

Санкт-Петербургский государственный университет

Николаев Александр Сергеевич

Восприятие взрослыми речи детей с расстройствами аутистического спектра

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 06.04.01 "Биология"

основная образовательная программа магистратуры "Биология"

профиль "Нейробиология, психофизиология"

Работа выполнена на кафедре

высшей нервной деятельности и психофизиологии

(зав. кафедрой – д.б.н., профессор А.А. Александров)

Научный руководитель:

д.б.н., профессор Е.Е. Ляксо

Санкт-Петербург

2017

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

Generating Table of Contents for Word Import ...

## ВВЕДЕНИЕ

Под расстройствами аутистического спектра (РАС) понимают группу первазивных расстройств развития, объединенных комплексом общих симптомов, называемых «аутистической триадой». Триада включает в себя нарушение или атипичность эмоционального, интеллектуального и социального развития, особенности межличностных коммуникаций, ограниченность форм поведения и склонность к стереотипным действиям, и нарушение речи на разных уровнях ее организации (Wing, 1993). Степень и возраст проявления всей симптоматики индивидуальны.

Одним из главных нарушений, характерных для РАС, является нарушение коммуникативной функции речи, проявляющееся в виде недоразвития или отсутствия у детей навыков разговорной речи по сравнению с нормально развивающимися сверстниками. В работах, посвящённых изучению невербальной коммуникации при РАС, показана способность к распознаванию состояния подростков с высокофункциональным аутизмом (ВФА) (Grossman et al., 2013) и детей с тяжёлой формой аутизма (Ляксо и др., 2016) по динамической мимической экспрессии и характеристикам голоса.

Нарушения речи у детей с РАС, зависимости от тяжести расстройства, могут проявляться на разных уровнях её организации (артикуляционном, грамматическом, прагматическом). Общими патологическими особенностями речи для большинства детей с РАС являются эхолалия, бедный по сравнению со сверстниками словарный запас, нарушение грамматического строя фраз. Специфика речи детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) подробно описана на материале русского языка (Шипицына, 1997).

В отношении акустических характеристик речи детей с РАС данные противоречивы. В одних работах показаны высокие значения частоты основного тона (ЧОТ) (Sharda et al., 2010; Lyakso, Frolova, Grigorev, 2016) и её вариативность (Lyakso, Frolova, Grigorev, 2016), в других работах показано отсутствие значимых различий между значениями ЧОТ детей с РАС и типично развивающихся детей (Schriberg et al., 2011). Исследования посвящены преимущественно речи детей с синдромом Аспергера (Scharfstein, et. al, 2011), и ВФА (Grossman et. al., 2010; Grossman, Edelson, Tager-Flusberg, 2013). На материале русского языка исследования акустических и перцептивных характеристик речи детей с РАС единичны (Lyakso, Frolova, Grigorev, 2016).

Цель исследования – изучение особенностей распознавания взрослыми значений слов детей 5-11 лет с расстройствами аутистического спектра, определения их пола и возраста при прослушивании речевых сигналов.

Задачи исследования:

1. Проанализировать особенности распознавания взрослыми значений слов детей с расстройствами аутистического спектра и типично развивающихся детей.
2. Проанализировать возможность определения взрослыми пола и возраста детей с расстройствами аутистического спектра и типично развивающихся детей при прослушивании их речевых сигналов.
3. Определить временные и спектральные характеристики гласных из слов детей, значения которых определены взрослыми с высокой (0,75 – 1,0) и низкой (0 – 0,25) вероятностью.
4. Сравнить акустические характеристики слов типично развивающихся детей и детей с расстройствами аутистического спектра.

# 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1. Характеристика расстройств аутистического спектра

Термин «аутизм» был введён швейцарским психиатром Э. Блейлером в 1911 году для обозначения погружённости во внутренние переживания и отрыва от реальности при шизофрении. Вскоре этот термин стал широко использоваться в психиатрии. Когда появилась в качестве отдельного диагноза детская шизофрения, аутизм стали понимать как её симптом или синдром (Ковалёв, 1979, Башина, 1999).

Впервые описание аутизма как самостоятельного диагноза было дано Л. Каннером в 1943 году в работе «Аутистические нарушения аффективного контакта», где было предложено выделить в отдельный класс расстройств патологические состояния детей, сопровождающиеся самоизоляцией и начинающиеся с первых лет жизни. Такие расстройства Каннер назвал ранним детским аутизмом (Kanner, 1943). В 1949 году Г. Аспергер описал аутистическую психопатию, которая теперь называется синдромом Аспергера. Термин «синдром Аспергера» был предложен в 1981 году Л. Уинг (Wing, 1981).

Разными авторами под аутизмом понимается и расстройство, и симптом. Высказывались мнения, что аутизм связан с органическим поражением тех же структур, что и при шизофрении. При детской шизофрении описана сходная с аутизмом симптоматика (Каган, 1981). Также описаны аутистические нарушения при генетических заболеваниях, например, при синдроме Дауна, фенилпировиноградной олигофрении, синдроме Мартина-Белл, туберозном склерозе. Есть сведения об экзогенных формах аутизма, например, психогенный «парааутизм» у детей сирот (Шапошникова, 2014).

В разное время аутизм относился и к психозам, и к нарушениям развития. Сам Каннер определял аутизм как разновидность шизофрении (Kanner, 1943). В настоящее время в Международной классификации болезней 10-го пересмотра расстройства аутистического спектра (РАС) определены как общие нарушения развития. Согласно МКБ-10 под РАС понимается группа расстройств, объединённых сходной симптоматикой, в которую входят:

1. детский аутизм, или синдром Каннера (F84.0);
2. атипичный аутизм (F84.1);
3. синдром Ретта (F84.2);
4. другое дезинтегративное расстройство детского возраста (F84.3);

5. гиперактивное расстройство, сочетающееся с умственной отсталостью и стереотипными движениями (F84.4);
6. синдром Аспергера (F84.5).

Все эти расстройства объединяются комплексом общих симптомов, называемым «аутистической триадой», включающей в себя нарушение или атипичность социального поведения, в особенности межличностных коммуникаций, ограниченность форм поведения и склонность к стереотипным действиям, нарушение языка и речи (Wing, 1993).

При детском аутизме часто встречаются также следующие симптомы (однако они не являются основными при постановке диагноза): гиперактивность в детском и подростковом возрасте, слуховая и тактильная гиперчувствительность, пониженный болевой порог, проявления агрессии к окружающим и аутоагрессия, резкие перемены настроения. Эти симптомы встречаются у 30% людей с диагностированным аутизмом (Семянникова, 2013).

Атипичный аутизм отличается от классического аутизма либо возрастом начала, либо отсутствием одного из признаков аутистической триады. Это расстройство чаще встречается у детей с умственной отсталостью, которая и обеспечивает характерное для аутизма отклонение поведения. Также атипичный аутизм встречается у людей со специфическим расстройством рецептивной речи (Незнанов в др., 2009).

Синдром Ретта встречается исключительно у девочек. Развитие этого расстройства проходит в четыре стадии. Впервые отмечаются отклонения в развитии в возрасте от 4 месяцев до 2,5 лет. На первой стадии происходит замедление темпов психомоторного развития, часто наблюдаются аномалии дыхания, возможно появление судорожных приступов. Также наблюдается потеря контакта с окружающими. На второй стадии болезни (в возрасте 1-3 лет) происходит регресс, утрата ранее приобретённых навыков, например, целенаправленного движения рук, ребёнок перестаёт говорить; наблюдаются приступы беспокойства, нарушения сна. На третьей стадии, в период дошкольного и раннего школьного возраста, происходит стабилизация. Пропадает беспокойство, улучшается сон, становится возможным эмоциональный контакт с ребёнком. На первый план выходит глубокая умственная отсталость, судорожные приступы и разнообразные двигательные расстройства. К десяти годам наступает четвёртая стадия болезни. В этом время прогрессируют двигательные расстройства, но при этом судорожные приступы

случаются реже. В таком состоянии больные могут пребывать долгие годы (Hagberg et al., 1983).

Детское дезинтегративное расстройство ранее называли психозом Геллера, деменцией Геллера или дезинтегративным психозом. Этот диагноз ставится людям, которые в возрасте 1,5-4 лет развивались без каких-либо заметных аномалий, а затем у них появлялись тяжёлые симптомы аутизма. За нормальным развитием у них следовал значительный регресс приобретённых навыков и появление характерных для аутизма симптомов (Незнанов в др., 2009).

Синдром Аспергера встречается у людей с нормальным, а иногда и высоким уровнем интеллекта. Этот синдром отличается ранним развитием речи, а также сохранением навыков адаптации. Диагностические критерии синдрома Аспергера такие же, как и у аутизма, за исключением критериев нарушения коммуникации. Диагнозы «аутизм» и «синдром Аспергера» пересекаются друг с другом, определяющими факторами для постановки того или иного диагноза служат уровень эмпатии и уровень интеллекта. При низком уровне эмпатии чаще ставится диагноз «аутизм», при более высоком – «синдром Аспергера», то же касается и интеллекта. Частным случаем синдрома Аспергера является савантизм – состояние, при котором человек имеет выдающиеся способности в одной или нескольких областях, контрастирующие с общей ограниченностью поведения. Общей особенностью всех савантов является феноменальная память. Способности савантов чаще проявляются в музыке, изобразительном искусстве, математических и календарных расчётах, картографии и пр. (Wing, 1993).

Разнообразие симптоматики при РАС обусловлено как органическими, так и нейрохимическими нарушениями в центральной нервной системе. Аномалии развития головного мозга обнаруживаются у половины детей с РАС. К ним относятся нарушения в области височной коры, мозжечка, ствола мозга, мозолистого тела, структур лимбической системы. При РАС отмечается уменьшение плотности клеток Пуркинью (Bauman, Kemper, 1985). В гиппокампе и миндалевидных ядрах обнаружены уплотнения нейронов (Bauman, Kemper, 1985). Мозг детей с аутизмом часто больше, чем у типично развивающихся сверстников (Bailey et al., 1998). РАС связываются с врождённой незрелостью левополушарных структур (Николаева, Буркова, Казначеева, 2016). Обнаружены нарушения в червеобразных долях мозжечка VI и VII, и в теменной доле (Courchesne et al., 1994). С аномалиями развития мозжечка могут быть связаны и нарушения речи у детей с РАС.



У детей с РАС наблюдаются нарушения в работе дофаминовой, серотониновой, глутаматной, ГАМК-ергической нейромедиаторных систем (Симашкова, 2013). Распространённой является гипотеза о генетической природе РАС. Предполагается, что на 2-й, 7-й, 16-й и 17-й парах хромосом содержатся участки, связанные с развитием РАС (Симашкова, 2013).

В настоящее время РАС у детей в разных странах встречаются всё чаще. Существует, однако, другая точка зрения, согласно которой значимого увеличения лиц с РАС не происходит. Увеличение частоты встречаемости РАС может быть связано с различиями в методах исследований, изменившимся подходом к диагностике и возросшей осведомлённостью общества и специалистов об аутизме. РАС выявляются преимущественно у мальчиков (Volkmar, Nelson, 1990).

Диагностические критерии РАС выделялись и уточнялись с момента описания аутизма. В последнее время активно разрабатываются стандартизированные методы диагностики РАС в виде диагностических опросников оценочных шкал, которые позволяют более точно определить состояние детей. Диагностические опросники представляют собой структурированную беседу с родителями, где принимается во внимание как симптоматика, так и история развития ребёнка. Среди таких опросников наиболее известны следующие:

Опросник для диагностики аутизма (переработанный) (Autism Diagnostic Interview Revised, ADI-R) (Rutter, LeCouteur et al., 2006);

Поведенческий опросник для диагностики аутизма (Autism Behavior Checklist, ABC) (Marteleto, Pedromônico, 2005);

Опросник социального взаимодействия (Social Communication Questionnaire, SCQ) (Rutter, Bailey, 2003).

Методика оценочных шкал заключается в описывании тех или иных признаков в баллах. Наиболее используемыми шкалами являются:

Оценочная шкала детского аутизма (Childhood Autism Rating Scale, CARS). Оценка по этой шкале производится по информации, полученной от родителей. CARS содержит 15 разделов, каждый из которых оценивает определённую область, шкала учитывает частоту и интенсивность выделенных патологических признаков (Schopler, Reichler et al. 1980).

Шкала наблюдения для диагностики аутизма (Autism Diagnostic Observation Schedule, ADOS). Оценка по этой шкале производится в стандартной игровой ситуации. Поведение ребёнка записывается на видео и затем оценивается в баллах. Шкала предназначена для детей до 5 лет и детей, у которых отсутствует речь (Lord, Rutter et al., 2000).

Диагностическая шкала для синдрома Аспергера (Asperger Syndrome Diagnostic Scale, ASDS). Шкала представляет собой анкету, где предлагается подтвердить или опровергнуть наличие у ребёнка тех или иных патологических особенностей, затем на основании ответов вычисляется окончательный балл (Smit, Stacey et al., 2001).

Таким образом, РАС связаны со множественными органическими, биохимическими и генетическими нарушениями нервной системы и имеют разнообразную симптоматику, проявляющуюся индивидуально, однако одним из общих признаков РАС являются нарушения развития речи.

## **1.2. Строение речевого аппарата и процесс речеобразования**

Речеобразование – это строго скоординированный поведенческий акт, состоящий из многочисленных жестов артикуляционных органов, посредством которого реализуется важнейший механизм обмена информацией между людьми (Деркач и др., 1983). Информация передаётся в виде звуковых волн. Человеческое ухо воспринимает волны в диапазоне от 16-20000 Гц, но наиболее чувствительно к звукам в диапазоне 2000-5000 Гц.

Речевой сигнал является средством быстрой передачи как вербальной, так и невербальной (эмоциональной) информации. Речевой сигнал особым образом закодирован и структурирован. Для создания такого сигнала служит речевой аппарат, совмещённый с органами, предназначенными для дыхания и измельчения пищи. Специальных звукогенерирующих органов в теле человека нет (Зиндер, 1979).

Органы, обеспечивающие генерацию звука делятся на активные и пассивные. Активные органы способны менять форму и объём речевого тракта, создавать в нём препятствия для выдыхаемого воздуха. К таким органам относятся гортань, глотка, язык, губы. Пассивные органы неподвижны. К ним относятся зубы, твёрдое нёбо, полость носа и гайморовы пазухи (Ляксо, 2012).

Речевой аппарат человека состоит из трёх основных частей: генератора звука (гортань), резонаторной части (глотка, носовая полость, гайморовы пазухи) и

энергетического аппарата (трахея, бронхи, лёгкие, диафрагма) (Ляксо, 2012). Артикуляционный аппарат включает в себя язык, зубы, губы, нёбную занавеску. Определённое положение этих органов в ротовой полости соответствует определённому звуку (Кодзасов, Кривнова, 2001).

Воздух является основным энергетическим материалом, обеспечивающим образование звука. Воздушные потоки в речевом тракте возникают в результате работы лёгких и дыхательной мускулатуры и обусловлены разницей внутрилёгочного и атмосферного давления.

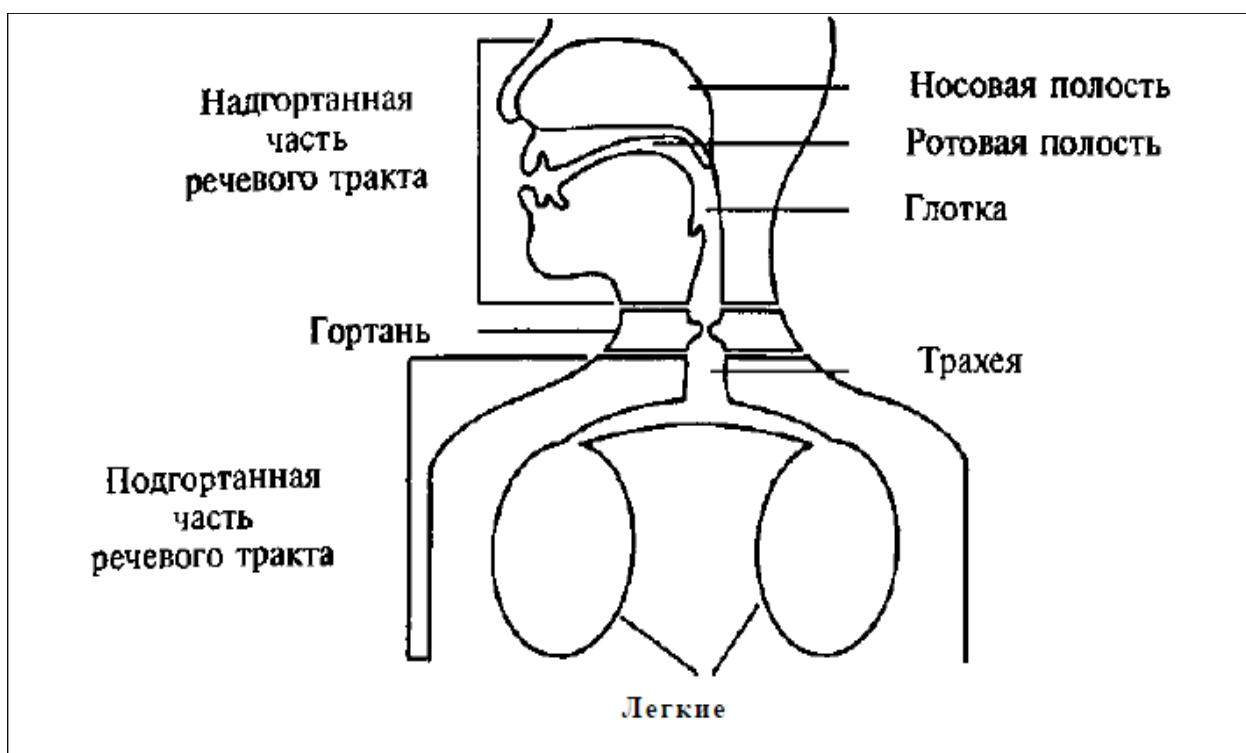


Рис. 1. Схема речевого тракта человека (Кодзасов, Кривнова, 2001)

Звук возникает в гортани, куда поступает воздух из лёгких через бронхи и трахею. Внутри гортани находятся голосовые складки, которые приходят в движение благодаря подвязочному давлению и собственному натяжению. Голосовые складки прикреплены к черпаловидным хрящам, с помощью которых они сводятся для образования голоса. Это приводит к запиранию воздушного потока и возникновению разницы давлений над и под складками. В результате этого перепада давлений складки размыкаются, и воздух начинает проникать через образовавшуюся щель. Возврат складок в исходное положение

обеспечивают возникающее отрицательное давление (эффект Бернулли) в голосовой щели и эластические силы. Голосовой проход запирается и колебательный цикл повторяется (Кодзасов, Кривнова, 2001).

При разных конфигурациях голосовой щели колебания голосовых складок происходят по-разному. При нейтральной фонации черпаловидные хрящи сведены, и складки колеблются по всей длине. Разведённые хрящи обеспечивают смыкание и размыкание передней части голосовых складок. Воздух, проходя через открытую заднюю часть складок, создаёт шум, и голос становится придыхательным. Скрипучий голос возникает при плотном смыкании черпаловидных хрящей и колебании передней части складок при увеличенном дыхательном усилии. Отсутствие колебаний голосовых складок, возникающее при плотном смыкании либо, наоборот, полном разведении черпаловидных хрящей, приводит к образованию шёпота (Daniloff et al., 1980).

