Lowe, R.K., Putri, D.K., Groff, J. (2013). Cueing animations: Dynamic signaling aids information extraction and comprehension. *Learning and Instruction*, 25, 71–84. doi: 10.1016/j.learninstruc.2012.11.005

Castellanos, I., Pisoni, D.B., Yu, C., Chen, C.H., & Houston, D.M. (2018). Embodied cognition in prelingually deaf children with cochlear implants: Preliminary findings. In H. Knoors & M. Marschark (Eds.), *Evidence-based practices in deaf education* (pp. 397–416). Oxford University Press. doi: 10.1093/oso/9780190880545.001.0001

Charman, T., Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Baird, G., Cox, A., Drew, A. (2001). Testing joint attention, imitation, and play as infancy precursors to language and theory of mind. *Cognitive Development*, 15, 481–498.

Chen, C.-H., Houston, D.M., Yu, C. (2021). Parent-Child Joint Behaviors in Novel Object Play Create High-Quality Data for Word Learning. *Child Development*, 92 (5), 1889–1905. doi: 10.1111/cdev.13620

Chen, C.-H., Castellanos, I., Yu, C., Houston, D.M. (2020). What leads to coordinated attention in parent-toddler interactions? *Children's hearing status matters. Development science*, 23, e12919. doi: 10.1111/desc.12919

Dawson, G., Munson, J., Estes, A., Osterling, J., McPartland, J., Toth, K. (2002). Neurocognitive function and joint attention ability in young children with autism spectrum disorder versus developmental delay. *Child Development*, 73, 345–358.

Demareva, V.A., Polevaya, S.A. (2012). Searching for psychophysiological markers of foreign language proficiency: Evidence from eye tracking. *International Journal of Psychophysiology*, 85 (3), 392–397.

Dindar, K., Korkiakangas, T., Laitila, A., Karna, E. (2017). An interactional «live eye tracking» study in autism spectrum disorder: combining qualitative and quantitative approaches in the study of gaze. *Qualitative Research in Psychology*, 14 (3), 239–265.

Dunn, J., Brophy, M. (2005). Communication, relationships, and individual differences in children's understanding of mind. In J.W. Astington & J.A. Baird (Eds.), *Why language matters for theory of mind* (pp. 50–69). New York, NY: Oxford University Press.

Epelboim, J., Suppes, P. (1997). Eye Movements during Geometrical Problem Solving. *Perception*, 26 (1), 138–138. doi: 10.1068/v970042

Ericsson, K.A., Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211–245.

Fennell, C.T., Waxman, S.R. (2010). What paradox? Referential cues allow for infant use of phonetic detail in word learning. *Child Development*, 81 (5), 1376–1383. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01479.x

Jarodzka, H., van Gog, T., Dorr, M., Scheiter, K., Gerjets, P. (2013). Learning to see: guiding students' attention via a model's eye movements fosters learning. *Learning and Instruction*, 25, 62–70. doi: 10.1016/j.learninstruc.2012.11.004

Koenig, S., & Lachnit, H. (2011). Curved saccade trajectories reveal conflicting predictions in associative learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37 (5), 1164–1177. doi: 10.1037/a0023718

Lai M.L., Tsai, M.J., Yang F.Y., Hsu, C.Y., Liu, T.C., Lee, S.W.Y., Lee, M.H., Chiou, G.L., Liang, J.C., & Tsai, C.C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90–115.

Laubrock, J., Engbert, R., Kliegl, R. (2005). Microsaccade dynamics during covert attention. *Vis Res*, 45 (6), 721–730. doi: 10.1016/j.visres.2004.09.029

Mayer, R.E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90 (2), 312–320. doi: 10.1037/0022-0663.90.2.312

Meins, E., Fernyhough, C., Wainwright, R., Das Gupta, M., Fradley, E., Tuckey, M. (2002). Maternal mind-mindedness and attachment security as predictor of theory of mind understanding. *Child Development*, 73, 1715–1726.

Monroy, C., Chen, C.H., Houston, D., Yu, C. (2021). Action prediction during real-time parent-infant interactions. *Developmental science*, 24 (3), e13042. doi: 10.1111/desc.13042

Monroy, C., Houston, D., Yu, C. (2021). Joint Action in Deaf and Hearing Toddlers: A Mobile Eye-Tracking Study. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 43. (Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/77z4h6rx>) (review date: 10.01.2022).

Nystrom, M., Orgen, M. (2012). How illustrations influence performance and eye-movement behaviour when solving problems in vector calculus. *Proceedings*, In LTHs 7:e Pedagogiska Inspirationskonferens. (Retrieved from <https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/73189095/3045271.pdf>) (review date: 10.01.2022).

