

Прикладные исследования | Applied research

Использование FM-систем для улучшения слухоречевого восприятия у детей с РАС. Пилотное исследование

Мамохина У.А.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2738-7201>, e-mail: matohinaua@mgppu.ru

Фадеев К.А.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2480-5527>, e-mail: fadeevk.fefu@gmail.com

Гояева Д.Э.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3018-7948>, e-mail: dzerassa.goyaeva@gmail.com

Илюнцева А.А.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2966-3261>, e-mail: ilyuncevaaa@mgppu.ru

Овсянникова Т.М.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6199-3649>, e-mail: sp.psychology@gmail.com

Обухова Т.С.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1364-2403>, e-mail: tatyana.krik@gmail.com

Салимова К.Р.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6328-001X>, e-mail: salimovakr@mgppu.ru

Рытjikова А.М.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0153-9457>, e-mail: rytikovaam@mgppu.ru

Давыдов Д.В.

Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0993-3803>, e-mail: davydovdv@mgppu.ru

Актуальность и цель. Дети с расстройствами аутистического спектра (РАС) часто сталкиваются с трудностями в восприятии речи, особенно в шумных условиях. Эти проблемы связаны с нарушениями центральной слуховой обработки. Для улучшения слухоречевого восприятия могут применяться FM-системы, которые позволяют улучшить соотношение сигнал/шум. Целью данного исследования было изучение эффектов FM-систем при работе с детьми с РАС в условиях шума и их использования в школьной среде. **Методы.** Пилотное исследование было проведено в два этапа. На первом этапе с помощью теста «Слова в шуме» и задачи «Повторение предложений» изучалось распознавание детьми речи в условиях шума с применением FM-систем и без них. В эксперименте приняли участие 14 детей с расстройствами аутистического спектра и 14 типично развивающихся сверстников. На втором этапе проводилось исследование использования FM-систем в реальных условиях школьного обучения у 10 учеников начальной школы для детей с аутизмом. Изменения слуховых способностей оценивалось с помощью шкалы L.I.F.E.-R. **Результаты.** На первом этапе было выявлено, что дети с РАС распознали значительно меньше слов в условиях шума, чем их типично развивающиеся сверстники. В задаче «Повторение предложений» использование FM-систем улучшило показатели детей с РАС с 58,3% до 76,9% ($p=0,0005$). На втором этапе у большинства участников были зарегистрированы минимальные изменения в оценках слуховых способностей по шкале L.I.F.E.-R: средний балл до применения FM-систем составил 54,9, а после — 57,4 ($p=0,2322$). Однако у нескольких учеников показатели улучшились на 8–13 баллов, что отражает индивидуальную вариативность эффекта от использования FM-систем. **Выводы.** FM-системы показали свою эффективность в улучшении слухоречевого восприятия детей с РАС в условиях шума. Однако внедрение FM-систем в школьный процесс требует дополнительных исследований эффективности в реальных условиях, а также адаптации для минимизации дискомфорта у детей и улучшения взаимодействия с учителями и тьюторами.

Ключевые слова: FM-системы, расстройства аутистического спектра, центральные слуховые расстройства, восприятие речи в шуме.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации № 073-00037-24-01 от 09.02.2024 г.

Благодарности: Авторы выражают благодарность ООО «Радуга звука» за предоставление FM-систем для исследования, а также коллективу школьно-дошкольного отделения Федерального ресурсного центра МГППУ за участие в организации исследования.

Для цитаты: Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э., Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Обухова Т.С., Салимова К.Р., Рытикова А.М., Давыдов Д.В. Использование FM-систем для улучшения слухоречевого восприятия у детей с РАС. Пилотное исследование [Электронный ресурс] // Клиническая и специальная психология. 2024. Том 13. № 4. С. 194–214. DOI: 10.17759/cpse.2024000002

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование ФМ-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

Use of the FM Systems for the Auditory and Speech Perception Improvements in Children with ASD. Pilot Study

Uliana A. Mamokhina

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2738-7201>, e-mail: mamohinaua@mgppu.ru

Kirill A. Fadeev

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2480-5527>, e-mail: fadeevk.fefu@gmail.com

Dzerassa E. Goiaeva

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3018-7948>, e-mail: dzerassa.goyaeva@gmail.com

Anna A. Ilyuntseva

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2966-3261>, e-mail: ilyuncevaaa@mgppu.ru

Tatiana M. Ovsyannikova

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6199-3649>, e-mail: sp.psychology@gmail.com

Tatiana S. Obukhova

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1364-2403>, e-mail: tatyana.krik@gmail.com

Ksenia R. Salimova

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6328-001X>, e-mail: salimovakr@mgppu.ru

Anna M. Rytikova

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0153-9457>, e-mail: rytikovaam@mgppu.ru

Denis V. Davydov

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia,
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0993-3803>, e-mail: davydovdv@mgppu.ru

Objectives. Children with Autism Spectrum Disorder (ASD) often face difficulties in speech perception, particularly in noisy environments. These problems are associated with central auditory processing disorders. FM systems, which improve the signal-to-noise ratio, can be used to enhance speech perception. The aim of this study was to investigate the effects of FM systems when working with children with ASD in noisy conditions and their use in a school setting. **Methods.** The pilot study was conducted in

two stages. In the first stage, the “Words in Noise” test and the “Sentence Repetition” task were used to assess children’s ability to recognize speech in noisy conditions with and without the use of FM systems. Fourteen children with ASD and 14 typically developing peers participated in the experiment. In the second stage, FM systems were studied in real school environments with 10 elementary school students with autism. Changes in auditory abilities were assessed using the L.I.F.E.-R scale. **Results.** In the first stage, it was found that children with ASD recognized significantly fewer words in noisy conditions compared to their typically developing peers. In the “Sentence Repetition” task, the use of FM systems improved the performance of children with ASD from 58.3% to 76.9% ($p=0.0005$). In the second stage, most participants showed minimal changes in auditory ability scores on the L.I.F.E.-R scale: the average score before using FM systems was 54.9, and after using them it was 57.4 ($p=0.2322$). However, several students showed improvements of 8–13 points, reflecting individual variability in the effect of using FM systems. **Discussion.** FM systems have demonstrated their effectiveness in improving speech perception in noisy environments for children with ASD. However, the integration of FM systems into the school process requires further research on their effectiveness in real conditions, as well as adaptations to minimize discomfort for children and improve interaction with teachers and tutors.

Keywords: FM-Systems, Autism Spectrum Disorders, central hearing disorders, noise speech perception.

Funding: The research was carried out as part of the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 073-00037-24-01 dated February 9, 2024

Acknowledgements: The authors express their gratitude to the company “Raduga Zvuka” for providing FM systems for the research, as well as to the staff of the school-preschool department of the Federal Resource Center of MSUPE for their participation in organizing the research.

For citation: Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E., Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Obukhova T.S., Salimova K.R., Rytikova A.M., Davydov D.V. Use of the FM Systems for the Auditory and Speech Perception Improvements in Children with ASD. *Klinicheskaya i spetsial'naya psikhologiya = Clinical Psychology and Special Education*, 2024. Vol. 13, no. 4, pp. 194–214. DOI: 10.17759/cpse.2024000002 (In Russ., abstr. in Engl.)