Минимальной звуковой единицей языка является фонема. Артикуляционно фонема представлена сложным комплексом, в реализации которого участвуют многие органы речи (Бондарко, 1998). Все звуки речи подразделяются на гласные и согласные. Произнесение гласных производится при свободном проходе в ротовой полости для воздушного потока и напряжении всего речевого аппарата. Для произнесения согласных необходимо наличие в ротовой полости выраженной преграды. Гласные (кроме шёпотной речи) произносятся при обязательном участии голосовых связок, совершающих периодические колебательные движения, для произнесения согласных участие голосовых связок не обязательно.

На произнесение гласных влияет положение губ и языка. Положение языка может меняться в двух плоскостях: по уровню его подъёма и по уровню продвижения вперёд и назад. Выделяется четыре уровня подъёма: верхний, средне-верхний, средне-нижний и нижний. Гласные верхнего подъёма также называют закрытыми – при их артикуляции спинка языка ближе всего подходит к нёбу, гласные нижнего подъёма – соответственно, открытыми. Не во всех языках различаются все четыре подъёма, однако нет известных языков, где различается менее двух подъёмов (Кодзасов, Кривнова, 2001). По уровню продвижения языка выделяется три ряда гласных: передние, средние и задние. По положению губ выделяются огубленные (лабиализованные) и неогубленные (нелабиализованные) гласные (Бондарко, 1998).

В русском языке выделяется 6 гласных звуков, различающихся по ряду, подъёму и огубленности (табл. 1).

Таблица 1. Гласные русского языка

Подъём	Ряд		
	Передний	Средний	Задний
	Неогубленные		Огубленные
Верхний	/и/	/ы/	/у/
Средний	/э/		/о/
Нижний		/а/	

На произнесение согласных влияет способ образования, активный действующий орган при образовании, положение голосовых связок, положение языка и положение мягкого нёба. Согласные, выполняя в языке смысловоразличительную функцию, по своей артикуляции гораздо сложнее гласных.

В речи звуки обычно произносятся не изолированно, а в сочетании между собой, происходит взаимодействие артикуляций – коартикуляции, что указывает на сложность этого процесса (Кодзасов, Кривнова, 2001).

Образование гласных и сонорных согласных происходит с участием голосовых связок. В этом случае возникает гармонический сигнал, спектр которого представляет собой совокупность значений амплитуд и частот составляющих звук колебаний (Бондарко, 1998). Звуковые колебания, возникающие в речи, можно разложить на простые синусоидальные составляющие с помощью преобразования Фурье (Радионова, 1987). Простые колебания, появляющиеся в результате разложения, называются гармоническими составляющими или гармониками. Номер гармоники определяется величиной отношения единицы к периоду сложного колебания. Значение первой гармоники называется частотой основного тона (ЧОТ, F0). Расстояние между следующими гармониками кратно ЧОТ. Сложные звуки отличаются по величине гармоник, амплитуд и фаз, описывающих спектральную характеристику звука.

Спектр вокализованных звуков может содержать до 40 гармоник. ЧОТ изменяется в пределах от 60-70 Гц для низких мужских голосов до 450-500 для высоких женских. Средняя ЧОТ составляет 130-150 Гц для мужчин и 250 Гц для женщин. Изменение ЧОТ при произнесении речи создаёт эмоциональную окраску и называется интонацией. У

каждого человека свой диапазон изменения ЧОТ (у певцов диапазон значительно шире, чем у обычных людей) и своя интонация, что является важным в узнавании голоса.

Наиболее энергетически выраженные максимумы, обусловленные работой речевого тракта как резонатора и фильтра, называются формантами (Фант, 1970). Они соответствуют системе резонансных полостей, расположенных вдоль речевого тракта и обеспечивают определенный лингвистический характер восприятия. Максимальное число формант зависит от длины речевого тракта. Форманты характеризуют распределение энергии сигнала по оси частот. Форманты обозначаются как F1, F2, F3 и т.д., начиная с низкочастотной части спектра. Важнейшее значение для различения гласных звуков имеют их низкочастотные форманты, прежде всего F1, F2 (Деркач и др., 1983). Их называют акустическими ключами для отнесения звука к той или иной фонемной категории (Чистович и др., 1965). Частота первой форманты связана с подъёмом гласного: чем выше подъём гласного, тем ниже частота первой форманты, и наоборот. Частота второй форманты связана с рядом гласного: более передние гласные имеют более высокую частоту, чем более задние. На двухформантной плоскости, по осям которой откладываются значения F1 и F2, гласные взрослой речи находятся в соответствующих областях фонетической трапеции (Бондарко, 1998).

Основными параметрами, используемыми при описании речевого сигнала, являются временные характеристики звуков, ЧОТ и распределение формантных частот.

Управление деятельностью речевого аппарата осуществляется корой больших полушарий. В реализации речи главную роль играет левое полушарие при участии правого (Вартанян, 1988). В левом полушарии находятся связанные с речевой деятельностью центры: область Брока (поле 22 по Бродману) – центр речепродукции; область Вернике (поля 44-45 по Бродману) – центр речевосприятия; дополнительная моторная область, являющаяся частью лобной доли. При восприятии речи сигналы сначала поступают в первичную слуховую кору, в области Вернике, находящейся в височной доле, происходит фонематический анализ и понимание информации. При произнесении слова его представление передаётся из области Вернике в область Брока через дугообразный пучок. В области Брока происходит преобразование представления слова в артикуляционную программу, которая затем поступает в лицевую область моторной коры. При чтении информация поступает сначала в первичную зрительную кору,

потом направляется в угловую извилину, связывающую визуальную форму слова с его звуковым аналогом в зоне Вернике.

Нейрональный контроль вокализаций представлен четырьмя уровнями мозга. Первый уровень – корковые области: прекаллозальная, лимбическая кора, дополнительная моторная область, неокортикальное представительство гортани; второй уровень – центральное ядро амигдалы, латеральный и дорсальный гипоталамус, ядра средней линии таламуса, околожелудочковое серое вещество промежуточного мозга; третий уровень – каудальное околопроводное серое вещество с латеральным тегментумом; четвёртый уровень – гортань, исполнительные органы (цит. по: Ляксо, Огородникова, Алексеев, 2012).

### **1.3. Особенности речи типично развивающихся детей и детей с расстройствами аутистического спектра**

#### *1.3.1. Особенности строения речевого аппарата и мозговой организации речи ребёнка*

Речевой тракт ребёнка отличается от речевого тракта взрослого человека (рис. 2). Отмечены следующие особенности: речевой тракт ребёнка более короткий и имеет менее выраженный изгиб, глотка ребёнка имеет меньший объём и более узкую форму, вертикальное расположение глотки, короткие голосовые складки с недостаточно сформированными эластичными элементами, непропорционально большой язык. В морфологии гортани и речевых складок взрослых людей имеются половые различия: у мужчин крупнее гортань, а голосовые складки длиннее и толще, чем у женщин (Ляксо, 2003, 2012).

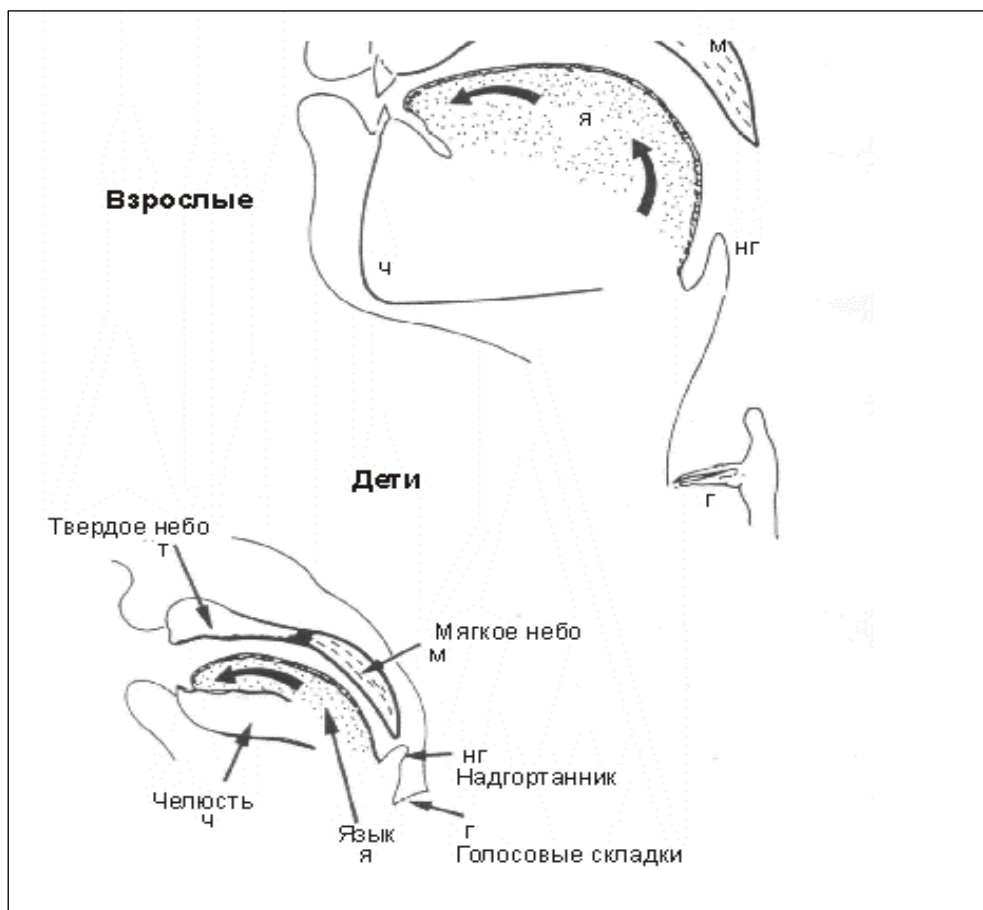


Рис. 2. Вокальные тракты взрослого и ребёнка (Kent, 1992)

Гортань у детей маленькая и растёт в разные периоды неравномерно. Значительный рост происходит в возрасте 5-7 лет, затем – в пубертатный период (Филичева и др., 1989). При использовании метода магнитно-резонансной томографии (МРТ) показано, что вокальный тракт увеличивается на 1,5-2 см в первые 2 года жизни, и на 1 см в период с 25 до 36 месяцев (Vorperian et al., 1999).

Средняя длина вокального тракта составляет 17,6 см у мужчин и 15,4 см у женщин (Ляксо, 2012). В работе, посвящённой изучению развития речевого тракта (Goldstein, 1980) показаны значения длины вокального тракта для детей в возрасте 0-11 лет (табл. 2).

Таблица 2. Длина речевого тракта детей в возрасте 0-11 лет (по Goldstein, 1980)

Возраст, лет	Длина речевого тракта, см	
	мальчики	девочки
0	7,95	7,86
1	9,3	9,22



2	10,03	9,91
3	10,49	10,24
4	10,79	10,49
5	11,03	10,7
6	11,27	10,93
7	11,5	11,18
8	11,89	11,63
9	12,19	11,98
10	12,51	12,34
11	12,91	12,67

Процесс изменения размеров и конфигурации речевого тракта продолжается в среднем до периода полового созревания, в разные периоды он протекает с разной скоростью.

Речевое развитие определяется как развитием моторных навыков, связанных с контролем артикуляционных органов, так и развитием перцептивных способностей к определению и категоризации звуков речи. Эти навыки определяются степенью созревания лобных и височных областей коры головного мозга. Речевая функция обеспечивается височными, префронтальными, затылочными областями коры, а также лимбической системой (Вартанян, 1988). Основными процессами, определяющими созревание головного мозга на этапе постнатального развития, являются уменьшение количества и плотности серого вещества и увеличение количества белого вещества, обусловленного миелинизацией, синаптогенез.

### *1.3.2 Особенности речи типично развивающихся детей в возрасте 5-11 лет*

К пятилетнему возрасту у детей в норме заканчивается формирование правильного произношения большинства фонем. Словесное ударение в 5 лет сформировано, фразовое – нет (Ляксо, Громова, 2005). В этом возрасте у детей происходит усложнение синтаксической структуры высказываний, ответные реплики приобретают черты монологической речи: большая длительность высказывания, правильность структурирования текста, отсутствие лексических и грамматических ошибок (Ляксо, Столярова, 2008). К 5-6 годам у детей формируется способность самостоятельно создавать текстовое сообщение (Цейтлин, 2000). К 7 годам в речи детей увеличивается количество

реплик, состоящих из нескольких предложений. Для детей в этом возрасте характерны сбои речевого дыхания в момент произнесения сложных фраз, связанные с затруднением лексико-грамматического оформления высказывания (Белякова, Филатова, 2008). Одновременно происходит увеличение активного словаря ребёнка, в нём появляются слова, сложные по семантическим и фонетическим характеристикам. Дети в возрасте 5-7 лет употребляют слова, состоящие из 1-5 слогов, преобладают же слова из двух слогов, к семилетнему возрасту увеличивается число слов из 3-4 слогов. Количество допускаемых детьми ошибок уменьшается к 6 годам. В этом же возрасте завершается лексико-грамматическое формирование речи (Белякова, Волоскова, 2009).

К началу обучения в школе у детей происходит формирование навыков чтения и письма. К этому времени пассивный лексикон детей составляет 7-8 тысяч слов и пополняется на 6-8 слов ежедневно, достигая 12-15 тысяч слов к концу начальной школы (Львов, 2000). Дети усваивают абстрактные понятия, у них образуются представления о многозначности слова, в речи увеличивается доля сложных предложений.

Показано, что взрослые, нейтральные по отношению к ребёнку, понимают значение более половины слов детей 5-7 лет (Ляксо, Громова, Куражова, 2007; Григорьев, Ляксо, 2012). Речь детей с 8-летнего возраста взрослые понимают значимо лучше, чем речь детей 5-7 лет, и так же хорошо, как речь взрослых (Григорьев, Ляксо, 2014).

Рассмотренные особенности речи типично развивающихся (ТР) детей в возрастной динамике позволяют подойти к рассмотрению особенностей речи у детей с атипичным развитием.

### *1.3.3. Особенности речи детей с расстройствами аутистического спектра*

Одним из главных нарушений, проявляющихся при РАС, является нарушение коммуникативной функции речи, проявляющееся в виде недоразвития или отсутствия у детей навыков разговорной речи по сравнению с нормально развивающимися сверстниками. В отличие от других психических функций, речь при РАС на ранних этапах может развиваться нормально или даже ускоренно. Иногда дети с РАС по уровню развития речи могут даже обгонять типично развивающихся сверстников. Со временем однако начинается обратный процесс, сначала как остановка речевого развития, затем – как регресс. Ребёнок может перестать использовать речь как средство общения, но при этом может продолжать разговаривать сам с собой. Таким образом, у ребёнка перестаёт развиваться коммуникативная функция речи. Утрата речи у детей всегда сопровождается

нарушением невербальной коммуникации. Дети с РАС редко используют речь в качестве средства общения (Мамайчук, 2007). В зависимости от тяжести расстройства нарушения речи могут проявляться на разных уровнях её организации (артикуляционном, грамматическом, прагматическом). Общими патологическими особенностями речи для большинства детей с РАС являются эхолалия, бедный по сравнению со сверстниками словарный запас, нарушение грамматического строя фраз. Также у детей с РАС имеются трудности с пониманием чужой речи (Гилберг, 1998). У детей с РАС наблюдается «нормальная» и «специфическая» речь. «Нормальная речь» включает в себя слова и фразы, при этом отмечается нарушения или несформированность разных уровней ее организации (артикуляционного, грамматического, прагматического). «Специфическая» речь представлена эхолалией, повтором слогов и наличием «собственного языка» – невнятных вокализаций, значение которых непонятно даже в контексте ситуации (Ляксо и др., 2016). Дети с РАС имеют нарушения диалогической речи, речь в разговоре обращена не к собеседнику, в высказывании часто отсутствует экспрессия. Показано, что речь детей с РАС представлена преимущественно отдельными словами и простыми фразами, а в лексике преобладают существительные (Ляксо и др., 2016). В речи детей наблюдаются штампы, например, отрывки из ранее услышанных или прочитанных стихов, которые воспроизводятся не по просьбе собеседника, а аутонаправленно (Верещагина, Николаева, 2010).

К.С. Лебединской и О.С. Никольской (1991) составлена классификация речевых расстройств у детей с РАС. Нарушения речи варьируют по тяжести и проявлениям. Выделяется 4 варианта нарушения речи.

В первом варианте гуление у детей появляется в 2-6 месяцев, лепет – в 5-7 месяцев. Первые слова появляются в 8-12 месяцев, то есть раньше, чем у нормально развивающихся детей, вскоре после этого обычно появляются и первые фразы, но и слова и фразы детей обычно не носят конкретного характера и не связаны с потребностями ребёнка. В возрасте 2-2,5 лет наблюдается отставание в речевом развитии от сверстников, чему обычно предшествует какое-либо соматическое заболевание или иные отрицательные воздействия, хотя часто причину речевого регресса выделить нельзя. Часть детей почти полностью утрачивает приобретённые речевые навыки, остаются лишь вокализации без обращений, иногда эхолалии. Однако при утрате внешней речи внутренняя речь способна сохраняться и даже развиваться. Дети в той или иной мере

понимают обращённую к ним речь, однако далеко не всегда выполняют речевые инструкции, что связано с недостаточным развитием моторики и сложностями с концентрацией внимания.

Во втором варианте наблюдается задержка становления речи. Гуление у детей появляется в 3-5 месяцев, лепет – в 5-11 месяцев, иногда даже отсутствует. Первые слова у детей появляются в возрасте 1-3 лет, и эти слова не имеют характера обращения. Типичными для этого варианта являются устойчивые нарушения произношения, перестановка слогов в словах и замедленный темп речи, хотя иногда наблюдается и ускоренный темп. Словарный запас детей пополняется медленно, за счёт механического запоминания и склонности детей с РАС к стереотипиям. Затруднено развитие фразовой речи, в редких фразах присутствуют аграмматизмы (в речи отсутствуют служебные слова, нарушено согласование слов по роду, числу и падежу, согласование существительных с глаголами). Отмечается неумение использовать личных местоимений, обычно вовсе не используются местоимение первого лица (я), о себе ребёнок говорит во втором (ты) или третьем лице (он/она). С возрастом у детей накапливается большое количество речевых штампов, цитат из стихов, сказок и пр. Эти штампы употребляются детьми вне зависимости от обстановки и контекста конкретной речевой ситуации.