Pêcher, C., Lemerrier, C., Cellier, J.-M. (2009). Emotions drive attention: Effects on driver's behaviour. *Safety Science*, 47 (9), 1254–1259. doi: 10.1016/j.ssci.2009.03.011

Peters, M. (2010). Parsing mathematical constructs: Results from a preliminary eye tracking study. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 30 (2), 47–52.

Scheiter, K., Schöler, A., Gerjets, P., Huk, T., Hesse, F.W. (2014). Extending multimedia research: How do prerequisite knowledge and reading comprehension affect learning from text and pictures. *Computers in Human Behavior*, 31, 73–84. doi: 10.1016/j.chb.2013.09.022

Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., Glowalla, U. (2010). A closer look at split visual attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20 (2), 100–110.

Schroer, S.E, Yu, C. (2021). The Sensorimotor Dynamics of Joint Attention. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 43. (Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/2kn7k904>) (review date: 10.01.2022).

Sebanz, N., Bekkering, H., Knoblich, G. (2006). Joint action: bodies and minds moving together. *Trends in Cognitive Science*, 10 (2), 70–6. doi: 10.1016/j.tics.2005.12.009

Shockley, K., Richardson, D.C., & Dale, R. (2009). Conversation and coordinative structures. *Topics in Cognitive Science*, 1 (2), 305–319. doi: 10.1111/j.1756-8765.2009.01021.x

Shvarts, A. (2018). Joint attention in resolving the ambiguity of different presentations: a dual eye-tracking study of the teaching/learning process. In N. Presmeg, L. Radford, W.-M. Roth, G. Kadunz (Eds.), *Signs of signification: Semiotics in mathematics education research* (pp. 73–103). Dordrecht: Springer.

Smith, L., Ulvund, L. (2003). The role of joint attention in later development among preterm children: Linkages between early and middle childhood. *Social Development*, 1, 222–234.

Suarez-Rivera, C., Smith, L. B., Yu, C. (2019). Multimodal parent behaviors within joint attention support sustained attention in infants. *Developmental Psychology*, 55 (1), 96–109. doi: 10.1037/dev0000628

Tomasello, M., Farrar, J.M. (1986). Joint attention and early language. *Child Development*, 57, 1454–1463.

Welham, A.K., Wills, A.J. (2011). Unitization, similarity, and overt attention in categorization and exposure. *Memory & Cognition*, 39, 1518–1533. doi: 10.3758/s13421-011-0124-x

Yu, C., Smith, L.B. (2016). Multiple sensory-motor pathways lead to coordinated visual attention. *Cognitive Science*, 41 (S1), 1–27.

Yu, C., Smith, L.B. (2017). Hand–Eye Coordination Predicts Joint Attention. *Child Development*, 88 (6), 2060–2078.

Yuan, L., Xu, T. L., Yu, C., Smith, L. (2019). Sustained visual attention is more than seeing. *Journal of Experimental Child Psychology*, 179, 324–336. doi: 10.1016/j.jecp.2018.11.020

References

Abrahamson, D., Gutiérrez, J.F., Charoenying, T., Negrete, A.G., Bumbacher, E. (2012). Fostering hooks and shifts: tutorial tactics for guided mathematical discovery. *Technology, Knowledge, and Learning*, 17 (1–2), 61–86. doi: 10.1007/s10758-012-9192-7

Bakeman, R., Adamson, L.B. (1984). Coordinating attention to people and objects in mother–infant and peer–infant interaction. *Child Development*, 55, 1278–1289.

Bednarik, R., Shipilov, A. (2011). Gaze cursor during distant collaborative programming: A preliminary analysis. *Dual Eye Tracking in CSCW*. (Retrieved from <https://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=R.+Bednarik+and+A.+Shipilov.+Gaze+cursor+during+distant+collaborative+programming%3A+A+preliminary+analysis.+In+Dual+Eye+Tracking+in+CSCW%2C+2011%2C+2011>) (review date: 02.05.2022). (In Russ.).

Beesley, T., Le Pelley, M.E. (2010). The influence of blocking on overt attention and associability in human learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 1–7.

Blinnikova, I.V., Ishmuratova, Yu.A. (2021). Problem solving by experts and novices in the field of chemistry: analysis of errors, execution time and parameters of eye movements. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 14. Psikhologiya (Bulletin of Moscow University. Series 14. Psychology)*, 2, 281–313. (In Russ.).

Boucheix, J.-M., Lowe, R.K., Putri, D.K., Groff, J. (2013). Cueing animations: Dynamic signaling aids information extraction and comprehension. *Learning and Instruction*, 25, 71–84. doi: 10.1016/j.learninstruc.2012.11.005

Castellanos, I., Pisoni, D.B., Yu, C., Chen, C.H., & Houston, D.M. (2018). Embodied cognition in prelingually deaf children with cochlear implants: Preliminary findings. In H. Knoors & M. Marschark (Eds.), *Evidence-based practices in deaf education* (pp. 397–416). Oxford University Press. doi: 10.1093/oso/9780190880545.001.0001

Charman, T., Swettenham, J., Baron-Cohen, S., Baird, G., Cox, A., Drew, A. (2001). Testing joint attention, imitation, and play as infancy precursors to language and theory of mind. *Cognitive Development*, 15, 481–498.