Введение

Дети с РАС часто сталкиваются со сложностями в обучении, которые, в том числе, связаны с худшим по сравнению с типично развивающимися (ТР) сверстниками распознаванием речи на фоне шума [17]. Так, в исследовании James с соавт. более 40% детей с РАС демонстрировали значительное снижение распознавания речи в шуме, а различные аномальные показатели по слуховым тестам отмечались у большинства испытуемых [13]. Схожие результаты были получены и в работе Арекша с соавт. [7]. Schelinski и von Kriegstein [20] показали более высокий уровень различения речи в шуме у взрослых без РАС по сравнению с людьми с РАС. В частности, в работе Groen [12] было показано, что чувствительность к шуму и распознавание в шуме может быть связано

с временными характеристиками шума. Распознавание речевых стимулов в стационарном шуме у детей с РАС было хуже по сравнению с их нейротипичными сверстниками, а использование прерывистого шума незначимо, но улучшало распознавание в обеих группах детей. Схожие результаты были получены и в других исследованиях, причем отмечалось, что наличие кратких интервалов в шуме в меньшей степени помогало людям с РАС распознавать зашумленную речь по сравнению с нейротипичными испытуемыми [2; 4; 10].

Среди детей с РАС встречаются нарушения центральной слуховой обработки (ЦСР) [3] — совокупность состояний, при которых способность распознавать звуки, локализовать их источники и/или определять их идентичность и значение нарушается вследствие функционального нарушения центральной слуховой нервной системы в результате заболевания, повреждения или особенностей развития [21].

В мировой практике для помощи данной категории обучающихся широко применяются FM-системы (см. обзор [3]), когда учитель или другой взрослый использует микрофон, а дети — наушники. Такие системы позволяют улучшить соотношение сигнал/шум и облегчают восприятие ребенком речи. Исследование с участием детей с ЦСР показало наличие долговременных пластических изменений, улучшивших их восприятие речи без использования наушников [14]. Проводимые с участием детей и подростков с РАС исследования эффективности FM-систем продемонстрировали уменьшение трудностей, связанных с восприятием речи в шуме [11; 18; 19; 22].

При оценке возможности применения FM-систем в процессе обучения детей с РАС рассматриваются различные вопросы: улучшает ли применение FM-системы распознавание речи на фоне шума у детей с РАС; как ее применение сказывается на поведении и субъективном опыте детей с РАС; как влияет на академическую успешность детей с РАС; и другие. В рамках данного исследования мы сосредоточились на установлении эффекта улучшения распознавания речи на фоне шума при использовании FM-систем, а также на оценке трудностей, возникающих в процессе использования таких систем при обучении в классе.

Материалы и методы

Исследование включало два этапа. На первом этапе FM-системы применялись в индивидуальном формате для оценки их эффективности в отношении компенсации трудностей восприятия речи на фоне шума. На втором этапе было организовано использование обучающимися с РАС FM-систем в процессе обучения для анализа возможности применения FM-систем в условиях школьного обучения. Ниже приведены характеристики материалов и методов отдельно для первого и второго этапов исследования.

I этап

Выборка. Выборку составили 14 детей с РАС (5 девочек) в возрасте от 7,6 до 12,7 лет (Средний возраст (Ср.) — 8,8 г., стандартное отклонение (СО) — 1,36 г.). Средний уровень невербального интеллекта в выборке составил 91,64 балла (СО — 21,99).

Критериями включения в выборку были:

1. Диагноз РАС, подтвержденный детским психиатром по международной классификации болезней (МКБ-10);
2. Отсутствие нарушений слуха в анамнезе;
3. Отсутствие тугоухости по результатам тональной пороговой аудиометрии воздушной проводимости;
4. Мнение родителя (законного представителя) и экспертная оценка клинического психолога о том, что ребенок может выполнять необходимые вербальные инструкции в ходе всех этапов тестирования.

Из предварительной группы испытуемых было исключено 4 ребенка (1 — слуховая гиперчувствительность, 3 — трудности понимания и выполнения инструкций во время тестирования). Еще один ребенок не прошел только тестирование с использованием FM-системы по причине длительной болезни.

Группу сравнения составили 14 типично развивающихся (ТР) детей (7 девочек) в возрасте от 6,5 до 12,5 лет (Ср.=9,6 лет, СО=1,77 лет).

Методы и процедура исследования

FM-система. Использовалась FM-система СОНЕТ 2.0, предназначенная для проведения индивидуальных и групповых занятий в образовательных учреждениях с массовой или коррекционной направленностью. FM-система состоит из двух компонентов: передатчика и одного или нескольких приемников. Звуковой сигнал от говорящего транслируется в микрофон FM-передатчика и передается при помощи радиоволн к FM-приемнику, к которому подключен слуховой аппарат, кохлеарный имплантат или наушник. К FM-передатчику можно подключить любое количество приемников, для групповой работы передатчик и нужное количество приемников настраиваются на один частотный канал. Блоки приемника и передатчика имеют небольшие размеры (8,5×4,7×2 см) и могут быть размещены на одежде.

Аудиометрия. Все участники прошли тональную пороговую аудиометрию воздушной проводимости. Аудиометрию проводит специалист соответствующей квалификации на оборудовании Аудиометр Amplivox 240. Согласно международной классификации тугоухости, слух считается нормальным, если среднее арифметическое порога слуховой чувствительности на наиболее важных для восприятия речи частотах (500 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц и 4000 Гц) не превышает 25 дБ.

Оценка уровня когнитивного развития. Тестирование интеллекта детей с РАС проводилось с помощью широко применяемой в мировой практике батареи тестов Кауфманов КАВС-II [15].

Психофизическое тестирование восприятия слов в шуме: Тест “Слова в шуме”. Тест “Слова в шуме” включает 144 двусложных лемматизированных русских существительных с высокой образностью (способностью вызывать мысленные образы). (Подробно о стимульных материалах см. [2]). Перечень слов, составляющих стимульный

материал теста, представлен в Приложении 1. Маскирующий шум представлен в двух уровнях звукового давления и изменялся при соотношениях сигнал/шум (ССШ): -3 и -6 дБ и в двух типах шума: стационарном (СТ) и амплитудно-модулированном (АМ).

Процедура тестирования. Эксперимент начался с тренировки, во время которой 10 слов предъявлялись в случайном порядке на фоне СТ или АМ шума (ССШ от 3 до 0). Участника просили повторить слово после каждого предъявления. Правильным ответом считалось только точное повторение. Обучение длилось до тех пор, пока ребенок не демонстрировал выполнение инструкции, но не более 10 мин. Если инструкция была успешно усвоена, экспериментатор переходил к основной части теста, которая включала четыре блока в последовательности -3, -6, -3 и -6 дБ ССШ. Тип маскирующего шума менялся внутри блока в псевдо-рандомизированном порядке (не более трех последовательных предъявлений одного и того же типа шума). Слова выбирались случайным образом из списка и предъявлялись в одном из условий и не повторялись. Для каждого условия (2 уровня ССШ, 2 типа шума) подсчитывалось количество правильно распознанных слов. В конце основной части эксперимента слова, которые участник не повторил правильно, предъявлялись без шума. Четыре ребенка не смогли повторить по одному слову, два не смогли повторить по два слова и один не смог назвать три слова.