В третьем варианте нарушений раннее речевое развитие у детей с РАС происходит быстрее, чем у нормально развивающихся детей. Первые слова в этом случае появляются в возрасте 6-12 месяцев, первые фразы – 12-16 месяцев. У детей быстро растёт словарный запас, фразы становятся сложными, однако коммуникативная функция речи нарушена. Речь детей стереотипна, и она как бы повторяет речь взрослых. Детей интересует эмоциональная речь, которая соответствует их текущим интересам. Отмечается склонность детей к монологической речи, диалог дети вести затрудняются. В возрасте в речи появляется много штампов, которые, однако, употребляются в соответствии с контекстом речевой ситуации. Кроме того, у детей отмечается интерес к фонетической структуре слова, они склонны заменять отдельные звуки в слове, менять слоги местами, смысл полученного слова их не интересует, также проявляется интерес к конструированию новых слов. Дети с таким вариантом нарушений обычно хорошо понимают обращённую к ним речь, но не всегда выполняют речевые инструкции, это зависит от соответствия содержания инструкции собственным интересам ребёнка. Среди внешних проявлений речи отмечаются напряжённость голоса, повышение его к концу

слова или фразы, быстрый темп речи, пропуски окончаний слов, замена звуков в слове, нечёткое произношение. Иногда речь бывает обрывистая, скандированная. Дети легко перенимают эмоционально насыщенные интонации взрослых.

В четвёртом варианте раннее речевое развитие детей с РАС по срокам близком к норме. В возрасте 2-2,5 лет речевая активность резко снижается, однако к мутизму это не приводит, речевое развитие приостанавливается до 5-6 лет. В это время происходит обеднение активного словарного запаса детей, фразовая речь практически исчезает, на обращённую речь дети реагируют эхολалическим повторением только что произнесённой фразы. Несмотря на бедность активного словаря, пассивный словарь детей может соответствовать возрастной норме или даже превосходить её. Часто наблюдаются нарушения произношения различных фонем, однако в эмоционально насыщенной ситуации дети обычно могут произнести слово правильно и отчётливо. У детей с этим вариантом нарушения речи наблюдается повышенное внимание к звуковой структуре слова, у них никогда не отмечается замена звуков или перестановка слогов в слове. Темп речи таких детей чаще замедленный, чем ускоренный, иногда встречается заикание. Понимание речи находится на более высоком уровне, чем при других вариантах нарушений. В развивающейся фразовой речи наблюдаются аграмматизмы, что отчасти связано с меньшим, по сравнению с другими вариантами, использованием речевых штампов и стремлением к самостоятельной речи. В первом лице о себе дети начинают готовить несколько позже, чем при других вариантах речевых нарушений.

На артикуляционном уровне организации речи у детей с РАС также имеются особенности, включающие в себя множественные нарушения произношения фонем, специфическим интонации, включая повышение тона к концу фразы или отдельного слова. Изучение этих особенностей важно, поскольку именно артикуляционный уровень организации речи определяет её разборчивость. В отношении просодических характеристик детей с РАС нет единого мнения: в одних исследованиях показаны высокие значения частоты основного тона (ЧОТ) (Sharda et al., 2010) и её вариативность (Grossman et al., 2013), в других работах показано отсутствие значимых различий между значениями ЧОТ детей с РАС и типично развивающихся детей (Schriberg et al., 2011). На материале русского языка показаны более высокие по сравнению с типично развивающимися детьми значения ЧОТ и меньшая площадь формантных треугольников (Ляксо, Фролова, Григорьев, 2016).



## 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Объект исследования

Объектом исследования явились 20 детей в возрасте 5-11 лет: 10 детей имеющих в анамнезе диагноз РАС и 10 ТР-детей. Записи речи детей отобраны из корпуса речи (Ляксо и др., 2016).

Таблица 3. Информация о детях

Ребёнок	Группа	Пол	Возраст, лет
А.	РАС	М	5
М.	РАС	М	6
Н.	РАС	М	6
Г.	РАС	М	6
Дн.	РАС	М	6
К.	РАС	М	7
Мк.	РАС	М	7
В.	РАС	М	7
Д.	РАС	Ж	10
С.	РАС	М	11
Д.К.	ТР	М	5
Д.Ш.	ТР	М	6
З.Ф.	ТР	М	6
А.А.	ТР	М	7
В.Г.	ТР	М	7
А.Е.	ТР	М	8
М.А.	ТР	Ж	9

С.К.	ТР	М	10
А.Г.	ТР	М	11
В.Ф.	ТР	М	11

Обозначения в таблице: в первом столбце таблицы – имена детей; М – мальчики; Ж – девочки.

ТР-дети и дети с РАС одного возраста значительно не различались по весу и росту.

Выборка детей с РАС представлена преимущественно мальчиками, что соответствует частоте проявления данных нарушений (Volkmar, Nelson, 1990) , поэтому группа ТР-детей организована аналогичным образом. ТР-дети не имели хронических заболеваний и рисков развития.

## **2.2. Дизайн исследования**

В работе использована комплексная методика, разработанная в группе по изучению детской речи СПбГУ (Ляксо и др, 2012):

1. Подбор записей речи РАС- и ТР-детей из речевого корпуса.
2. Составление тестовых последовательностей, состоящих из слов детей двух групп.
3. Перцептивный анализ слов детей аудиторам.
4. Инструментальный спектрографический анализ речи детей.
5. Статистический анализ.

## **2.3. Подготовка тестовых последовательностей и перцептивный эксперимент**

С целью изучения восприятия взрослыми речи детей проведён перцептивный эксперимент с последующим спектрографическим анализом слов детей, распознанных взрослыми с вероятностью 0,75-1,0 (высокая вероятность) и 0-0,25 (низкая вероятность). Для перцептивного эксперимента созданы 14 тестовых последовательностей (тестов), содержащих по 25-50 слов, взятых из записей речи. Тесты состояли из слов детей, вырезанных из контекста фразы. Слова вырезали с помощью программы «Cool Edit Pro 2.0». Каждому ребёнку с РАС соответствовал один тест. В двух тестах содержалась речь всех детей с РАС (по три слова для каждого ребёнка). Два теста содержали речь ТР-детей: один с речью 5 детей в возрасте 5-7 лет, другой – с речью 5 детей в возрасте 8-11 лет.



Слова в тестах были разделены 10-секундными промежутками. Слова из записей речи подбирали таким образом, чтобы они не содержали посторонних шумов. Разница по интенсивности между словами составляла не более 10 дБ.

Таблица 4. Информация об тестовых последовательностях и взрослых, прослушивающих тестовые последовательности

название теста	пол и возраст ребёнка	возраст аудитора	пол аудитора		опыт общения с детьми	
			женский	мужской	есть	нет
тест 1	м., 5 л.	24.58±2.69	16	10	7	19
тест 2	м., 7 л.	24.58±2.69	16	10	7	19
тест 3	м., 6 л.	24.58±2.69	16	10	7	19
тест 4	м., 7 л.	24.58±2.69	16	10	7	19
тест 5	м., 6 л.	24.58±2.69	16	10	7	19
тест 6	м., 7 л.	24.71±6.08	19	9	17	11
тест 7	м., 6 л.	24.71±6.08	19	9	17	11
тест 8	ж., 10 л.	18.41±0.56	8	4	10	2
тест 9	м., 11 л.	28.16±9.91	8	4	8	4
тест 10	м., 6 л.	28.66±9.66	9	3	9	3
тест С1	ТР-дети 5-7 л., м.	20±2.89	23	4	10	17
тест С2	ТР-дети 8-11 л., 4 м. и 1 ж.	20.18±3.22	16	6	5	7
тест А*	РАС-дети 5-11 л., 9 м. и 1 ж.	22-81 (53,6±19,01)	14	19	7	12
тест В*	РАС-дети 5-11 л., 9 м. и 1 ж.	18,4±0,8	21	17	7	17

\* тест А – тест на определение влияния возраста аудитора на уровень распознавания речи детей с РАС; тест В – тест на определение эмоционального состояния детей с РАС (создан на основе распознанных слов из других тестов).

В перцептивном эксперименте приняли участие 116 взрослых носителей русского языка (аудиторов), из них женщин – 76, мужчин – 40, опыта общения с детьми не имели 58 человека, имели опыт (наличие собственных детей, наличие сестёр/братьев и т.д.) – 58 человека.

Перед тестированием аудиторы получали инструкции по заполнению анкет. В анкеты нужно было внести ответы в зависимости от конкретного задания в каждом тесте и информацию о себе (возраст, пол, опыт общения с детьми).

Аудиторы должны были определить значение слов детей, их пол, возраст, эмоциональность речи (*эмоциональная* или *спокойная*) и внести ответы в анкету. При обработке анкет выделены слова, значения которых определены аудиторами с высокой и низкой вероятностью, типы ошибок, допущенных аудиторами при распознавании.

При обработке анкет анализировали вероятность распознавания слов, пола, возраста и эмоциональность речи в зависимости от пола аудитора и его опыта общения с детьми.

#### **2.4. Акустический спектрографический анализ**

Акустический спектрографический анализ проводили в программе «Cool Edit Pro 2.0». Для слов, значения которых определены с высокой и низкой вероятностью, определяли длительность, частоту основного тона (ЧОТ, F0), её диапазон (разницу между максимальным и минимальным значением ЧОТ в слове). В словах анализировали ударные и безударные гласные (первый предударный и первый заударный). Определяли их длительность и стационарный участок, длительность стационарного участка. На стационарном участке определяли ЧОТ, значения первых двух формант (F1 – частота первой форманты, F2 – частота второй форманты) и их интенсивностей. Форманты – наиболее энергетически выраженные максимумы, обусловленные работой голосового тракта как резонатора и фильтра. В различении звуков наибольшее значение имеют первая и вторая форманты (Деркач, 1983). За стационарный участок принимали участок спектрограммы, представленный спектром одного типа, где частоты формант имеют постоянную частоту, артикуляция практически не изменяется (Бондарко, 1998). Спектральный анализ осуществляли на основе быстрого преобразования Фурье, данные взвешивали с помощью окна Хемминга при 1024 точках отсчета.

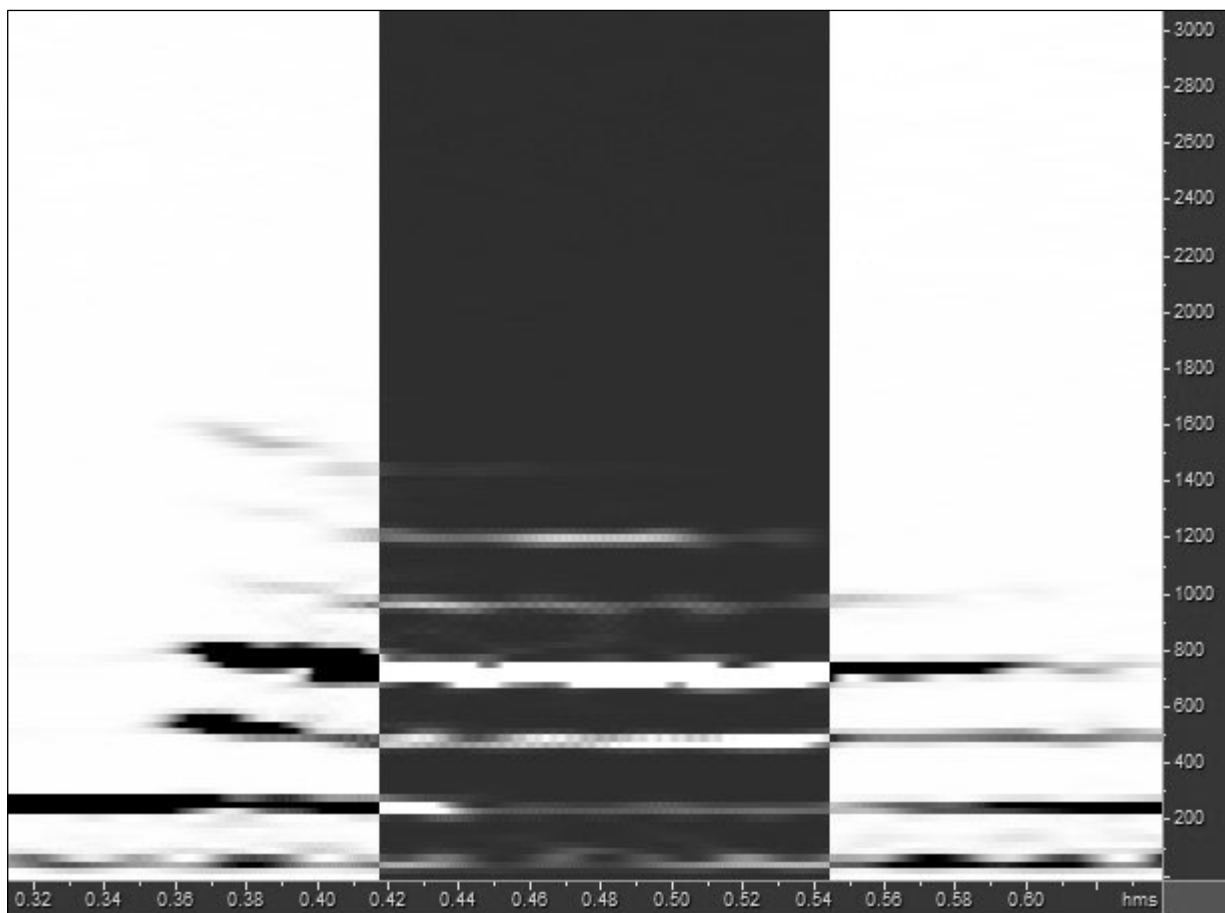


Рис. 3. Стационарный участок ударного гласного /а/ в слове «вокзал». По горизонтальной оси – время, мс; по вертикальной оси – частота, Гц

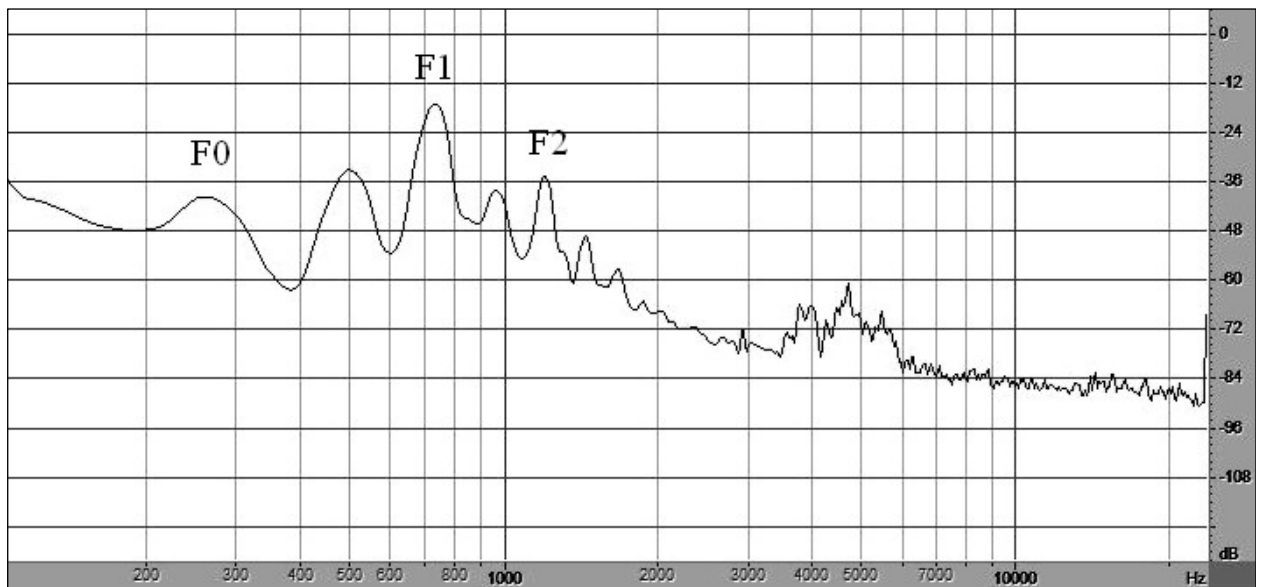


Рис. 4. Огибающая спектра того же участка. По горизонтальной оси – частота, Гц; по вертикальной оси – интенсивность, дБ

Значения медиан формантных частот стационарных участков гласных помещали на двухформантную плоскость (график с координатами F1, F2), на которую были нанесены фонемные границы русских гласных взрослой речи (Слепокурова, 1979).

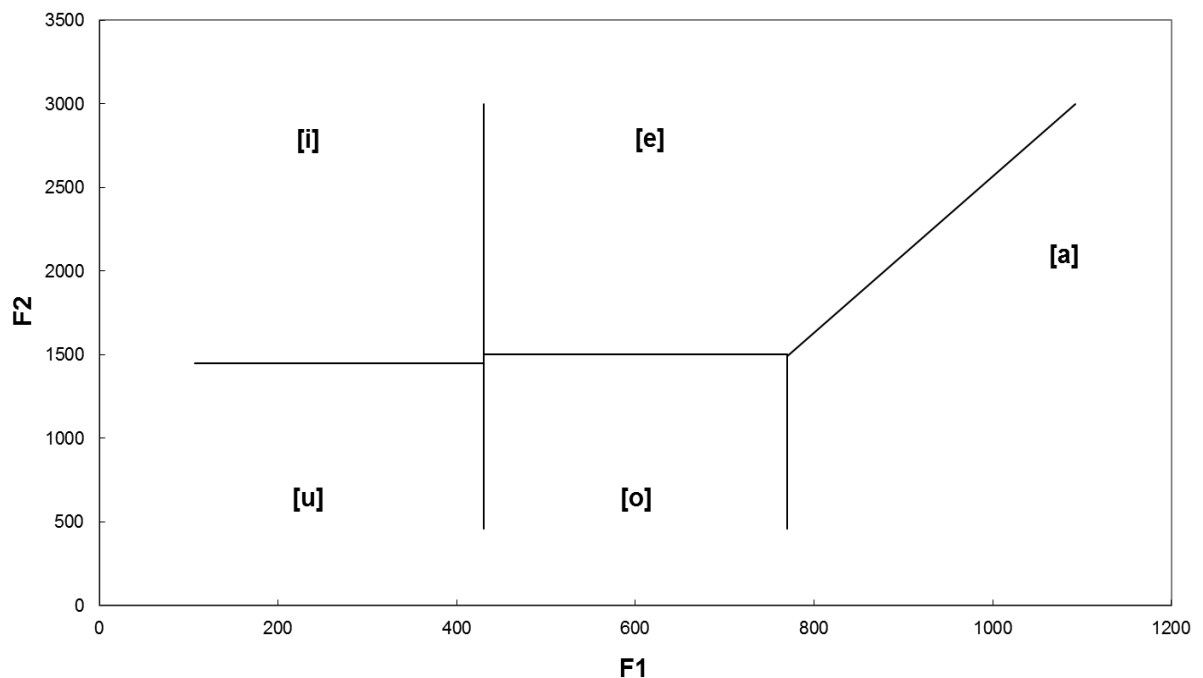


Рис. 5. Двухформантная плоскость с нанесенными фонемными границами (по Слепокурова, 1979). Линиями отмечены фонемные границы между гласными [i], [e], [u],

[o] и [a] взрослой речи на двухформантной плоскости. F1 – частота первой форманты (Гц);  
F2 – частота второй форманты (Гц)

На двухформантной плоскости в координатах F1, F2 строили формантные треугольники ударных и безударных гласных слов, значения которых определены с высокой и низкой вероятностью.