Chen, C.-H., Houston, D.M., Yu, C. (2021). Parent–Child Joint Behaviors in Novel Object Play Create High-Quality Data for Word Learning. *Child Development*, 92 (5), 1889–1905. doi: 10.1111/cdev.13620

Chen, C-H., Castellanos, I., Yu, C., Houston, D.M. (2020). What leads to coordinated attention in parent–toddler interactions? Children’s hearing status matters. *Development science*, 23, e12919. doi: 10.1111/desc.12919

Chumachenko, D.V., Schwartz, A.Yu. (2016). The problem of transformation of perceptual processes in the course of learning: analysis of studies performed by the method of recording eye movements from the standpoint of the activity approach. *Psikhologicheskie issledovaniya (Psychological Research)*, 9 (49), 12. (In Russ.).

Dawson, G., Munson, J., Estes, A., Osterling, J., McPartland, J., Toth, K. (2002). Neurocognitive function and joint attention ability in young children with autism spectrum disorder versus developmental delay. *Child Development*, 73, 345–358.

Demareva, V.A., Polevaya, S.A. (2012). Searching for psychophysiological markers of foreign language proficiency: Evidence from eye tracking. *International Journal of Psychophysiology*, 85 (3), 392.

Dindar, K., Korkiakangas, T., Laitila, A., Karna, E. (2017). An interactional «live eye tracking» study in autism spectrum disorder: combining qualitative and quantitative approaches in the study of gaze. *Qualitative Research in Psychology*, 14 (3), 239–265.

Dunn, J., Brophy, M. (2005). Communication, relationships, and individual differences in children's understanding of mind. In J.W. Astington & J.A. Baird (Eds.), *Why language matters for theory of mind* (pp. 50–69). New York, NY: Oxford University Press.

Epelboim, J., Suppes, P. (1997). Eye Movements during Geometrical Problem Solving. *Perception*, 26 (1), 138–138. doi: 10.1068/v970042

Ericsson, K.A., Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211–245.

Fennell, C.T., Waxman S.R. (2010). What paradox? Referential cues allow for infant use of phonetic detail in word learning. *Child Development*, 81 (5), 1376–1383. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01479.x

Jarodzka, H., van Gog, T., Dorr, M., Scheiter, K., Gerjets, P. (2013). Learning to see: guiding students' attention via a model's eye movements fosters learning. *Learning and Instruction*, 25, 62–70. doi: 10.1016/j.learninstruc.2012.11.004

Koenig, S., & Lachnit, H. (2011). Curved saccade trajectories reveal conflicting predictions in associative learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37 (5), 1164–1177. doi: 10.1037/a0023718

Kotov, A., Kotova, T. (2013). Pronunciation of object names and categorical effect of perception. *Psikhologiya. Zhurnal vysshei shkoly ekonomiki (Psychology. Journal of Higher School of Economics)*, 10, 75–85. (In Russ.).

Kotova, T.N. (2015). The content of joint attention in the formation of the meaning of a new word. In E.V. Pechenkova, M.V. Falikman. *Cognitive science in Moscow: new research. Conference proceedings June 16, 2015 (210–216)*. M.: BukiVedi, IPPiP. (In Russ.).

Kuravsky, L.S., Marmalyuk, P.A., Drummers, V.A., Bezrukikh, M.M., Demidov, A.A., Ivanov, V.V., Yuriev, G.A. (2013). Evaluation of the degree of formation of skills and competencies based on probabilistic distributions of oculomotor activity. *Voprosy psikhologii (Questions of Psychology)*, 5, 1–17. (In Russ.).

Lai M.L., Tsai, M.J., Yang F.Y., Hsu, C.Y., Liu, T.C., Lee, S.W.Y., Lee, M.H., Chiou, G.L., Liang, J.C., & Tsai, C.C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90–115.

Laubrock, J., Engbert, R., Kliegl, R. (2005). Microsaccade dynamics during covert attention. *Vis Res*, 45 (6), 721–730. doi: 10.1016/j.visres.2004.09.029

Luneva, A.R., Lebed, A.A., Korovkin, S.Yu. (2015). Influence of prompt modality and awareness on the speed of solving insight and combinatorial problems. In E.V. Pechenkova, M.V. Falikman (Eds.), *Cognitive science in Moscow: new research. Conference materials June 16* (pp. 262–267). M.: BukiVedi, IPPiP. (In Russ.).