Тестирование восприятия речи в шуме с использованием FM-системы по экспериментальному протоколу “Повторение предложений”. Помещение для тестирования представляло собой комнату размером 3×4 метра. Участник сидел за столом в центре комнаты. Позади участника на расстоянии 1 метр располагались динамики, транслирующие фоновый шум. Перед испытуемым на расстоянии 1 метр располагались динамики, транслирующие записи стимульного материала. Микрофон FM-системы располагался на расстоянии 2 см от одного из динамиков.

Процедура. Участнику предлагается использовать FM-систему (надеть наушник на правое ухо). Участнику в слуховой модальности предъявляются заранее записанные предложения, которые нужно повторить. В помещении, где проводится тестирование, искусственно создается шумовой фон. Порядок условий тестирования (FM-система используется/не используется) был сбалансирован между участниками и тестировочными сессиями. Фиксируется количество слов в предложениях (кроме союзов и предлогов), который участник смог правильно повторить при включенной и при выключенной FM-системе. Количественный результат — доля правильно повторенных слов от общего количества слов в предложениях.

Модулированный фоновый шум.

В рамках задачи одновременно предъявляются два вида аудиосигналов: искусственный шумовой фон и предзаписанные предложения. В качестве шумового фона была использована запись №7 из коллекции шумовых сигналов, созданной Международной коллегией реабилитационной аудиологии (International Collegium of Rehabilitative Audiology, ICRA) для тестирования слуховых аппаратов (включая измерения на реальном ухе) и психофизической оценки [9]. Данный тип аудио был выбран, поскольку является наиболее подходящим для имитации реальной среды общения, где присутствует множество говорящих. Соотношения сигнал/шум находилось на уровне -10 дБ.

Стимульный материал для проведения тестирования на материале задачи “Повторение предложений”.

Стимульный материал сконструирован с учетом следующих критериев: возраст освоения слова (не более 4 класса освоения относительно норм возраста освоения слов, созданных на основе тестирования для 44 тысяч слов английского языка [8]), постепенное усложнение грамматической структуры повторяемых предложений, индекс частоты встречаемости слова в корпусе живой устной речи (индекс не менее 100 ipm, согласно [1]).

Протокол состоит из двух частей: в первую (ч. 1) включены предложения со словами с возрастом освоения до 2 класса (до 7 лет), во вторую (ч. 2) — предложения со словами с возрастом освоения до 4 класса (9 лет). Каждая часть содержит 31 предложение разной длины — от двухсловных конструкций (существительное-подлежащее, глагол-сказуемое) до предложений из восьми слов, не считая предлогов. Предложения также уравниены по времени действия (настоящее, прошедшее), единственному/множественному числу подлежащего. Список предложений представлен в Приложении 2. Было разработано два идентичных протокола, для проведения измерений в обоих условиях (FM-система включена или выключена). Предложения были записаны мужским голосом, длительность предложений составила не более 4 секунд.

Стимульный материал и процедура были протестированы с участием 10 учащихся ТР (7–12 лет, 4 девочки) для выявления и удаления стимулов, дающих аномальные результаты, определения оптимального соотношения сигнал/шум, оптимизации процедуры.

II этап. Цель данного этапа состояла в оценке возможности использования FM-систем во время обучения детей с РАС в классе.

Выборка. Во втором этапе исследования приняли участие 10 учеников (4 девочки) 1–2 классов Школьно-дошкольного отделения Федерального ресурсного центра по организации комплексного сопровождения детей с расстройствами аутистического спектра МГППУ (ШДО ФРЦ) (1, 2 и 3 годы обучения, программы начального общего образования (ФГОС НОО) для обучающихся с РАС 8.1 и 8.2). На момент начала использования FM-систем возраст испытуемых варьировался от 8,5 до 10,5 лет (Ср.=9,33 лет, СО=0,62 лет). Один участник испытывал дискомфорт в первые два дня использования FM-системы в классе, поэтому был исключен из исследования, его данные впоследствии не учитывались. Участники были подобраны из состава участников I этапа и соответствовали его критериям включения/исключения. Дополнительными критериями выступили: отсутствие выраженной негативной реакции на использование FM-системы во время участия в I этапе, обучение в 1–2 классе ШДО ФРЦ, согласие родителей (законных представителей) на участие во II этапе.

Процедура. Испытуемые использовали FM-системы во время основных уроков (математика, русский язык, чтение) в течение 6 недель (с перерывом на 1 неделю каникул).

Для трансляции звука использовался наушник открытого типа, закрепляющийся на правом ухе участника с помощью гибкого крепления. Такой наушник не вставляется

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование FM-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

в слуховой проход, что позволяет уменьшить сенсорный дискомфорт от его использования. Громкость системы подбиралась для каждого участника индивидуально, чтобы обеспечить максимальный комфорт. Блок приемника размещался на одежде или на шее. Микрофон и блок передатчика размещался на одежде учителя, проводящего урок.

Если при использовании FM-системы участники жаловались на дискомфорт, предпринимались попытки его нивелировать (изменение типа фиксации блока приемника, регулирование положения наушника). Если дискомфорт сохранялся, участнику предлагалось не использовать FM-систему в этот день. При возобновляющихся (в течение нескольких дней) жалобах на дискомфорт ношение FM-системы прекращалось. Таким образом, для 4 участников использование FM-системы прекратилось на 1–2 недели раньше запланированного срока.

Опросники. Родителям (законным представителям) всех детей было предложено заполнить Опросник выявления трудностей со слухом, возникающих у детей в домашних условиях (Children's Home Inventory for Listening Difficulties (C.H.I.L.D) [6] с целью определения актуального профиля слуховых трудностей до начала проведения исследования. Опросник включает 15 различных ситуаций, в которых реакция ребенка на речь родителя оценивается по 8-балльной шкале. При анализе результатов оценивается уровень слуховых трудностей в 5 различных типах ситуаций.

Педагогам, проводящим уроки у участников, было предложено заполнить Опросник оценки слуховых способностей – Пересмотренный (The Listening Inventories for Education–Revised — L.I.F.E.-R.) для оценки трудностей со слуховым восприятием [5] у обучающегося до и после (на последней неделе) периода использования FM-систем. Опросник описывает 15 ситуаций, требующих слухового внимания в классе, и предлагает учителю оценить способности ученика в них по 5-балльной шкале: от “5 — Нет проблем” до “1 — Почти всегда испытывает проблемы”.

Помимо этого, в свободной форме собиралась обратная связь от учителей и учеников в течение всего периода использования FM-систем.