Площадь треугольников показывает разнесение значений формантных частот гласных друг от друга и характеризует четкость артикуляции. Значения площади считали по формуле (Григорьев, Ляско, 2014):

Площадь =  $0,5 \times \{(F2[i] \times F1[a] + F2[a] \times F1[u] + F2[u] \times F1[i]) - (F1[i] \times F2[a] + F1[a] \times F2[u] + F1[u] \times F2[i])\}$ ; где F1, F2 – значения первой и второй формант соответствующих гласных,  $\times$  – знак умножения.

## **2.5. Статистическая обработка данных**

Статистическая обработка данных осуществлялась в программах «Microsoft Excel 2010» и «Statistica 10» с использованием непараметрического критерия Манна – Уитни, для оценки корреляций использовался ранговый критерий Спирмена, регрессионный, мультирегрессионный и дисперсионный анализ.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

#### 3.1. Характеристика речевого развития детей

##### *3.1.1. Характеристика речевого развития типично развивающихся детей*

Уровень речевого развития всех ТР-детей соответствовал их возрасту. У детей сформирован лексико-грамматический строй речи, голос и темп речи нормальные. При ответах на вопросы дети использовали преимущественно простые предложения, реже сложносочинённые, в речи детей 8-11 лет также встречались сложноподчинённые предложения. Нарушения звукопроизношения находились в рамках возрастной нормы: у самого младшего ребёнка (Д.К., мальчик, 5 лет) отмечен ламбдацизм и ротацизм, у остальных детей 5-7 лет – только ротацизм; у детей 8-11 лет нарушения звукопроизношения отсутствовали.

##### *3.1.2. Характеристика речевого развития детей с расстройствами аутистического спектра*

На основании логопедического заключения детей разделили на две группы по уровню их речевого развития.

В первую группу (далее – РАС-А) вошли дети А. (5 лет), М. (6 лет) К. (7 лет). Речь этих детей представлена развёрнутыми фразами, дети используют все части речи, у них сформированы функции словообразования и словоизменения. В их речи наблюдается заикленность на воспроизведении одной и той же фразы. Нарушения произношения: ротацизм (звук [р]) – у всех детей, ламбдацизм (звук [л]) – у детей А. и К. Ребёнок М. имеет нарушения в произношении шипящих. В речи ребёнка К. отмечается эхолалия. В собственной речи ребёнка М. наблюдаются аграмматизмы (трудности согласования существительных и прилагательных в роде, существительных и глаголов прошедшего времени в роде, употребление местоимений), иногда есть ошибки в словоизменении существительных.

Во вторую группу (далее – РАС-В) вошли все дети Н. (6 лет), Г. (6 лет), Дн. (6 лет), Мк. (7 лет), В. (7 лет), Д. (девочка, 10 лет), С. (11 лет). Их речь представлена отдельными слогами, словами или короткими простыми фразами. У этих детей отмечаются множественные нарушения звукопроизношения. В речи детей Н., В., С. наблюдается эхолалия. Дети Мк., Г., Д., Дн. имеют нарушения в звуко-слоговой структуре слова

(пропуски слогов, замена звуков в слогах, инверсия слогов в словах, лишние слоги в словах).

### 3.2. Определение взрослыми значений слов детей

Анализ анкет показал, что на основе слухового восприятия взрослые с высокой вероятностью определили значения 31,5% слов детей группы РАС-В, 69,85% слов детей группы РАС-А, 73,53% слов ТР-детей 5-7 лет и 73,69% слов ТР-детей 8-11 лет (рис. 6). С низкой вероятностью определены значения 49,42% слов детей группы РАС-В, 20% слов детей группы РАС-А, 17% слов ТР-детей 5-7 лет и 10% слов ТР-детей 8-11 лет. При обработке анкет обнаружено, что значения слов детей группы РАС-В взрослые определяют хуже ( $p < 0,05$ , U-критерий Манна – Уитни), чем слова детей группы РАС-А и ТР-детей (рис. 6).

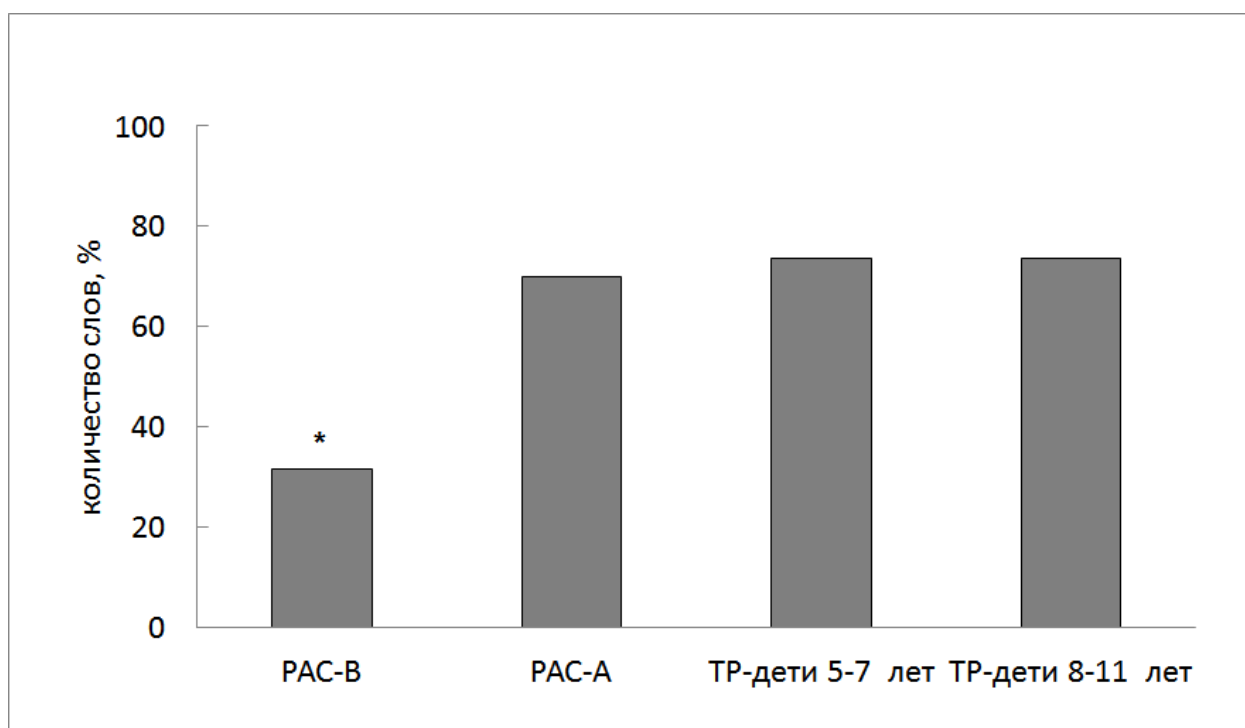


Рис. 6. Определение взрослыми значений слов детей с РАС и ТР-детей. По горизонтальной оси – группы детей, по вертикальной – количество слов, значение которых определено аудиторами с высокой вероятностью, %. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

В группе РАС-В значения слов детей Мк., В. и Дн. аудиторы, имеющие опыт общения с детьми, определяли лучше, чем аудиторы, не имеющими такового (рис. 7).

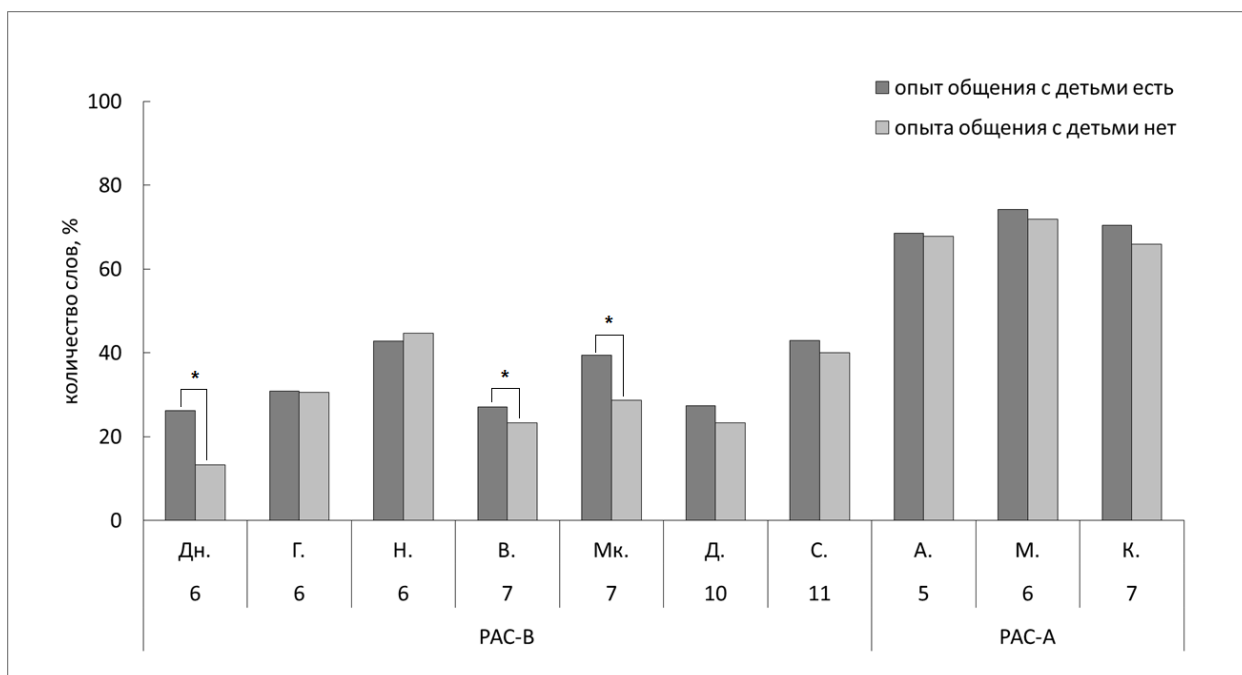


Рис. 7. Определение взрослыми значений слов детей с РАС. По горизонтальной оси – имя и возраст детей, лет; по вертикальной – количество слов, значение которых определено с высокой вероятностью, %. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

Среди ТР-детей аудиторы с опытом общения с детьми лучше ( $p < 0,05$ , U-критерий Манна – Уитни) определяли значения слов ребёнка Д.К., чем аудиторы без опыта общения с детьми (рис. 8).

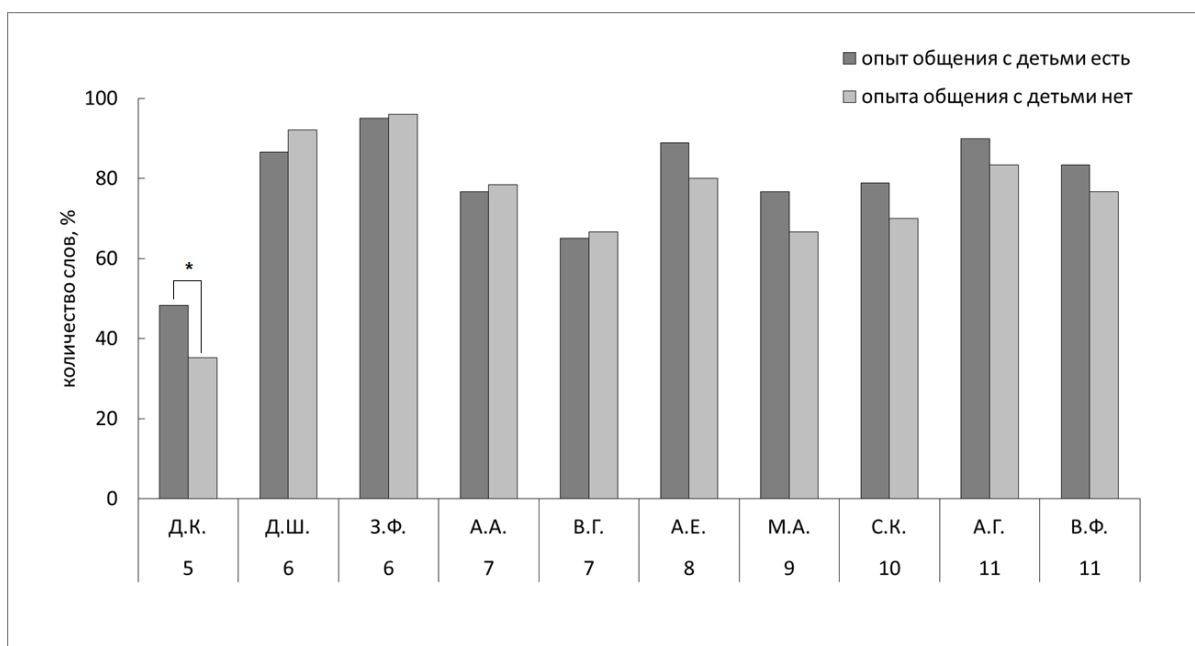


Рис. 8. Определение взрослыми значений слов ТР-детей



По горизонтальной оси – имя и возраст детей, лет; по вертикальной – количество слов, значение которых определено с высокой вероятностью, %. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни.

Ошибки, допущенные аудиторам при определении значений слов, были разделены на три группы: ошибки в начале слова, ошибки в конце слова, неверное слово. В первых двух случаях аудиторы правильно описывали только часть слова, например:

- группа РАС-А: /посадили – высадили/ (К., 7 лет), /острых – остров/ (А., 5 лет);
- группа РАС-В: /получилось - случилось/ (Н., 6 лет); /белый - белые/ (Мк., 7 лет);
- ТР-дети 5-7 лет: /играл - поиграл/ (А.А., 7 лет), /смотрел - смотрю/ (Д.К., 5 лет);
- ТР-дети 8-11 лет: /нахожу - выхожу/ (С.К., 10 лет), /задачи - задача/ (С.К., 10 лет).

К третьей группе отнесли ответы, полностью несовпадающие со значением слова, например:

- группа РАС-А: /положу - хорошо/ (М., 6 лет);
- группа РАС-В: /убрать – утка / (Д., 10 лет);
- ТР-дети 5-7 лет: /немножко - мишка/ (В.Г., 7 лет);
- ТР-дети 8-11 лет: /рисует – думать/ (А.Е., 8 лет).

Ошибки в начале слова встречались в 0,52%, 0,25%, 0,8% и 0,7% ответов для групп РАС-А, РАС-В, ТР-детей 5-7 лет и ТР-детей 8-11 лет соответственно. Ошибки в конце аудиторы допустили в 5,63% ответов для группы РАС-А, 2,08% ответов для группы РАС-В, в 0,5% и 4,57% для ТР-детей 5-7 лет и ТР-детей 8-11 лет соответственно. Неверно аудиторам определены значения 20,3% слов детей группы РАС-А, 45,7% слов группы РАС-В, 25,15% слов ТР-детей 5-7 лет и 20,99% слов ТР-детей 8-11 лет.

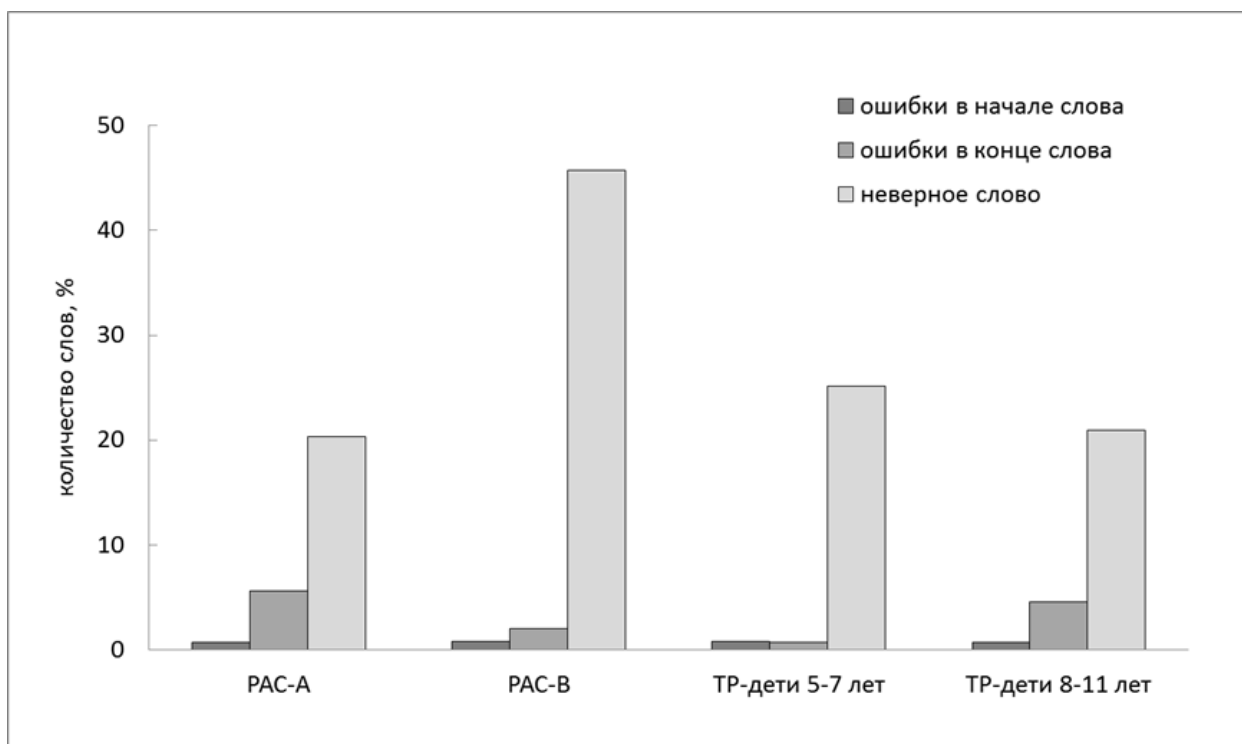


Рис. 9. Ошибки, допущенные аудиторами при распознавании слов. По горизонтальной оси – группы детей; по вертикальной – количество слов, в которых аудиторы допустили ошибки, %

### 3.3. Акустические характеристики слов детей

На основании перцептивного эксперимента выделены слова РАС- и ТР-детей, распознанные взрослыми с высокой и низкой вероятностью. Проведён акустический спектрографический анализ этих слов.