Mayer, R.E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90 (2), 312–320. doi: 10.1037/0022-0663.90.2.312

Meins, E., Fernyhough, C., Wainwright, R., Das Gupta, M., Fradley, E., Tuckey, M. (2002). Maternal mind-mindedness and attachment security as predictor of theory of mind understanding. *Child Development*, 73, 1715–1726.

Monroy, C., Chen, C.H., Houston, D., Yu, C. (2021). Action prediction during real-time parent-infant interactions. *Developmental science*, 24 (3), e13042. doi: 10.1111/desc.13042

Monroy, C., Houston, D., Yu, C. (2021). Joint Action in Deaf and Hearing Toddlers: A Mobile Eye-Tracking Study. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 43. (Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/77z4h6rx>) (review date 06.09.2018).

Nystrom, M., Orgen, M. (2012). How illustrations influence performance and eye-movement behaviour when solving problems in vector calculus. Proceedings, In LTHs 7:e Pedagogiska Inspirationskonferens. (Retrieved from <https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfil/les/portal/73189095/3045271.pdf>) (review date: 10.01.2022).

Pêcher, C., Lemerrier, C., Cellier, J.-M. (2009). Emotions drive attention: Effects on driver's behaviour. *Safety Science*, 47 (9), 1254–1259. doi: 10.1016/j.ssci.2009.03.011.

Scheiter, K., Schüler, A., Gerjets, P., Huk, T., Hesse, F.W. (2014). Extending multimedia research: How do prerequisite knowledge and reading comprehension affect learning from text and pictures. *Computers in Human Behavior*, 31, 73–84. doi: 10.1016/j.chb.2013.09.022

Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., Glowalla, U. (2010). A closer look at split visual attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20 (2), 100–110.

Schroer, S.E., Yu, C. (2021). The Sensorimotor Dynamics of Joint Attention. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 43. (Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/2kn7k904>) (review date: 06.09.2018)

Schwartz, A.Yu. (2019). Does the real form interact with the ideal? Investigation of mastery of counting on the number line by recording eye movements. *Psikhologiya. Zhurnal Vyshei shkoly ekonomiki (Psychology. Journal of the Higher School of Economics)*, 16 (1), 145–163. doi: 10.17323/1813-8918-2019-1-145-163 (In Russ.).

Sebanz, N., Bekkering, H., Knoblich, G. (2006). Joint action: bodies and minds moving together. *Trends in Cognitive Science*, 10 (2), 70–6. doi: 10.1016/j.tics.2005.12.009

Shockley, K., Richardson, D.C., & Dale, R. (2009). Conversation and coordinative structures. *Topics in Cognitive Science*, 1 (2), 305–319. doi: 10.1111/j.1756-8765.2009.01021.x

Shvarts, A. (2018). Joint attention in resolving the ambiguity of different presentations: a dual eye-tracking study of the teaching-learning process. In N. Presmeg, L. Radford, W.-M. Roth, G. Kadunz (Eds.), *Signs of signification: Semiotics in mathematics education research* (pp. 73–103). Dordrecht: Springer.

Smith, L., Ulvund, L. (2003). The role of joint attention in later development among preterm children: Linkages between early and middle childhood. *Social Development*, 1, 222–234.

Suarez-Rivera, C., Smith, L.B., Yu, C. (2019). Multimodal parent behaviors within joint attention support sustained attention in infants. *Developmental Psychology*, 55 (1), 96–109. doi: 10.1037/dev0000628

Tomasello, M., Farrar, J.M. (1986). Joint attention and early language. *Child Development*, 57, 1454–1463.

Welham, A.K., Wills, A.J. (2011). Unitization, similarity, and overt attention in categorization and exposure. *Memory & Cognition*, 39, 1518–1533. doi: 10.3758/s13421-011-0124-x

Yu, C., Smith, L.B. (2016). Multiple sensory-motor pathways lead to coordinated visual attention. *Cognitive Science*, 41 (S1), 1–27.

Yu, C., Smith, L.B. (2017). Hand–Eye Coordination Predicts Joint Attention. *Child Development*, 88 (6), 2060–2078.

Yuan, L., Xu, T.L., Yu, C., Smith, L. (2019). Sustained visual attention is more than seeing. *Journal of Experimental Child Psychology*, 179, 324–336. doi: 10.1016/j.jecp.2018.11.020

Статья получена: 15.03.2022;
принята: 19.04.2022;
отредактирована: 01.06.2022.

Received: 15.03.2021;
accepted: 19.04.2022
revised: 01.06.2022.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Смирнова Яна Константиновна — кандидат психологических наук, доцент кафедры общей и прикладной психологии института психологии Алтайского государственного университета, yana.smirnova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5453-0144>

ABOUT AUTHOR

Yana K. Smirnova — PhD in Psychology, Associate Professor of the Department of General and Applied Psychology, Institute of Psychology, Altai State University, yana.smirnova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5453-0144>