Статистический анализ. Статистический анализ проводился с помощью программного обеспечения Jamovi и в среде Python с помощью пакета SciPy. Эффекты считались значимыми при пороговом уровне вероятности $p < 0,05$. Отличие распределений данных от нормального тестировали с помощью W-критерия Шапиро–Уилка. Из-за малого количества наблюдений и отличий распределений данных от нормального использовались непараметрические критерии: T-критерий Вилкоксона, U-критерий Манна-Уитни, коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Перед началом проведения исследования было получено заключение Этического комитета Московского государственного психолого-педагогического университета. Информированное согласие на участие в процедуре было получено от родителей / законных представителей всех участников исследования.

Результаты

I этап

Результаты теста “Слова в шуме” в группах ТР и РАС.

Ученики с РАС распознали значительно меньше слов, чем их ТР сверстники, при всех значениях ССШ (-3 и -6 дБ) и при любом типе шума (АМ шум и СТ шум) (рис. 1А). Как ТР дети, так и дети с РАС показали лучшие результаты в случае АМ-шума, чем СТ-шума (рис. 1В).

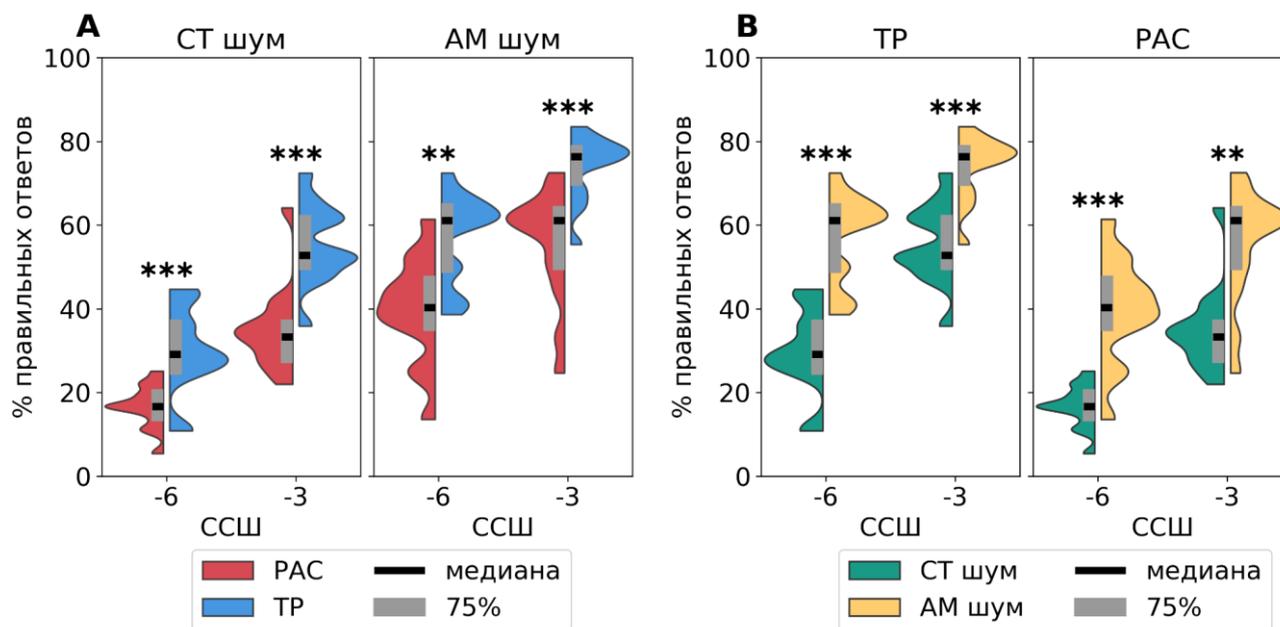


Рис. 1. Средний процент правильно повторенных слов, предъявленных на фоне шума. **А:** Сравнение результатов в группах ТР и РАС, отдельно для условий стационарного (СТ) и амплитудно-модулированного (АМ) шума. **В:** Сравнение результатов между условиями стационарного и амплитудно-модулированного шума, отдельно для детей с ТР и детей с РАС. ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$ (U-тест Манна-Уитни). Значения теста представлены в Приложении 3.

Результаты задачи “Повторение предложений”.

Описательные статистики результатов детей с РАС в задаче “Повторение предложений” представлены в табл. 1. В исследованной группе результаты как без, так и с FM-системами широко варьируют и в ряде показателей не распределены нормально. Значимых различий между результатами по первой и второй частям задачи в одинаковых условиях нет (без FM-системы: Wilcoxon $W=31,5$, $p=0,198$; с FM-системой: Wilcoxon $W=50$, $p=0,780$).

Таблица 1

Результаты детей с РАС по задаче “Повторение предложений” в разных экспериментальных условиях

Условие	Без FM-системы			С FM-системой		
	ч. 1	ч. 2	общий	ч. 1	ч. 2	общий
Среднее значение	0,564	0,602	0,583	0,777	0,760	0,769
Медиана	0,585	0,638	0,618	0,813	0,829	0,842
Стандартное отклонение	0,206	0,192	0,195	0,168	0,173	0,162
Минимум	0,089	0,236	0,163	0,431	0,455	0,443
Максимум	0,854	0,837	0,846	0,968	0,984	0,976

Результаты задачи “Повторение предложений” (в обеих частях и в целом) у детей с РАС значимо выше при использовании FM-системы, чем без нее: сравнение по суммарному показателю: Wilcoxon $W=1,000$, $p=0,0005$; по части 1: Wilcoxon $W=4$, $p=0,007$; по части 2: Wilcoxon $W=3$, $p=0,003$ (рис. 2).

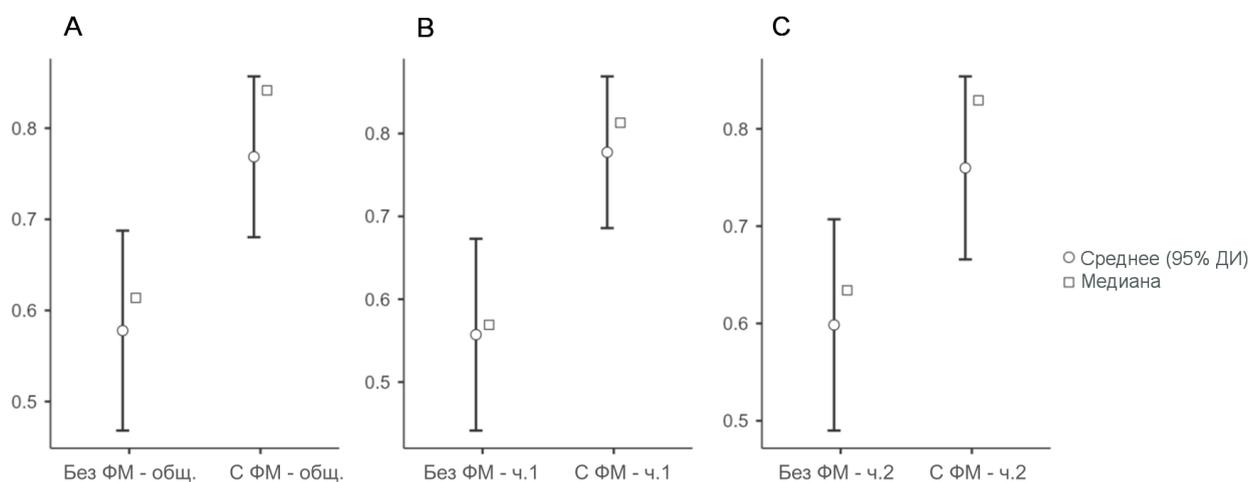


Рис. 2. Результаты выполнения задачи “Повторение предложений” детьми с РАС в разных экспериментальных условиях. Количественный показатель отражает долю верно повторенных слов в задаче “Повторение предложений” в различных условиях: “Без FM” — без использования FM-системы, “С FM” — с использованием FM-системы. **А:** суммарный показатель (все предложения), **В:** результат по предложениям из части 1, **С:** результат по предложениям из части 2.