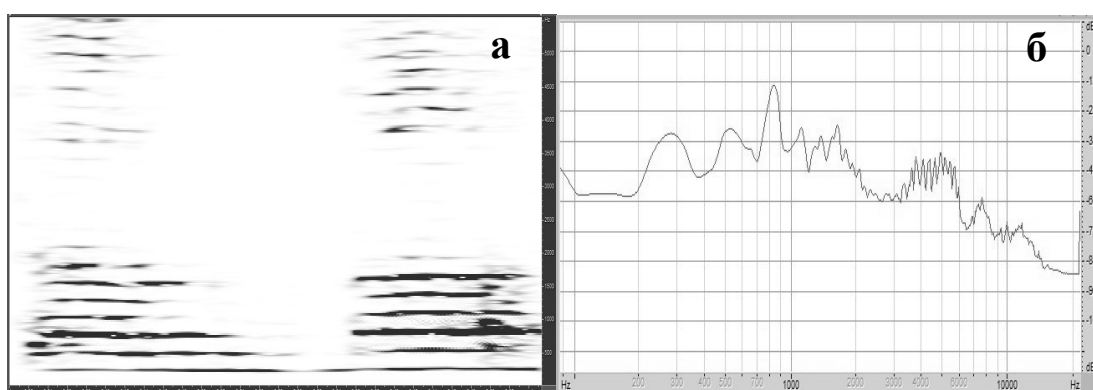


Рис. 10. Спектрограмма (а) и огибающая спектра (б) слова «тогда», значение которого распознано с высокой вероятностью (ребёнок А., 5 лет, РАС-А). По вертикальной оси – частота, Гц; по горизонтальной – время, мс

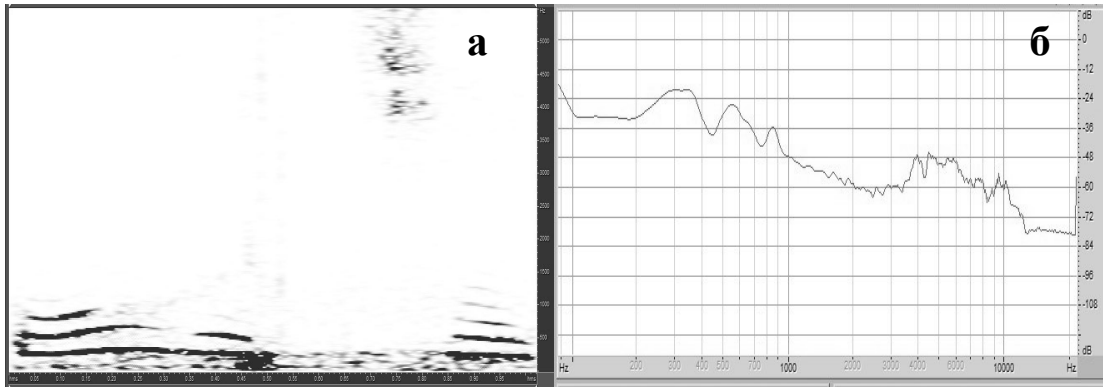


Рис. 11. Спектрограмма (а) и огибающая спектра (б) слова «улица», значение которого распознано с низкой вероятностью (ребёнок Мк., 7 лет, РАС-В). По вертикальной оси – частота, Гц; по горизонтальной – время, мс

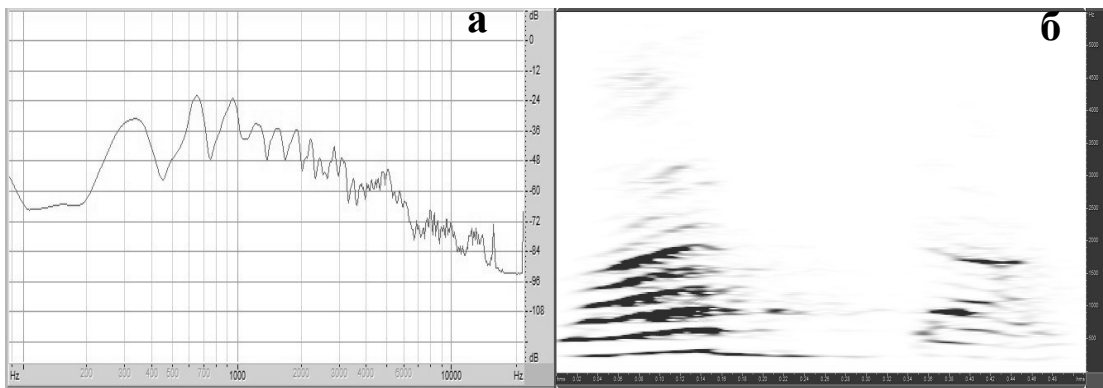


Рис. 12. Спектрограмма (а) и огибающая спектра (б) слова «вода», значение которого распознано с высокой вероятностью (ребёнок З.Ф., 6 лет, ТР). По вертикальной оси – частота, Гц; по горизонтальной – время, мс

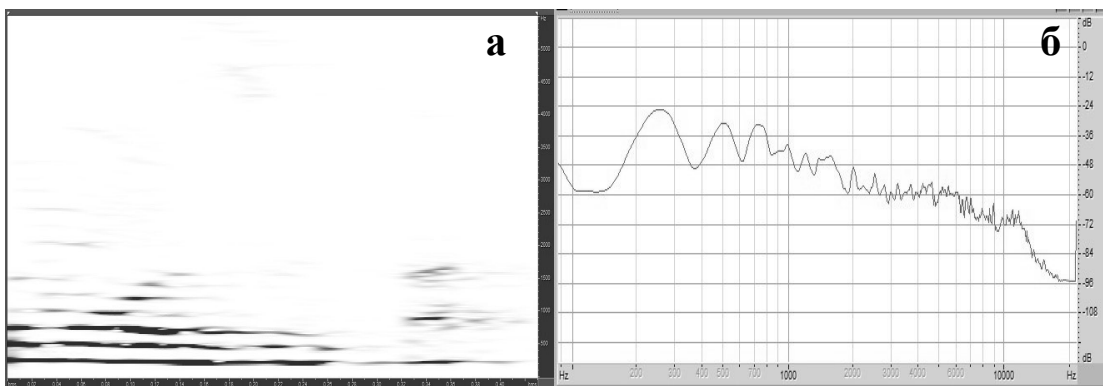


Рис. 13. Спектрограмма (а) и огибающая спектра (б) слова «музыка», значение которого распознано с низкой вероятностью (ребёнок А.Е., 8 лет, ТР). По вертикальной оси – частота, Гц; по горизонтальной – время, мс

### *3.3.1. Длительность ударных и безударных гласных из слов детей с расстройствами аутистического спектра и типично развивающихся детей*

У всех детей длительность ударных гласных в словах, значения которых определены с высокой вероятностью, меньше, чем в словах, значения которых определены с низкой вероятностью. Для слов, значения которых определены с высокой вероятностью, длительность (медиана) ударного гласного составляет 150 мс в группе РАС-А, 204 мс в группе РАС-В, 133 мс у ТР-детей 5-7 лет, 123 мс у ТР-детей 8-11 лет. Для слов, значения которых определены с низкой вероятностью – 171 мс в группе РАС-А, 206 мс в группе РАС-В, 135 мс у ТР-детей 5-7 лет, 127 мс у ТР-детей 8-11 лет. Ударные гласные в словах детей имеют большую длительность, чем безударные. Длительность безударного гласного в словах, значения которых определены с высокой вероятностью, в группе РАС-А составляет 113 мс, в группе РАС-В 128 мс, у ТР-детей 5-7 лет 93 мс и 79 мс у ТР-детей 8-11 лет. В словах, значения которых определены с низкой вероятностью: 136 мс в группе РАС-А, 140 мс в группе РАС-В, 130 мс у ТР-детей 5-7 лет и 100 мс у ТР-детей 8-11 лет.

Выявлены различия между РАС- и ТР-детьми по длительности ударных и безударных гласных в словах, значение которых определено с высокой и низкой вероятностью.

В словах, значение которых определено с высокой вероятностью, длительность ударных гласных у детей группы РАС-В больше ( $p < 0,05$ ), чем у детей группы РАС-А и ТР-детей. Длительность безударных гласных у детей группы РАС-В больше ( $p < 0,05$ ), чем у ТР-детей 8-11 лет (рис. 14).

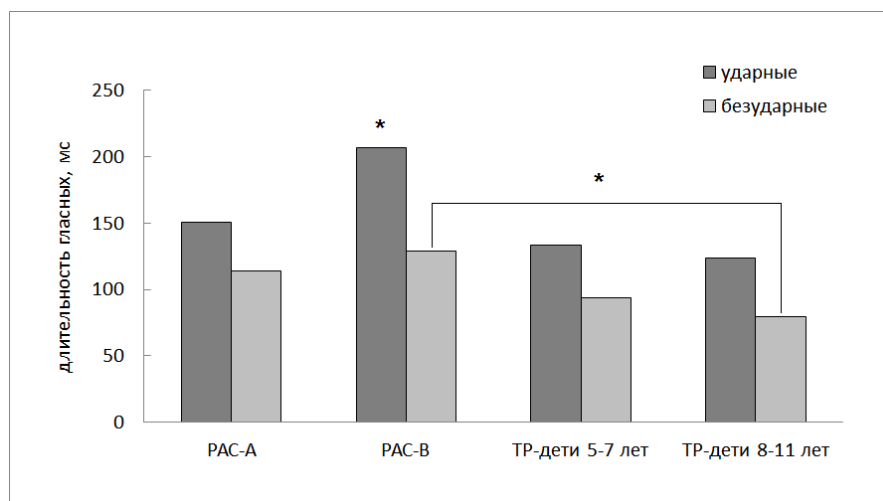


Рис. 14. Длительность (медиана) ударных и безударных гласных в словах, значение которых определено с высокой вероятностью. По вертикальной оси – длительность гласных, мс; по горизонтальной – группы детей. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

В словах, значения которых определены с низкой вероятностью, длительность ударных и безударных гласных у детей группы РАС-В больше ( $p < 0,05$ ), чем у ТР-детей 8-11 лет.

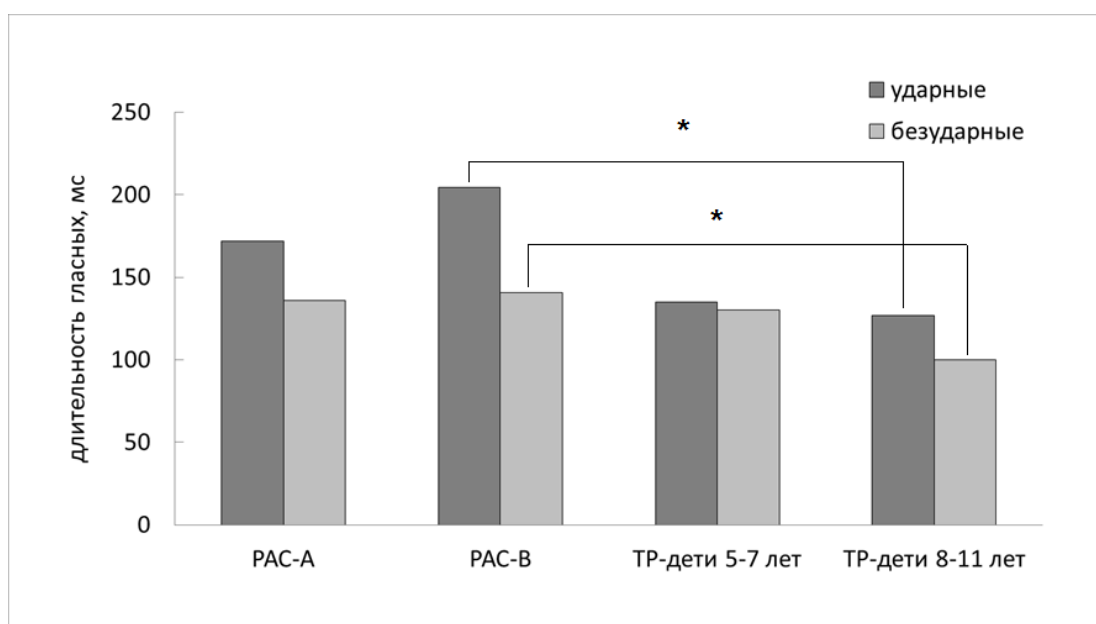


Рис. 15. Длительность (медиана) ударных и безударных гласных в словах, значение которых определено с низкой вероятностью. По вертикальной оси – длительность гласных, мс; по горизонтальной – группы детей. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

### 3.3.2. Значения частоты основного тона речи детей с расстройствами аутистического спектра и типично развивающихся детей

Определены значения ЧОТ в словах РАС- и ТР-детей (рис. 16, 17). Значения ЧОТ по словам, значения которых определены с высокой вероятностью, у РАС-детей (медиана – 281,1 Гц в группе РАС-А, 285,9 Гц в группе РАС-В) на уровне тенденции выше, чем у ТР-детей 5-7 лет (медиана – 258,3 Гц), и значительно выше ( $p < 0,05$ ), чем у ТР-детей 8-11 лет (медиана – 247,6 Гц) (рис. 18).

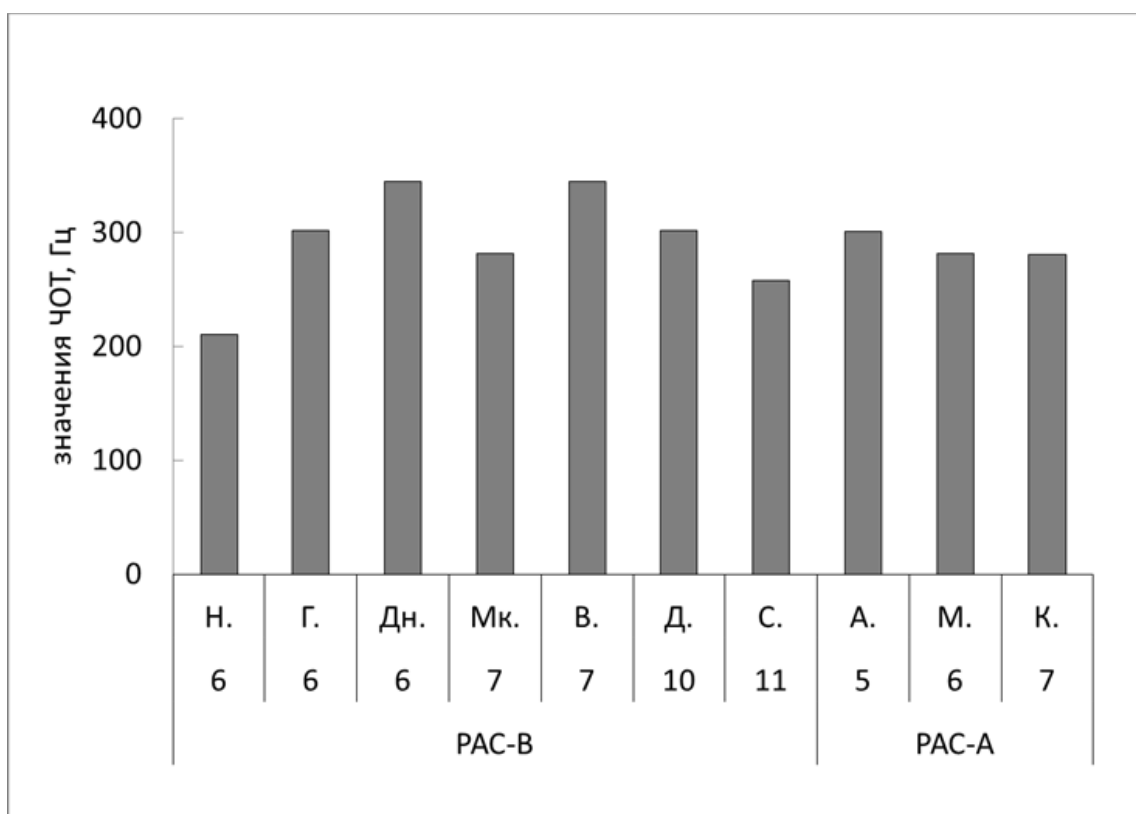


Рис. 16. Значения ЧОТ слов детей с РАС. По вертикальной оси – значения ЧОТ, Гц; по горизонтальной – имена детей и возраст, лет

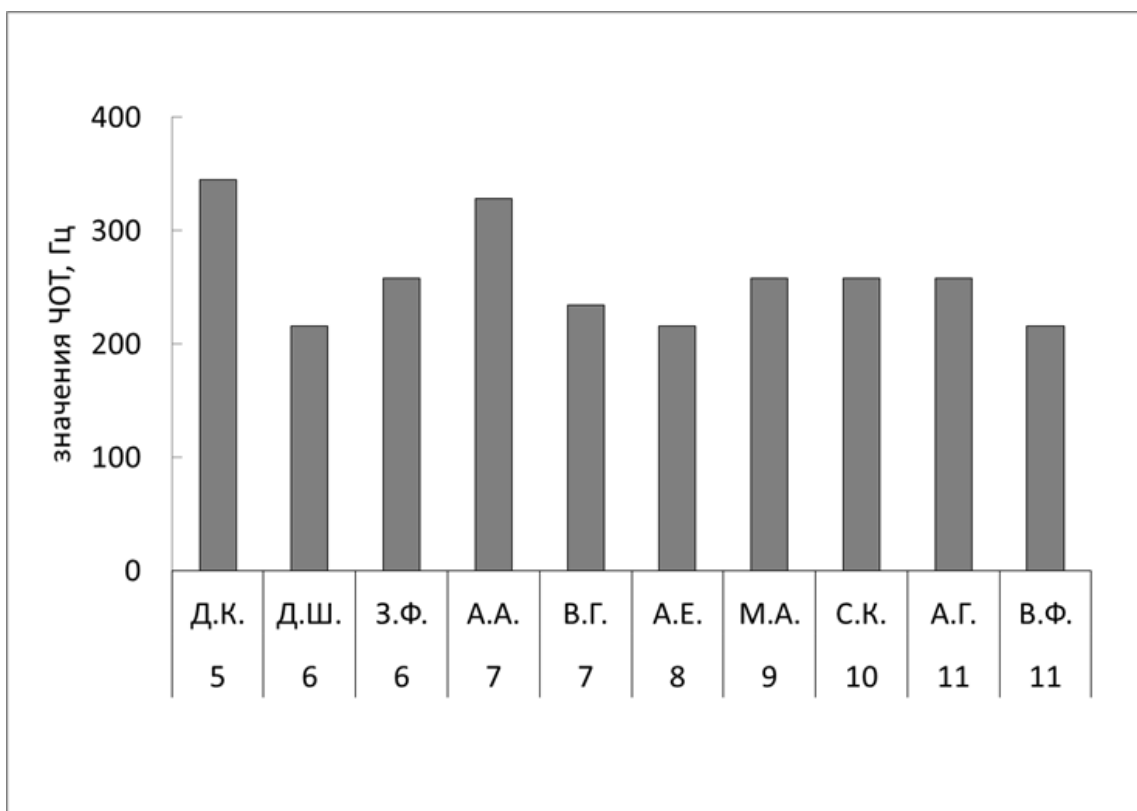


Рис. 17. Значения ЧОТ слов ТР-детей. По вертикальной оси – частота, Гц, по горизонтальной – имена детей

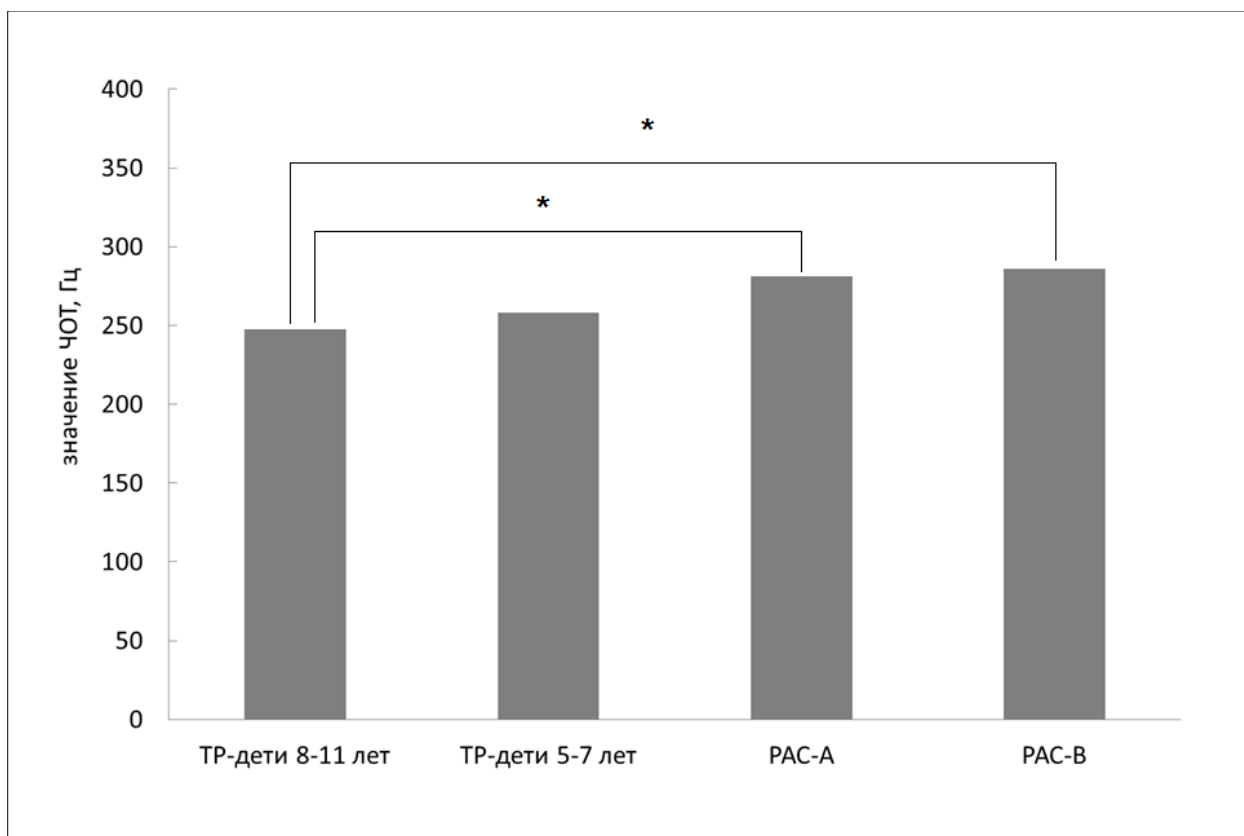


Рис. 18. Значения ЧОТ слов, значения которых определены с высокой вероятностью. По вертикальной оси – частота, Гц. По горизонтальной – группы детей. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

В словах, значение которых определено с низкой вероятностью, значения ЧОТ у ТР-детей 5-7 лет выше ( $p < 0,05$ ), чем у ТР-детей 8-11 лет и РАС-детей (рис. 19).

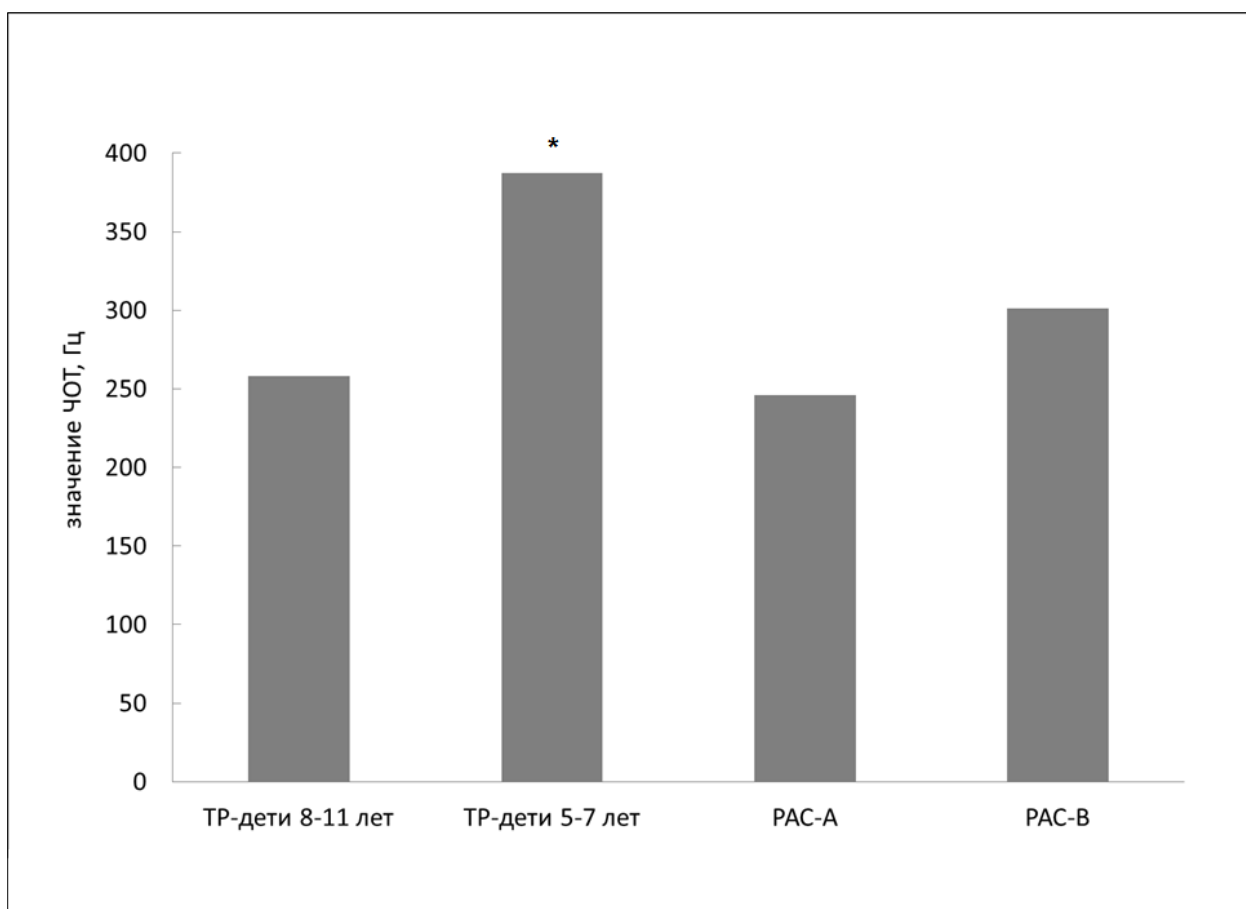


Рис. 19. Значения ЧОТ слов, значения которых определены с низкой вероятностью. По вертикальной оси – частота, Гц. По горизонтальной – группы детей. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

Определены значения ЧОТ гласных /a/, /i/, /u/ в словах, значение которых определено с высокой и низкой вероятностью (табл. 5). Различий в значениях ЧОТ между ударными и безударными гласными не выявлено.



Таблица 5. Значения ЧОТ гласных в словах, распознанных с высокой вероятностью

Гласный	Вероятность распознавания	Значение ЧОТ (медиана), Гц			
		РАС-А	РАС-В	ТР-дети 5-7 лет	ТР-дети 8-11 лет
/a/	высокая	257,7	307,78	236,8	236,8
	низкая	246,03	263,69	409,08	258,3
/i/	высокая	257,6	333,73	279,85	247,55
	низкая	387,5	322,95	387,5	258,3
/u/	высокая	291,1	279,85	252,31	236,8
	низкая	286,25	301,4		236,8

Значения ЧОТ гласных /a/, /i/ в словах, значения которых определены с высокой вероятностью, у детей группы РАС-В выше ( $p < 0,05$ ), чем у детей группы РАС-А и ТР-детей. Значения ЧОТ гласного /u/ у детей группы РАС-А выше, чем у ТР-детей 8-11 лет (рис. 20).

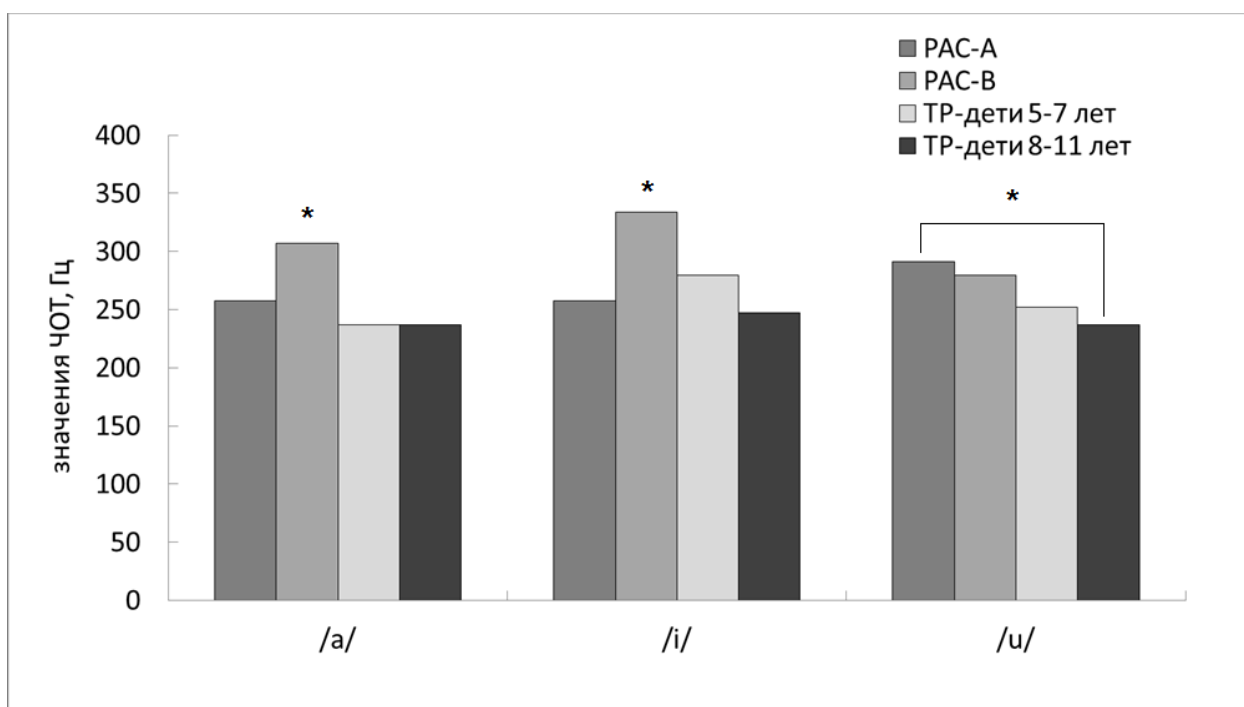


Рис. 20. Значения ЧОТ гласных /a/, /i/, /u/ слов, значения которых определены с высокой вероятностью. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

В словах, значения которых определены с низкой вероятностью, значения ЧОТ гласного /a/ у ТР-детей 5-7 лет выше, чем у ТР-детей 8-11 лет и РАС-детей. Значения ЧОТ гласного /i/ у ТР-детей 5-7 лет и детей группы РАС-А выше ( $p < 0,05$ ), чем у ТР-детей 8-11 лет (рис. 21).

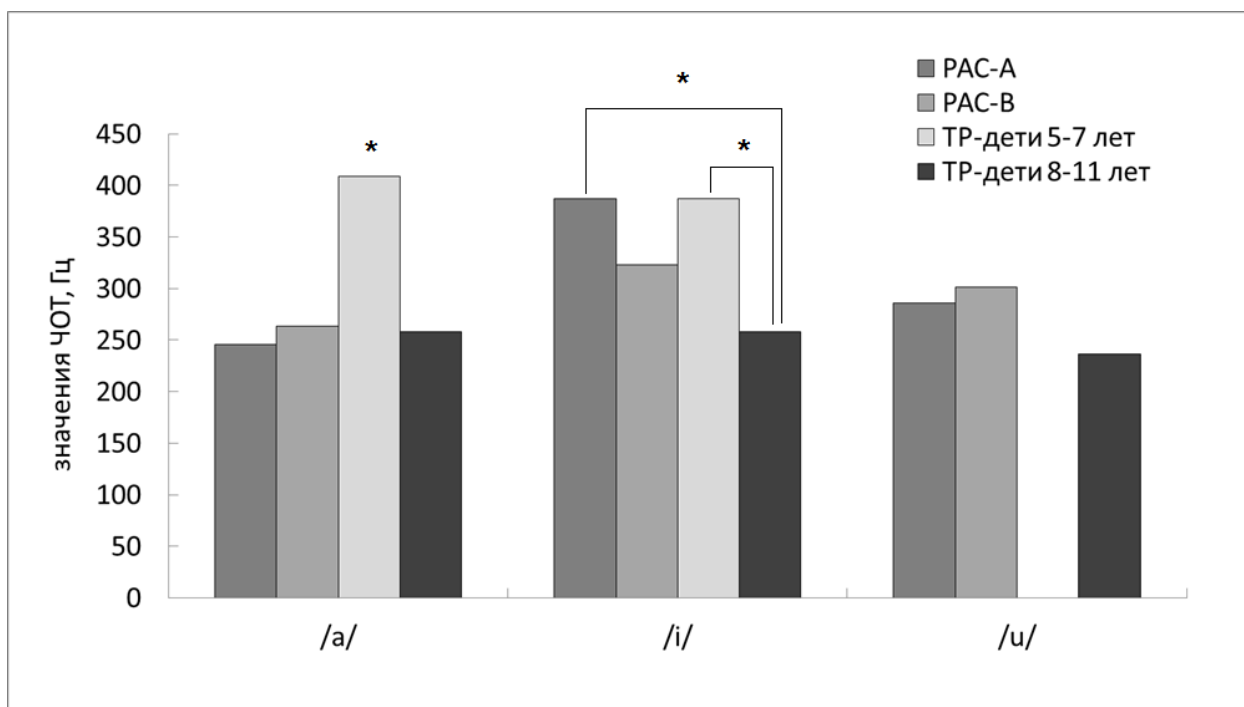


Рис. 21. Значения ЧОТ гласных /a/, /i/, /u/ слов, значения которых определены с низкой вероятностью. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

### 3.3.3. Значения формантных частот гласных из слов детей с расстройствами аутистического спектра и типично развивающихся детей

Для гласных в словах, распознанных с высокой вероятностью, определены значения частот первой и второй форманты (табл. 6, 7).

Таблица 6. Значения частот F1 и F2 ударных гласных в словах, распознанных с высокой и низкой вероятностью

Гласный	Вероятность распознавания	Значение F1, F2 (медиана), Гц							
		РАС-А		РАС-В		ТР-дети 5-7 лет		ТР-дети 8-11 лет	
		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2

/a/	высокая	750	1205	726	1356	820	1558	797	1443
	низкая	750	1378	775	1335	1076	1765		
/i/	высокая	609	2261	646	2670	583	2467	474	2497
	низкая	818	2497	603	2605			517	2583
/u/	высокая	606	919	689	980	560	958	517	990
	низкая	516	797	549	991			603	991

Таблица 7. Значения частот F1 и F2 безударных гласных в словах, распознанных с высокой и низкой вероятностью

Гласный	Вероятность распознавания	Значение F1, F2 (медиана), Гц							
		РАС-А		РАС-В		ТР-дети 5-7 лет		ТР-дети 8-11 лет	
		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
/a/	высокая	727	1265	751	1347	808	1507	689	1367
	низкая	630	1099	609	1617	754	1378	754	1141
/i/	высокая	559	2250	667	2761	538	2325	527	2400
	низкая			603	2519	775	2799		
/u/	высокая	560	844	517	926	538	876	603	969
	низкая	572	1091	538	808				

Значения частот F2 ударного гласного /a/ в словах, значения которых определены высокой вероятностью, у детей группы РАС-А ниже, чем у ТР детей 5-7 лет ( $p < 0,05$ ) (рис. 22).

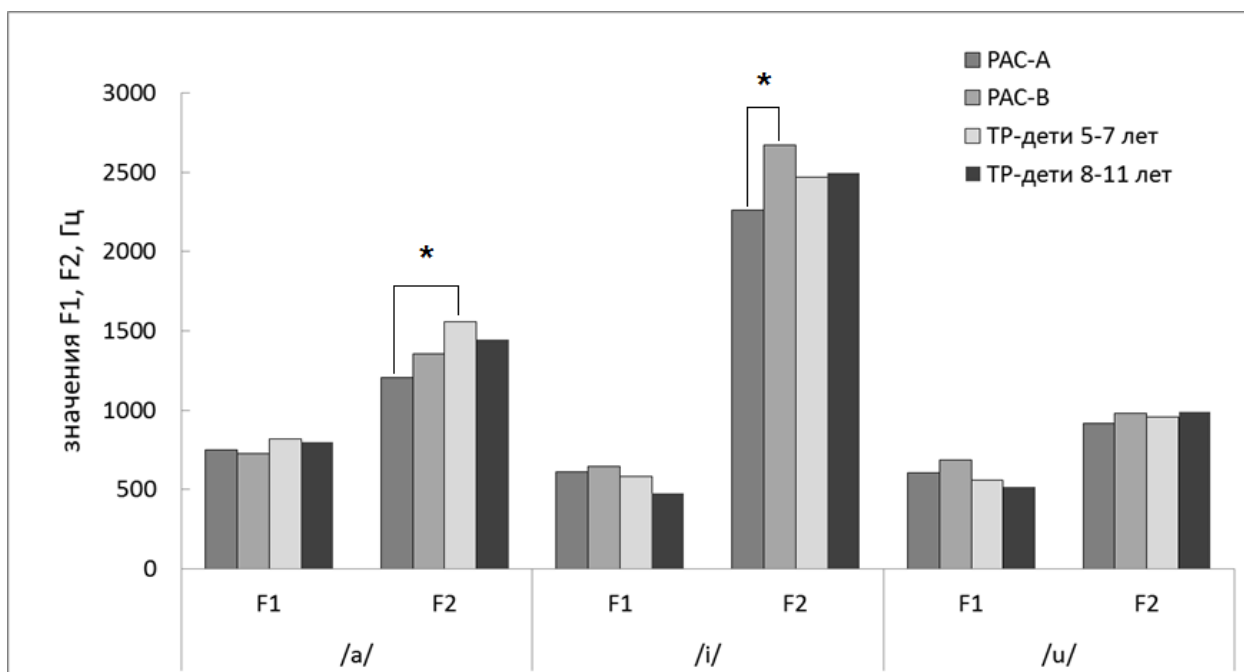


Рис. 22. Значения частот F1 и F2 для ударных гласных /a/, /i/, /u/ слов, значения которых определены с высокой вероятностью. По вертикальной оси – значения частот F1, F2, Гц. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

Значения частот F1 и F2 безударного гласного /i/ в словах, значения которых определены высокой вероятностью, у детей группы PAC-B выше, чем у детей группы PAC-A ( $p < 0,05$ ) (рис. 23).