Различия между результатами с и без FM-системы варьировались от -0,008 до 0,813, со средним значением 0,191. Этот показатель не коррелирует с результатами теста “Слова в шуме” (ρ Спирмена=0,038, $p=0,906$) и с уровнем невербального

интеллекта (ρ Спирмена=-0,176, $p=0,565$) а корреляция с результатом повторения предложений без FM-системы находится на границе значимости (не значима с учетом поправки на множественные сравнения) (ρ Спирмена=-0,571, $p=0,045$).

II этап

В табл. 2 представлены распределения ответов родителей по различным типам ситуаций (согласно протоколу С.Н.И.Л.Д.). При заполнении некоторых вопросов шкалы С.Н.И.Л.Д. родителями было предоставлено несколько ответов. С целью дальнейшего анализа результатов, множественные ответы были усреднены. Один участник группы РАС не заполнил опросник.

Таблица 2

Результаты опросника С.Н.И.Л.Д. (n=9)

Параметры	Sit_Q	Sit_L	Sit_D	Sit_S	Sit_M	Gen
Среднее значение	6,61	5,25	5,85	4,78	5,11	5,77
Стандартное отклонение	0,88	1,28	0,82	1,27	1,45	1,01
Минимум/Максимум	4,75–7,75	2,50–6,50	4–6,67	3–6	2–7	3,67–6,80

Примечание. Приведены средние значения в баллах, где 8 — отсутствие затруднений, 1 — не слышит речь; Типы ситуаций: Понимание речи в тихих (Sit_Q), шумных (Sit_L) ситуациях, на расстоянии (Sit_D), в социальных ситуациях (Sit_S), с применением медиа (ТВ, радио и др.) (Sit_M), Gen — общий средний балл.

Результаты, полученные с применением опросника С.Н.И.Л.Д., демонстрируют достаточно однородное распределение показателей. Наименьший балл демонстрирует параметр слуховых трудностей в социальных ситуациях ($Sit_S=4,78$, 4 балла “С затруднениями, но понять и услышать речь может”), что может косвенно свидетельствовать о чувствительности выбранной нами группы к распознаванию речи в социальных условиях (например, в условиях класса). При этом, в условиях “тихой” среды (Sit_Q) демонстрируется наиболее высокий балл ($Sit_Q=6,61$), что также может говорить в пользу роли социального окружения в возникновении слуховых трудностей. При сопоставлении шумных ситуаций (Sit_L) с тихими (Sit_Q) наблюдаются более низкий средний балл и большее стандартное отклонение в первом случае, что может указывать на трудности распознавания речи при наличии шума у участников.

Значимых различий по результатам опросника L.I.F.E.-R. до и после периода использования FM-систем не обнаружено (Wilcoxon $W=9$, $p=0,232$). Среднее значение по группе до периода использования FM-систем составило 54,9 балла, после — 57,4 (при максимально возможном значении 75 баллов). В некоторых случаях учителя высоко оценили слуховые способности учеников еще перед использованием FM-систем: так, у трех испытуемых результат составил 74–75 баллов. Результаты шести участников изменились не более, чем на 2 балла в ту или иную сторону. Еще у трех участников общий показатель по опроснику вырос на 8–13 баллов, в одном случае — снизился на

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование FM-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

8 баллов. Эти изменения в общих баллах отражали небольшие изменения (1–2 балла) в нескольких пунктах опросника.

Наблюдение за детьми, а также сбор обратной связи от учеников, учителей и тьюторов, работающих с классами, позволили выделить несколько типов трудностей, вызванных использованием FM-систем: физический дискомфорт от ношения FM-системы (наушника, блока приемника), повышенный интерес участников к FM-системе, влияние на организацию обучения (необходимость обслуживания устройства, затруднение работы тьютора).

Обсуждение и выводы

Исследование было посвящено выявлению эффекта улучшения распознавания речи на фоне шума при использовании FM-систем, а также оценке трудностей, возникающих в процессе использования таких систем при обучении в классе.

Испытуемые демонстрировали трудности при повторении слов на фоне шума: распознали значительно меньше слов, чем их ТР сверстники. При всех значениях соотношения сигнал–шум (-3 и -6 дБ) и при любом типе шума (АМ и СТ). Подобные трудности отмечались у детей с РАС и в других исследованиях [2; 4; 10].

Для того, чтобы проверить, что FM-системы улучшают восприятие речи, был создан протокол, позволяющий с помощью задачи на повторение предложений, услышанных на фоне шума, оценить восприятие речи детей в стандартных условиях: условия эксперимента были одинаковыми для проб с и без FM-системы. Несмотря на то, что результаты в исследованной группе детей с РАС широко варьировались, использование FM-системы значимо улучшало результаты на групповом уровне.

Схожие результаты применения систем были получены, например, в исследовании Rance с соавторами [16]: количество верно повторенных фонем при восприятии слов на фоне шума у детей и подростков с РАС значимо увеличивалось при использовании FM-системы по сравнению с ее отсутствием, причем улучшение у испытуемых с РАС было выше по сравнению с группой испытуемых без аутизма. В исследовании [11] применение FM-системы улучшило точность воспроизведения стимулов детьми и подростками с РАС на всех языковых уровнях, однако наибольший эффект отмечался на уровне предложений. Авторы подчеркивают вариативность эффекта FM-системы в зависимости от сложности стимула. В текущем исследовании использовались предложения, содержащие слова разного возраста освоения, однако значимых различий между точностью воспроизведения предложений из первой и второй части не было обнаружено ни с FM-системой, ни без нее. Сравнение результатов в зависимости от длины предложений не проводилось.

В исследовании [18] дети с РАС и синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) также показали улучшение: уровень соотношения сигнал/шум, при котором дети верно повторяли половину предложенных слов на фоне шума, был ниже при использовании FM-системы, что позволило детям с РАС и СДВГ показать результаты, сопоставимые с результатами ТР сверстников без FM-системы. При этом степень улучшения показателя различалась у разных испытуемых, как и в настоящем исследовании.