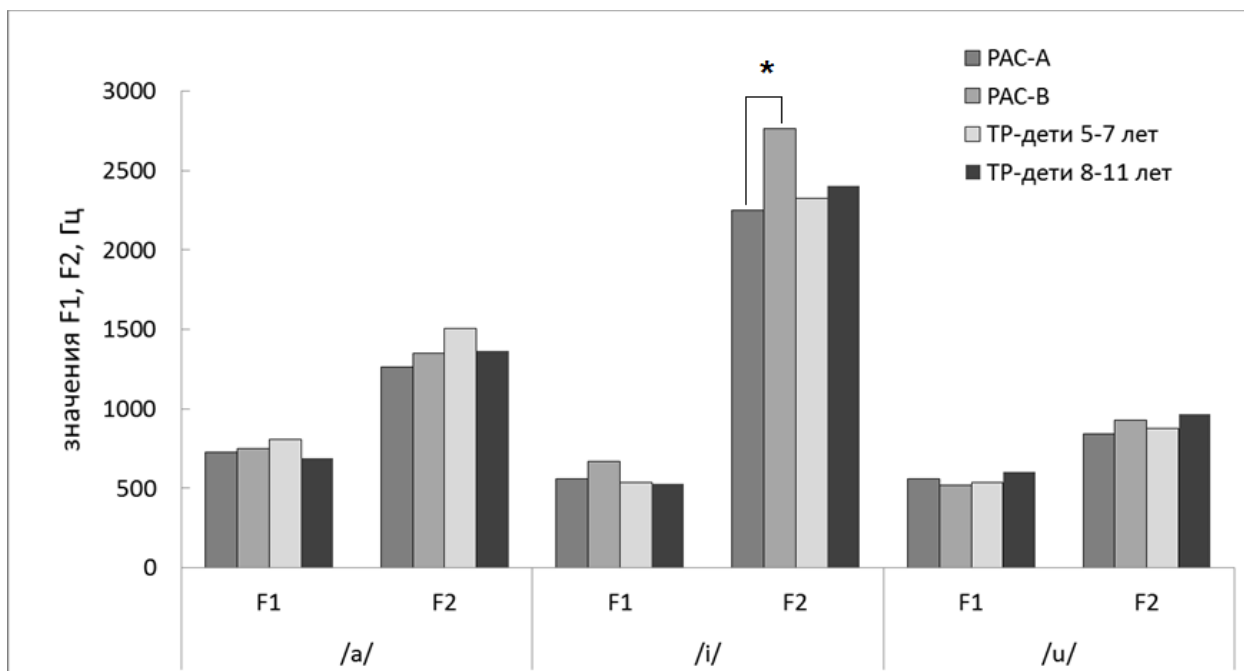


Рис. 23. Значения частот F1 и F2 для безударных гласных /a/, /i/, /u/ слов, значения которых

определены с высокой вероятностью. По вертикальной оси – значения частот F1, F2, Гц. \*  
 $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни.

В словах, значения которых определены с низкой вероятностью, значения F1 ударного гласного /a/ у ТР-детей 5-7 лет выше ( $p < 0,05$ ), чем у РАС-детей и ТР-детей 8-11 лет (рис. 24). Значения F1 ударного гласного /i/ у детей группы РАС-А выше ( $p < 0,05$ ), чем у ТР-детей 8-11 лет.

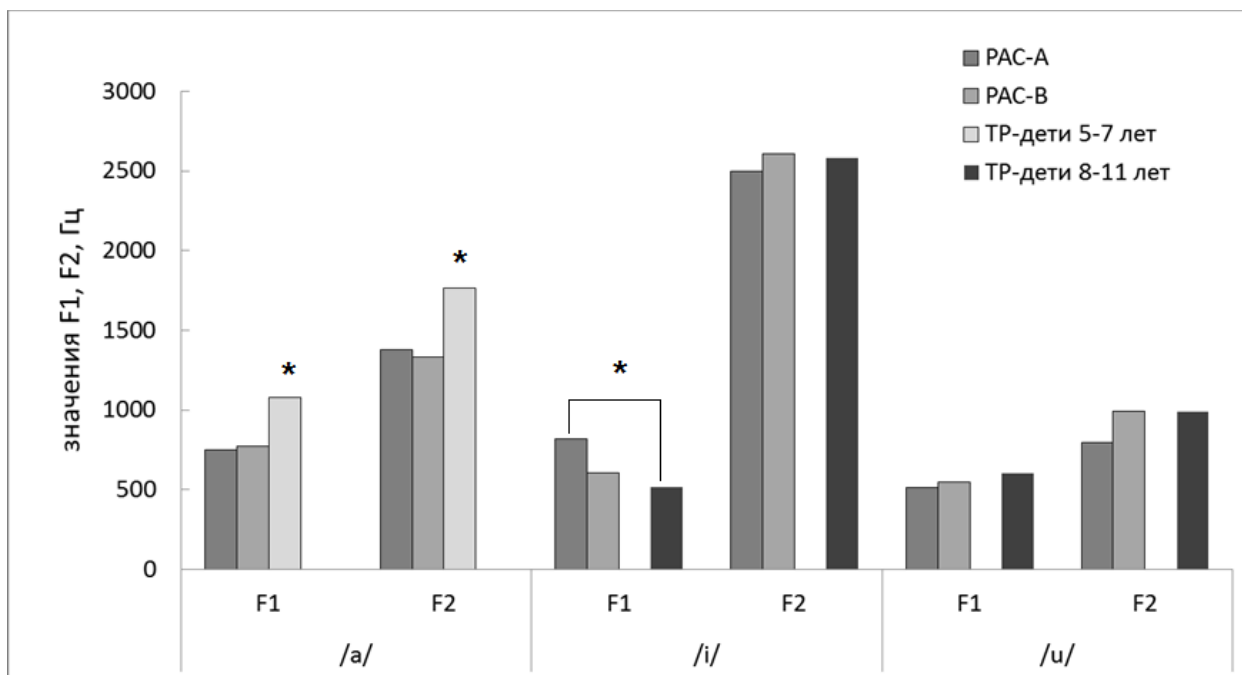


Рис. 24. Значения частот F1 и F2 для безударных гласных /a/, /i/, /u/ слов, значения которых определены с низкой вероятностью. По вертикальной оси – значения частот F1, F2, Гц. \*  
 $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

Значения F2 безударного гласного /a/ в словах, значение которых определено с низкой вероятностью, у ТР-детей 5-7 лет выше ( $p < 0,05$ ), чем у детей с РАС и ТР-детей 8-11 лет (рис. 25).

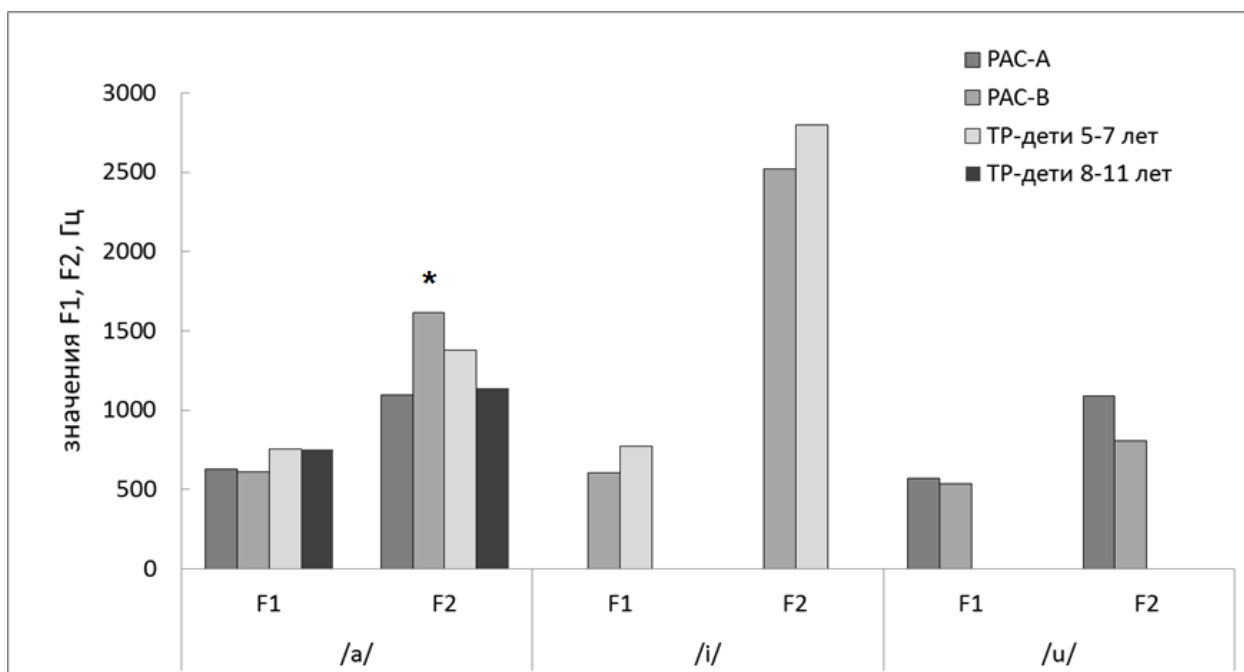


Рис. 25. Значения частот F1 и F2 для безударных гласных /a/, /i/, /u/ слов, значения которых определены с низкой вероятностью. По вертикальной оси – значения частот F1, F2, Гц. \*  $p < 0,05$ , критерий Манна – Уитни

### 3.3.4. Формантные треугольники гласных из слов детей с расстройствами аутистического спектра и типично развивающихся детей

Формантные треугольники гласных слов детей смещены в более высокочастотную область по сравнению с формантным треугольником взрослой речи (Фант, 1964). Вершины /i/ всех треугольников расположены в области фонемного восприятия [e] взрослой речи. Вершины /u/ всех треугольников также расположены в области фонемного восприятия [o].

У ТР-детей вершины /a/ формантных треугольников ударных гласных слов, значения которых определены с высокой вероятностью, расположены в области фонемного восприятия [a], у РАС-детей – в области фонемного восприятия [o]. Формантный треугольник ударных гласных из слов, значения которых определены с высокой вероятностью, у детей группы РАС-В отличается по форме от других (рис. 26).

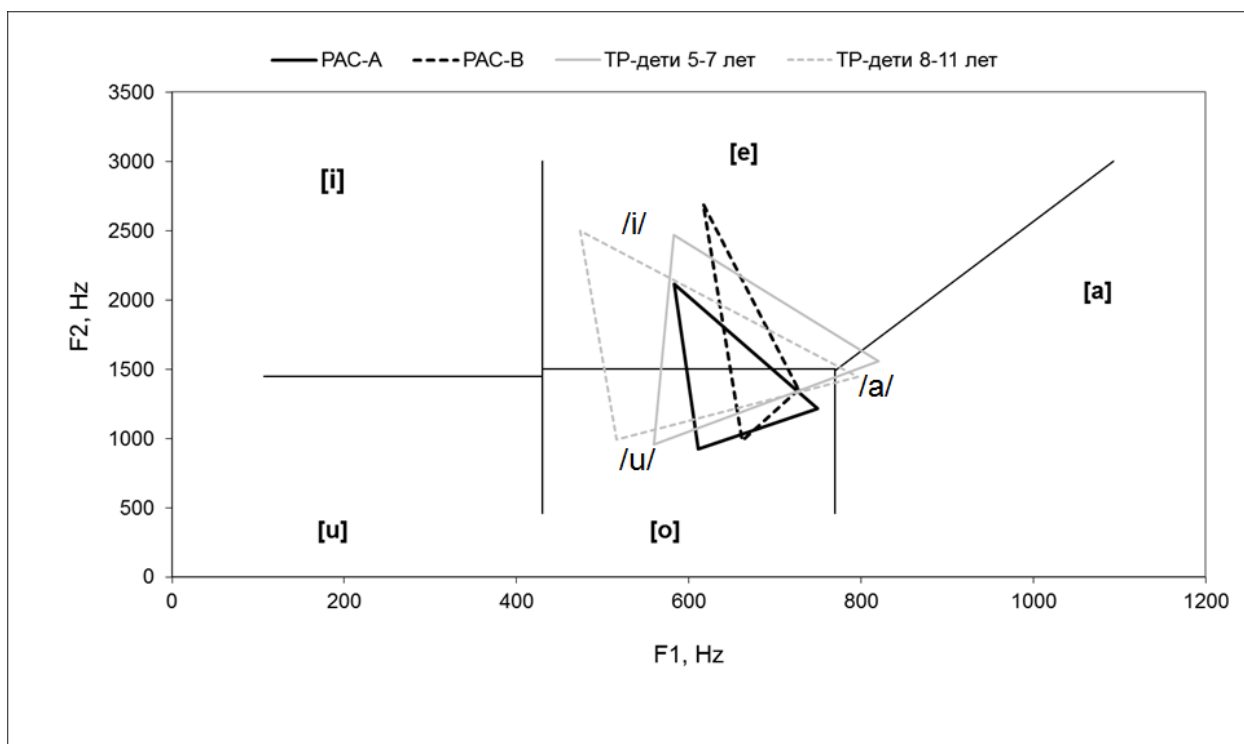


Рис. 26. Формантные треугольники ударных гласных /a/, /i/, /u/ из слов, значение которых определено с высокой вероятностью. По горизонтальной оси – значения частоты F1, Гц; по вертикальной – значения частоты F2, Гц

Вершина /a/ треугольника безударных гласных из слов, распознанных с высокой вероятностью, у TP-детей 5-7 лет находится в области фонемного восприятия [a], все остальные треугольники безударных гласных полностью расположены в областях [e] – [o]. Треугольники TP-детей 8-11 лет и детей группы PAC-B отличаются по форме от треугольников TP-детей 5-7 лет и детей группы PAC-A (рис. 27).

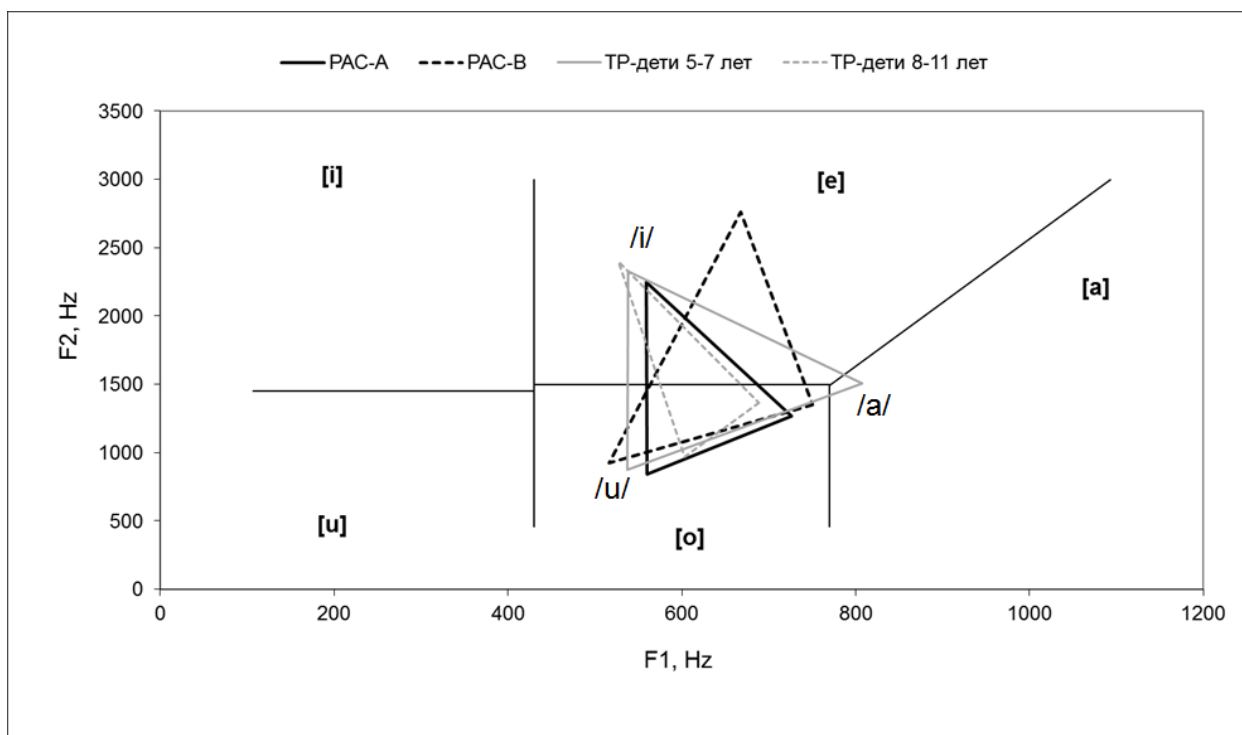


Рис. 27. Формантные треугольники безударных гласных /a/, /i/, /u/ из слов, значение которых определено с высокой вероятностью. По горизонтальной оси – значения частоты F1, Гц; по вертикальной – значения частоты F2, Гц

Формантные треугольники гласных из слов, значение которых определено с низкой вероятностью, удалось построить только для слов PAC-детей. У TP-детей отсутствовали слова с ударным /a/ и слова с безударным /u/ – значения этих слов были определены с высокой вероятностью. Вершины /i/ треугольников гласных из слов, распознанных с низкой вероятностью, расположены в области фонемного восприятия [e], остальные вершины – в области [o]. Треугольники ударных гласных из слов детей группы PAC-A и безударных гласных детей из группы PAC-B отличаются по форме от остальных (рис. 28).



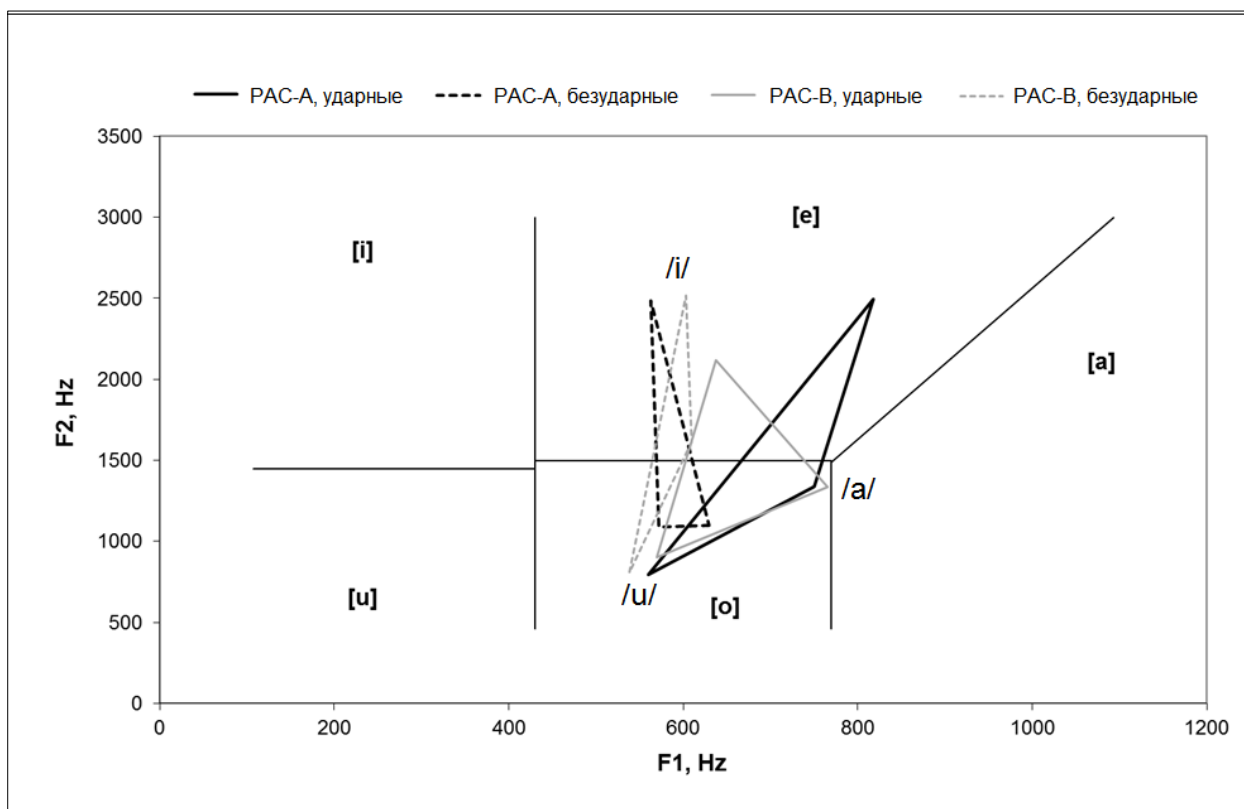


Рис. 28. Формантные треугольники ударных и безударных гласных слов, распознанных с низкой вероятностью. Ударные гласные изображены сплошной линией, безударные – пунктиром. По горизонтальной оси – значения частоты F1, Гц; по вертикальной – значения частоты F2, Гц

Площади формантных треугольников ударных и безударных гласных из слов, значение которых определено с высокой вероятностью, у PAC-детей меньше, чем у TP-детей, за исключением площадей формантных треугольников безударных гласных из слов TP-детей 8-11 лет – их площади меньше, чем у PAC-детей. Площади формантных треугольников безударных гласных у PAC-детей больше, чем площади треугольников ударных гласных. У PAC-детей площади формантных треугольников гласных из слов, значение которых определено с высокой вероятностью, больше, чем площади треугольников гласных из слов, значение которых определено с низкой вероятностью (рис. 29).