Вариативность эффекта у разных испытуемых ставит дополнительный вопрос о выявлении детей, для которых применение ФМ-систем является наиболее эффективным и целесообразным. В исследованной выборке обнаружили как дети, чьи результаты почти не улучшились при использовании ФМ-системы, так и дети, значительно увеличившие свой результат. Мы предполагали, что у детей, имеющих более выраженные трудности с распознаванием речи в шуме, эффект ФМ-системы будет больше. Однако на исследованной выборке значимой связи между результатами теста “Слова в шуме” и индивидуальным размером эффекта ФМ-системы не было обнаружено. Отрицательная связь между результатом в задаче “Повторение предложений” без ФМ-системы и индивидуальным размером эффекта находится на границе значимости, однако отражает тенденцию: у детей, получивших более низкие результаты при воспроизведении предложений в шуме без ФМ-системы, использование ФМ-системы в большей степени улучшило восприятие речи.

На втором этапе исследования изучался процесс использования ФМ-систем во время обучения детей с РАС в школе. Были отмечены некоторые трудности, вызванные использованием ФМ-систем: физический дискомфорт от ношения ФМ-системы, реакция детей на ситуацию использования ФМ-системы, включая повышенный интерес к приборам, влияние на организацию обучения. Жалобы на дискомфорт и сенсорные особенности при использовании ФМ-системы отмечались и в других похожих исследованиях [16; 18; 19].

В каждом конкретном случае для преодоления трудностей, связанных с использованием ФМ-систем, могут быть предложены различные стратегии. Так, для снижения влияния новизны ситуации детей с РАС готовят к предстоящей ситуации с помощью социальных историй и видеороликов. В исследовании Schafer с соавт. [18] социальные истории использовались для подготовки всех испытуемых к участию. Необходимо учитывать, что детям может потребоваться период адаптации, в течение которого время ношения ФМ-системы постепенно увеличивается.

Индивидуальный подбор наушников и способа размещения системы с учетом сенсорных особенностей ребенка способствует снижению дискомфорта от использования ФМ-системы. Так, в нашем исследовании изменение способа крепления блока приемника (на шнурке вместо ремня) в некоторых случаях помогло снизить количество жалоб на неудобство.

Количественные оценки изменения поведения учащихся до и после использования ФМ-систем в классе (опросник L.I.F.E.-R.) не показали значимых различий. У отдельных участников отмечались изменения оценок слуховых способностей в ту или иную сторону, однако у большинства участников изменения были минимальными. Это отличается от результатов, полученных в схожих исследованиях с применением ФМ-систем. Так, в исследовании [16], где использовалась первая версия опросника L.I.F.E., положительные изменения слуховых способностей при использовании ФМ-системы отмечались у всех испытуемых.

Длительность и интенсивность использования в этом исследовании отличались от данного: дети и подростки носили ФМ-системы не только во время уроков, но и в течение дня (4–6 часов в день) на протяжении двух недель. В исследовании Schafer с соавт. [18] использовался опросник CHAPS (Children’s Auditory Performance Scale),

оценивающий слуховые способности ребенка в шести различных условиях. С его помощью было выявлено значимое снижение слуховых трудностей во время использования FM-систем в пяти из шести условий. В другом исследовании Schafer с соавт. [19], во многом повторяющем предыдущее, значимые улучшения слуховых способностей при использовании FM-системы на групповом уровне были отмечены с помощью обоих опросников (L.I.F.E.-R. и CHAPS), однако среди участников также были дети, чьи показатели изменились незначительно или даже снизились в период использования FM-систем. В текущем исследовании результаты по опроснику L.I.F.E.-R. в исследованной выборке были достаточно высокими и до применения FM-системы, что могло повлиять на возможность выявления изменений, происходящих при использовании FM-системы. При этом по данным, полученным от родителей (опросник CHILD), наибольшие трудности слухового восприятия у участников проявляются именно в социальных ситуациях, а шумные условия ухудшают понимание речи по сравнению с тихими. Сравнение родительских оценок слухового восприятия участников до и после периода использования FM-системы не проводилось из-за недостаточного количества полученных данных. В исследовании Schafer с соавт. [19], в котором такое сравнение проводилось, родители отмечали улучшение восприятия на фоне использования FM-систем.

На основании полученных данных можно сделать следующие **выводы**:

1. Использование FM-систем улучшает восприятие речи на фоне шума у детей младшего школьного возраста с РАС в экспериментальных условиях.
2. Существуют индивидуальные различия в степени влияния FM-систем на слухоречевое восприятие, которые только частично связаны с выраженностью трудностей восприятия речи на фоне шума.
3. При применении FM-систем в ходе обучения детей с РАС в школе возникают трудности, связанные с реакцией детей на FM-систему и особенностями сенсорного реагирования, которые необходимо учитывать при использовании данного метода.

Ограничения и перспективы исследования. Существенным ограничением данного исследования является размер выборки и ограничения при ее формировании. Так, часть детей, которые по словам родителей или педагогов, испытывают трудности с восприятием речи, не смогли участвовать в исследовании из-за повышенной сенсорной чувствительности или трудностей при выполнении инструкций тестирований.

Несмотря на то, что эффект применения FM-системы для улучшения восприятия речи на фоне шума был продемонстрирован в экспериментальных условиях, необходима его проверка в реальных условиях школьного обучения. В текущем исследовании для его оценки использовались опросники, которые могли не в полной мере отражать изменение поведения учащихся. Для дальнейшего изучения применимости FM-систем во время обучения детей с РАС необходимы исследования, опирающиеся непосредственно на оценку поведения учащихся во время уроков, как, например, в исследовании Schafer с соавт. [18], где наблюдатели фиксировали реакции учащихся, как связанные, так и не связанные с выполнением текущего задания в классе, что позволило выявить улучшение поведения в период использования FM-систем.

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование ФМ-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

Литература

1. *Ляшевская О.Н., Шаров С.А.* Частотный словарь Национального корпуса русского языка: концепция и технология создания // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. 2008. № 7 (14). С. 345–351.
2. *Фадеев К.А., Гояева Д.Э., Обухова Т.С. и др.* Трудности с восприятием речи на фоне шума у детей с расстройствами аутистического спектра не связаны с уровнем их интеллекта // Клиническая и специальная психология. 2023. Т. 12. № 1. С. 180–212. DOI: 10.17759/cpse.2023120108
3. *Фадеев К.А., Орехова Е.В.* Центральные слуховые расстройства: причины, симптомы и способы преодоления дефицита в условиях учебного процесса // Современная зарубежная психология. 2023. Т. 12. № 4. С. 7–21. DOI: 10.17759/jmfp.2023120401
4. *Alcántara J.I., Weisblatt E.J.L., Moore B.C.J., Bolton P.F.* Speech-in-noise perception in high-functioning individuals with autism or Asperger's syndrome // Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines. 2004. Vol. 45. № 6. P. 1107–1114. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2004.t01-1-00303.x
5. *Anderson K., Smaldino J., Spangler C.* Listening Inventory for Education – Revised (L.I.F.E. – R.) — Teacher Appraisal of Listening Difficulty [Electronic resource] // LIFE – Revised 2011. URL: <http://successforkidswithhearingloss.com/wp-content/uploads/2011/09/revised-Teacher-LIFE-R.pdf> (Accessed: 16.09.2024)
6. *Anderson K.L., Kathleen A.A.* Building skills for success in the fast-paced classroom: Optimizing achievement for students with hearing loss. In: Supporting Success for Children with Hearing Loss. 2016. 530 p.
7. *Apeksha K., Hanasoge S., Jain P., Babu S.S.* Speech Perception in Quiet and in the Presence of Noise in Children with Autism Spectrum Disorder: A Behavioral Study // Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery: Official Publication of the Association of Otolaryngologists of India. 2023. Vol. 75. № 3. P. 1707-1711. DOI: 10.1007/s12070-023-03721-5
8. *Brybaert M., Biemiller A.* Test-based age-of-acquisition norms for 44 thousand English word meanings // Behavior Research Methods. 2017. Vol. 49. pp. 1520–1523. DOI: 10.3758/s13428-016-0811-4
9. *Dreschler W.A., Verschuure H., Ludvigsen C., Westermann S.* ICRA noises: artificial noise signals with speech-like spectral and temporal properties for hearing instrument assessment. International Collegium for Rehabilitative Audiology // Audiology: official Organ of the International Society of Audiology. 2001. Vol. 40. № 3. pp. 148–157. DOI: 10.3109/00206090109073110
10. *Dunlop W.A., Enticott P.G., Rajan R.* Speech discrimination difficulties in high-functioning autism spectrum disorder are likely independent of auditory hypersensitivity // Frontiers in Human Neuroscience. 2016. Vol. 10. P. 12. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00401

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование FM-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

11. *Feldman J.I., Thompson E., Davis H. et al.* Remote microphone systems can improve listening-in-noise accuracy and listening effort for youth with autism // *Ear & Hearing*. 2022. Vol. 43. № 2. P. 436–447. DOI: 10.1097/aud.0000000000001058
12. *Groen W.B., van Orsouw L., Huurne N.t. et al.* Intact spectral but abnormal temporal processing of auditory stimuli in autism // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2009. Vol. 39. № 5. P. 742–750. DOI: 10.1007/s10803-008-0682-3
13. *James P., Schafer E., Wolfe J. et al.* Increased rate of listening difficulties in autistic children // *Journal of Communication Disorders*. 2022. Vol. 99. Art. 106252. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2022.106252
14. *Johnston K.N., John A.B., Kreisman N.V. et al.* Multiple benefits of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD) // *International Journal of Audiology*. 2009. Vol. 48. № 6. P. 371–383. DOI:10.1080/14992020802687516
15. *Kaufman A., Kaufman N.* Assessment Battery for Children Second Edition / Circle Pines: American Guidance Service, 2004.
16. *Rance G. et al.* The use of listening devices to ameliorate auditory deficit in children with autism // *Journal of Pediatrics*. 2014. Vol. 164. № 2. P. 352–357. DOI: 10.1016/j.jpeds.2013.09.041
17. *Ruiz Callejo D., Boets B.* A systematic review on speech-in-noise perception in autism // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2023. Vol. 154. Art. 105406. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2023.105406
18. *Schafer E.C., Mathews L., Mehta S. et al.* Personal FM systems for children with autism spectrum disorders (ASD) and/or attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): An initial investigation // *Journal of Communication Disorders*. 2013. Vol. 46. № 1. P. 30–52. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2012.09.002
19. *Schafer E.C., Wright S., Anderson C. et al.* Assistive technology evaluations: Remote-microphone technology for children with Autism Spectrum Disorder // *Journal of Communication Disorders*. 2016. Vol. 64. P. 1–17. DOI:10.1016/J.JCOMDIS.2016.08.003
20. *Schelinski S., von Kriegstein K.* Brief report: speech-in-noise recognition and the relation to vocal pitch perception in adults with autism spectrum disorder and typical development // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2020. Vol. 50. № 1. P. 356–363. DOI: 10.1007/s10803-019-04244-1
21. *Stefanatos G.A., DeMarco A.T.* Central auditory processing disorders // *Encyclopedia of Human Behavior* / Ed. V.S. Ramachandran. 2nd ed. New York: Academic Press, 2012. P. 441–453. DOI:10.1016/B978-0-12-375000-6.00083-5
22. *Xu S., Fan J., Zhang H. et al.* Hearing assistive technology facilitates sentence-in-noise recognition in Chinese children with autism spectrum disorder // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*. 2023. Vol. 66. № 8. P. 2967–2987. DOI: 10.1044/2023_JSLHR-22-00589

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование FM-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

References

1. Lyashevskaya O.N., Sharov S.A. Chastotnyi slovar' Natsional'nogo korpusa russkogo yazyka: kontseptsiya i tekhnologiya sozdaniya [Frequency dictionary of the National Corpus of the Russian language: concept and technology of creation]. *Komp'yuternaya lingvistika i intellektual'nye tekhnologii = Computational Linguistics and Intellectual Technologies*, 2008. No. 7 (14), pp. 345–351. (In Russ.)
2. Fadeev K.A., Goyaeva D.E., Obukhova T.S. et al. Trudnosti s vospriyatiem rechi na fone shuma u detei s rasstroistvami autisticheskogo spektra ne svyazany s urovnem ikh intellekta [Difficulty with speech perception in the background of noise in children with autism spectrum disorders is not related to their level of intelligence]. *Klinicheskaya i spetsial'naya psikhologiya = Clinical Psychology and Special Education*, 2023. Vol. 12, no. 1, pp. 180–212. DOI: 10.17759/cpse.2023120108 (In Russ.)
3. Fadeev K.A., Orekhova E.V. Tsentral'nye slukhovye rasstroistva: prichiny, simptomy i sposoby preodoleniya defitsita v usloviyakh uchebnogo protsessa [Central auditory processing disorders: causes, symptoms, and ways to overcome deficits in the learning environments]. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 2023. Vol. 12, no.4, pp. 7–21. DOI: 10.17759/jmfp.2023120401 (In Russ.)
4. Alcántara J.I., Weisblatt E.J.L., Moore B.C.J., Bolton P.F. Speech-in-noise perception in high-functioning individuals with autism or Asperger's syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 2004. Vol. 45, no. 6., pp. 1107–1114. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2004.t01-1-00303.x
5. Anderson K., Smaldino J., Spangler C. Listening Inventory for Education – Revised (L.I.F.E. – R.) — Teacher Appraisal of Listening Difficulty [Electronic resource]. LIFE – Revised 2011. URL: <http://successforkidswithhearingloss.com/wp-content/uploads/2011/09/revised-Teacher-LIFE-R.pdf> (Accessed: 16.09.2024)
6. Anderson K.L., Kathleen A.A. Building skills for success in the fast-paced classroom: Optimizing achievement for students with hearing loss. In: *Supporting Success for Children with Hearing Loss*. 2016. 530 p.
7. Apeksha K., Hanasoge S., Jain P., Babu S.S. Speech Perception in Quiet and in the Presence of Noise in Children with Autism Spectrum Disorder: A Behavioral Study. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery: Official Publication of the Association of Otolaryngologists of India*, 2023. Vol. 75, no. 3, pp. 1707-1711. DOI: 10.1007/s12070-023-03721-5
8. Brysbaert M., Biemiller A. Test-based age-of-acquisition norms for 44 thousand English word meanings. *Behavior Research Methods*, 2017. Vol. 49, pp. 1520–1523. DOI: 10.3758/s13428-016-0811-4
9. Dreschler W.A., Verschuure H., Ludvigsen C., Westermann S. ICRA noises: artificial noise signals with speech-like spectral and temporal properties for hearing instrument assessment. International Collegium for Rehabilitative Audiology. *Audiology: official Organ of the International Society of Audiology*, 2001. Vol. 40, no. 3, pp. 148–157. DOI: 10.3109/00206090109073110

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование FM-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

10. Dunlop W.A., Enticott P.G., Rajan R. Speech discrimination difficulties in high-functioning autism spectrum disorder are likely independent of auditory hypersensitivity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2016. Vol. 10, p. 12. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00401
11. Feldman J.I., Thompson E., Davis H. et al. Remote microphone systems can improve listening-in-noise accuracy and listening effort for youth with autism. *Ear & Hearing*, 2022. Vol. 43, no. 2, pp. 436–447. DOI: 10.1097/aud.0000000000001058
12. Groen W.B., van Orsouw L., Huurne N.t. et al. Intact spectral but abnormal temporal processing of auditory stimuli in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2009. Vol. 39, no. 5, pp. 742–750. DOI: 10.1007/s10803-008-0682-3
13. James P., Schafer E., Wolfe J. et al. Increased rate of listening difficulties in autistic children. *Journal of Communication Disorders*, 2022. Vol. 99, art. 106252. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2022.106252
14. Johnston K.N., John A.B., Kreisman N.V. et al. Multiple benefits of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD). *International Journal of Audiology*, 2009. Vol. 48, no. 6, pp. 371–383. DOI:10.1080/14992020802687516
15. Kaufman A., Kaufman N. *Assessment Battery for Children Second Edition*. Circle Pines: American Guidance Service, 2004.
16. Rance G. et al. The use of listening devices to ameliorate auditory deficit in children with autism. *Journal of Pediatrics*, 2014. Vol. 164, no. 2, pp. 352–357. DOI: 10.1016/j.jpeds.2013.09.041
17. Ruiz Callejo D., Boets B. A systematic review on speech-in-noise perception in autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2023. Vol. 154, art. 105406. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2023.105406
18. Schafer E.C., Mathews L., Mehta S. et al. Personal FM systems for children with autism spectrum disorders (ASD) and/or attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): An initial investigation. *Journal of Communication Disorders*, 2013. Vol. 46, no. 1, pp. 30–52. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2012.09.002
19. Schafer E.C., Wright S., Anderson C. et al. Assistive technology evaluations: Remote-microphone technology for children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Communication Disorders*, 2016. Vol. 64, pp. 1–17. DOI: 10.1016/J.JCOMDIS.2016.08.003
20. Schelinski S., von Kriegstein K. Brief report: speech-in-noise recognition and the relation to vocal pitch perception in adults with autism spectrum disorder and typical development. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2020. Vol. 50, no. 1, pp. 356–363. DOI: 10.1007/s10803-019-04244-1
21. Stefanatos G.A., DeMarco A.T. Central Auditory Processing Disorders. In: *Encyclopedia of Human Behavior*. V.S. Ramachandran (Ed.). 2nd ed. New York: Academic Press, 2012. P. 441–453. DOI: 10.1016/B978-0-12-375000-6.00083-5
22. Xu S., Fan J., Zhang H. et al. Hearing Assistive Technology Facilitates Sentence-in-Noise Recognition in Chinese Children With Autism Spectrum Disorder. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 2023. Vol. 66, no. 8, pp. 2967–2987. DOI: 10.1044/2023_JSLHR-22-00589

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование FM-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

Информация об авторах

Мамохина Ульяна Андреевна, заведующая Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2738-7201>, e-mail: mamohinaua@mgppu.ru

Фадеев Кирилл Андреевич, младший научный сотрудник Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2480-5527>, e-mail: fadeevk.fefu@gmail.com

Гояева Дзерасса Эльдаревна, научный сотрудник Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3018-7948>, e-mail: dzerassa.goyaeva@gmail.com

Илюнцева Анна Александровна, младший научный сотрудник Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2966-3261>, e-mail: ilyuncevaaa@mgppu.ru

Овсянникова Татьяна Михайловна, младший научный сотрудник Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6199-3649>, e-mail: sp.psychology@gmail.com

Обухова Татьяна Сергеевна, младший научный сотрудник Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1364-2403>, e-mail: tatyana.krik@gmail.com

Салимова Ксения Рамизовна, научный сотрудник Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6328-001X>, e-mail: salimovakr@mgppu.ru

Рытикова Анна Манашевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Лаборатории комплексного исследования речи у детей с аутизмом и другими нарушениями развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0153-9457>, e-mail: rytikovaam@mgppu.ru

Давыдов Денис Витальевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатория комплексного исследования речи у детей при аутизме и других нарушениях развития, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0993-3803>, e-mail: davydovdv@mgppu.ru

Information about the authors

Uliana A. Mamokhina, Head of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2738-7201>, e-mail: mamohinaua@mgppu.ru

Мамохина У.А., Фадеев К.А., Гояева Д.Э.,
Илюнцева А.А., Овсянникова Т.М., Салимова К.Р.,
Обухова Т.С., Рытикова А.М., Давыдов Д.В.
Использование FM-систем для улучшения
слухоречевого восприятия у детей с РАС.
Пилотное исследование.
Клиническая и специальная психология.
2024. Том 13. № 4. С. 194–214.

Mamokhina U.A., Fadeev K.A., Goyaeva D.E.,
Ilyuntseva A.A., Ovsyannikova T.M., Salimova K.R.,
Obukhova T.S., Rytikova A.M., Davydov D.V.
Use of the FM systems for the auditory and speech
perception improvements in children with ASD.
Pilot Study.
Clinical Psychology and Special Education.
2024, vol. 13, no. 4, pp. 194–214.

Kirill A. Fadeev, Research Assistant of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2480-5527>, e-mail: fadeevk.fefu@gmail.com

Dzerassa E. Goiaeva, Research Fellow of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3018-7948>, e-mail: dzerassa.goyaeva@gmail.com

Anna A. Ilyuntseva, Research Assistant of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2966-3261>, e-mail: ilyuncevaam@mgppu.ru

Tatiana M. Ovsyannikova, Research Assistant of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6199-3649>, e-mail: sp.psychology@gmail.com

Tatiana S. Obukhova, Research Assistant of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1364-2403>, e-mail: tatyana.krik@gmail.com

Ksenia R. Salimova, Research Fellow of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6328-001X>, e-mail: salimovakr@mgppu.ru

Anna M. Rytikova, PhD of Engineering Sciences, Senior Fellow of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0153-9457>, e-mail: rytikovaam@mgppu.ru

Denis V. Davydov, PhD of Biology, Senior Fellow of the Laboratory of Comprehensive Language Research in Children with Autism & Developmental Disorders, Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0993-3803>, e-mail: davydovdv@mgppu.ru

Получена 19.09.2024

Received 19.09.2024

Принята в печать 03.12.2024

Accepted 03.12.2024