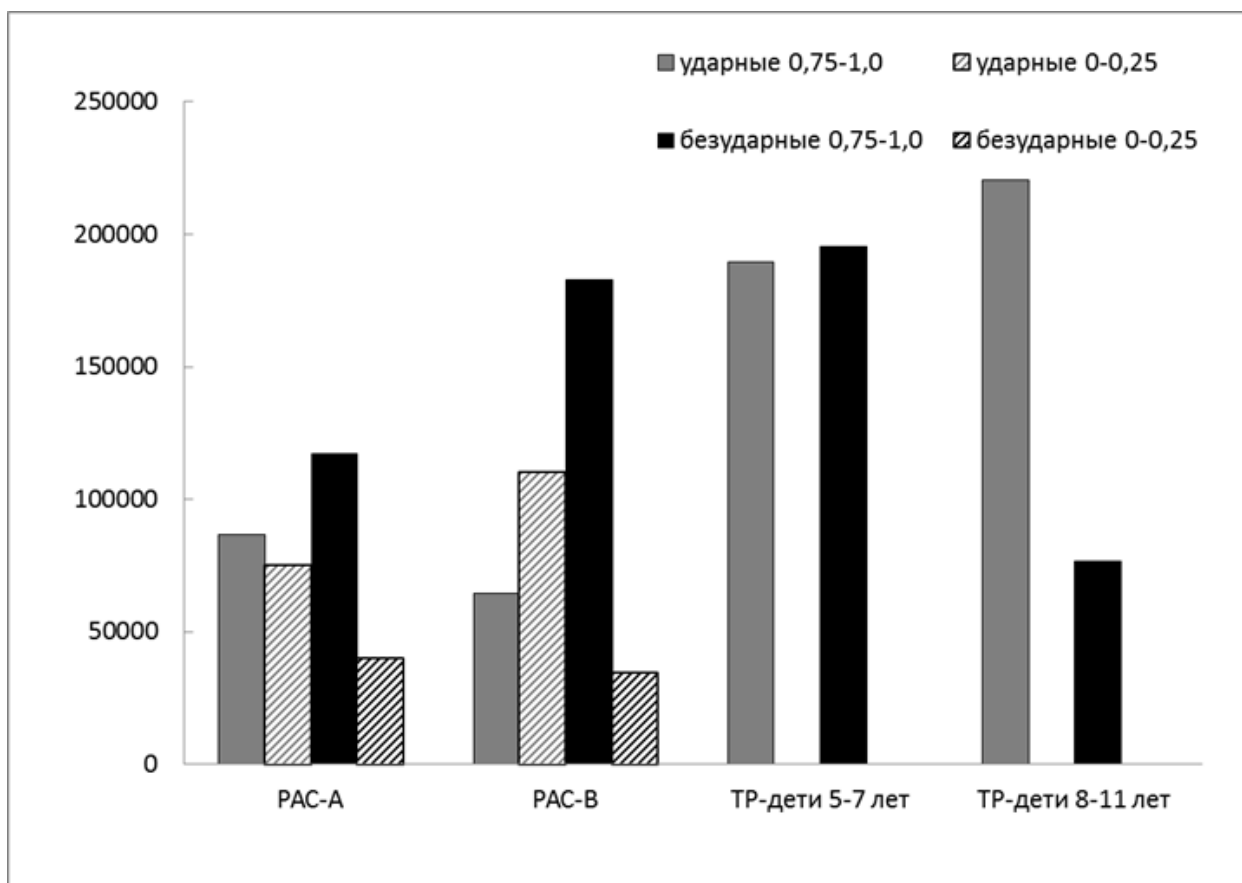


Рис. 29. Площади формантных треугольников ударных и безударных гласных из слов, значение которых определено с высокой и низкой вероятностью. Гласные из слов, значение которых определено с высокой вероятностью, изображены сплошным цветом, с низкой – штриховкой. По вертикальной оси – площадь в условных единицах, по горизонтальной – группы детей

Выявлены связи между распознаванием значения слов и:

1. длительностью гласных ( $F(1,18) = 7,113, p < 0,01$  ( $Beta = -0,5321; R^2 = 0,2434$ ));
2. ЧОТ по слову ( $F(1,18) = 11,407, p < 0,003$  ( $Beta = -0,6228; R^2 = 0,4595$ ));
3. диапазоном ЧОТ по слову ( $F(1,18) = 15,304, p < 0,001$  ( $Beta = -0,6778; R^2 = 0,4595$ ));
4. ЧОТ гласного ( $F(2,17) = 7,1668, p < 0,005$  ( $Beta = -0,6382; R^2 = 0,3936$ ) – мультирегрессионный анализ.

Данные регрессионного анализа подтверждены дискриминантным анализом:

1. группа связана с распознаванием ( $F(1,18) = 16,424, p < 0,0007$ .  $\Lambda = 0,5228$ );
2. длительность гласного является предиктором для разделения детей на две группы ( $F(1,18) = 6,727, p < 0,1$ .  $\Lambda = 0,7279$ ).

### 3.4. Определение взрослыми пола, возраста и эмоционального состояния детей по характеристикам их речи

#### 3.4.1. Определение взрослыми пола и возраста детей

Пол детей аудиторы определяли преимущественно верно за исключением одного ребёнка с РАС (Д., девочка, 10 лет) (рис. 30) и двух ТР-детей 5-7 лет (Д.К. мальчик, 5 лет; А.А., мальчик, 7 лет) (рис. 31.).

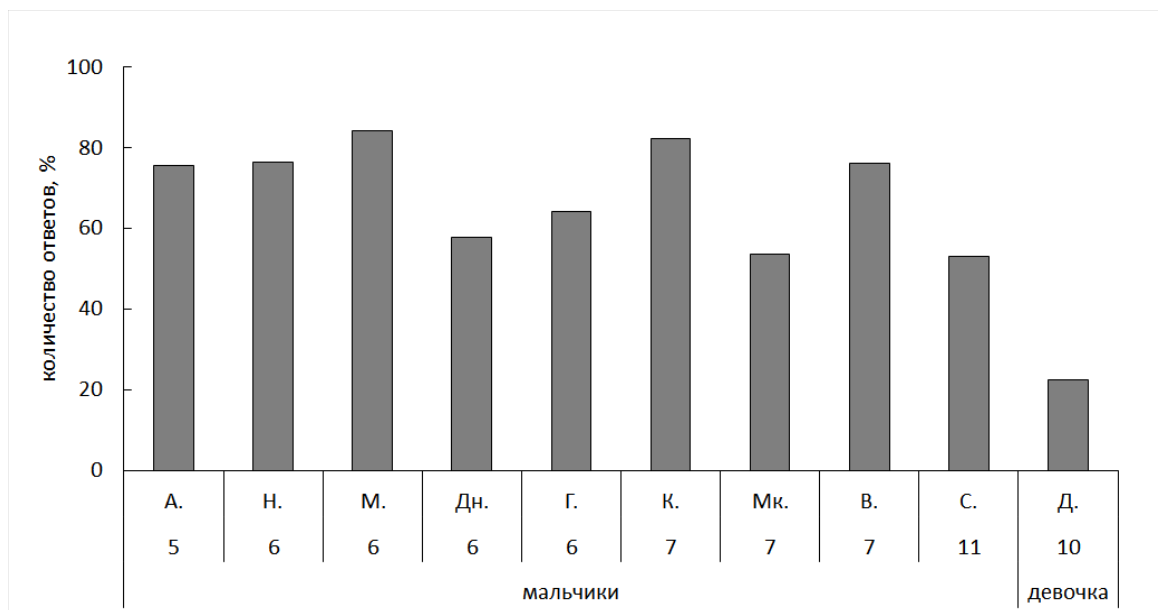


Рис. 30. Определение аудиторами пола РАС-детей. По вертикальной оси – количество верных ответов, %; по горизонтальной – имена детей, их пол и возраст, лет

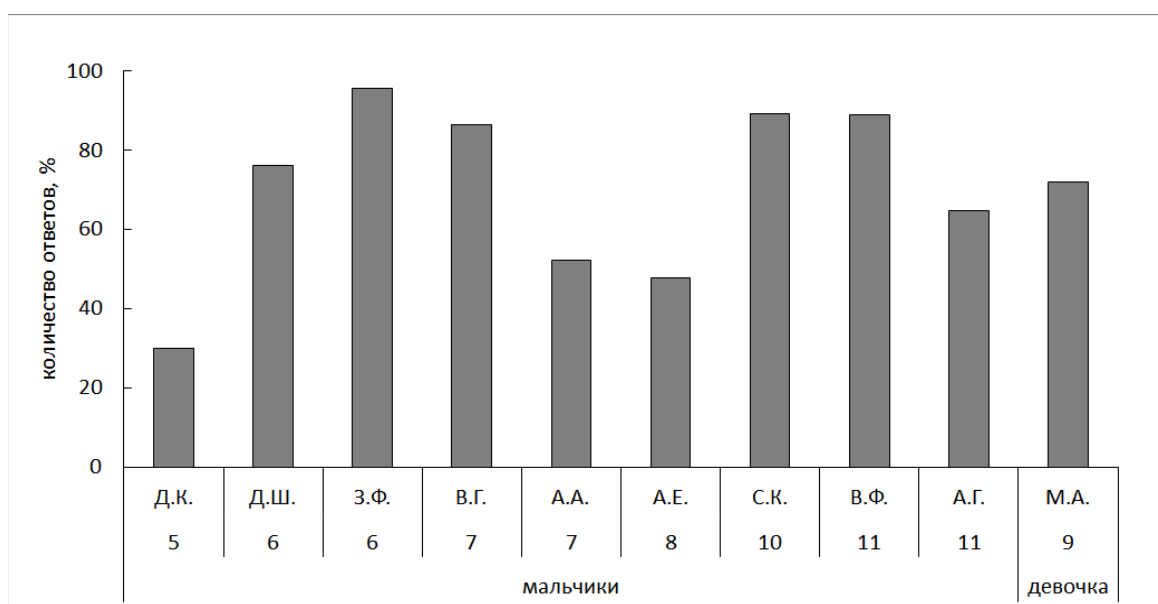


Рис. 31. Определение аудиторами пола ТР-детей. По вертикальной оси – количество верных ответов, %; по горизонтальной – имена детей, их пол и возраст, лет

При определении возраста детей аудиторы указывали для детей с РАС возраст меньше реального и меньше, чем для ТР-детей того же возраста. Возраст ТР-детей, определённый взрослыми, также отличался от реального (табл. 8, рис. 32).

Таблица 8. Определение возраста детей аудиторами

реальный возраст, лет	возраст, определённый аудиторами	
	РАС-дети	ТР-дети
5	4,98±1,17	6,43±1,23
6	5,09±1,18	8,83±1,49
7	5,29±1,21	8,47±1,56
10	5,61±1,33	8,75±1,73
11	7,29±1,81	9,71±1,27

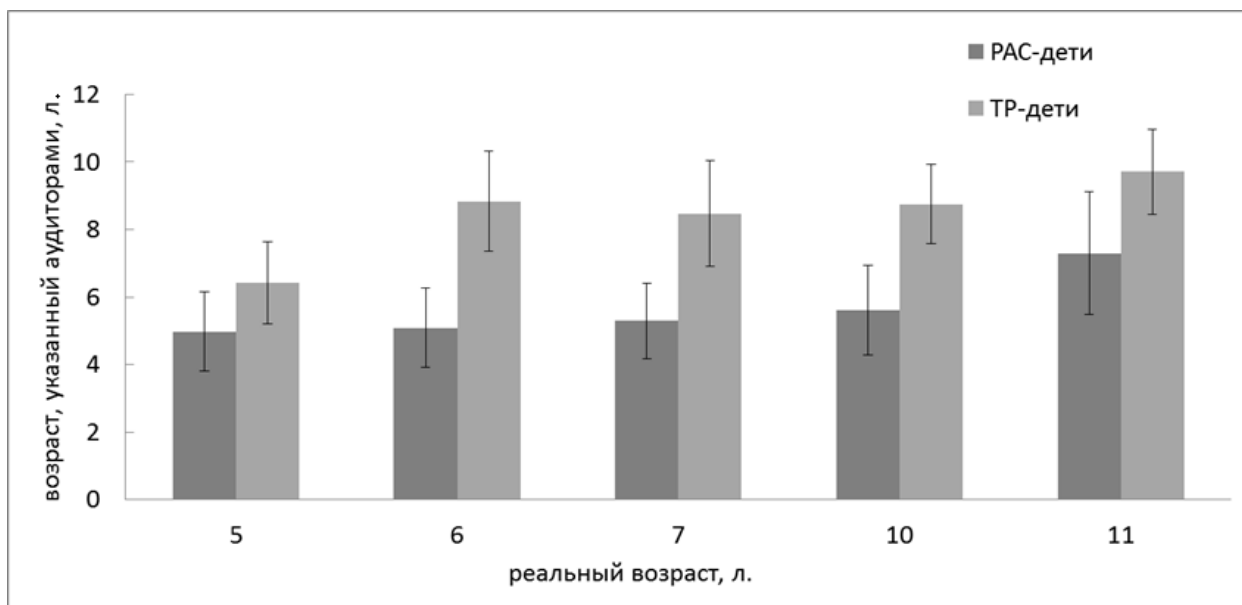


Рис.32. Определение возраста детей аудиторами. По вертикальной оси – возраст, указанный аудиторами, по горизонтальной – реальный возраст детей, лет

Значения ЧОТ детей с РАС выше значений ЧОТ ТР-детей того же возраста, кроме детей 5 лет – у ТР-детей значения ЧОТ выше, чем у РАС-детей (рис. 33).

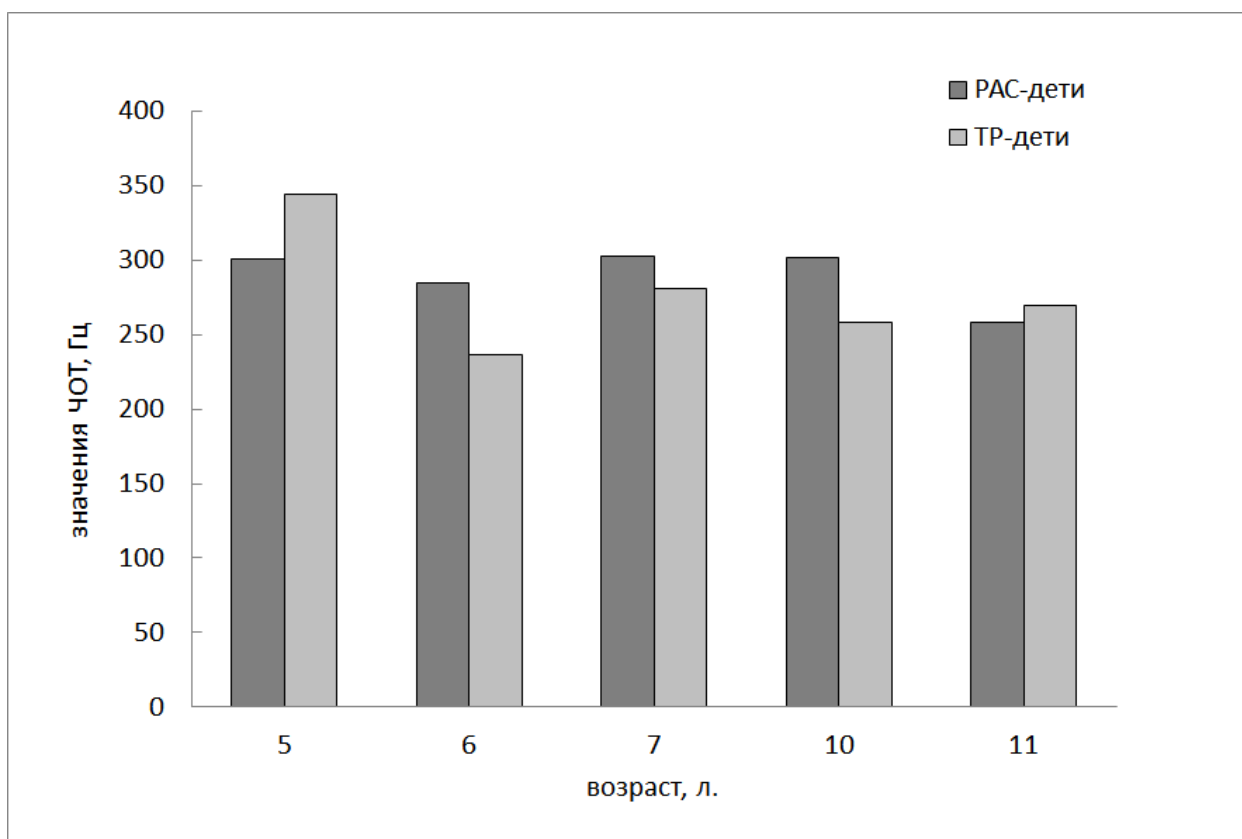


Рис. 33. Значения ЧОТ РАС- и ТР-детей в зависимости от их возраста. По вертикальной оси – значения ЧОТ, Гц; по горизонтальной – возраст, лет

#### 3.4.2. Определение взрослыми эмоционального состояния детей

Взрослые оценивали речь детей преимущественно как спокойную, значимых различий между детьми с РАС- и ТР-детьми выявлено не было (рис. 34, 35).

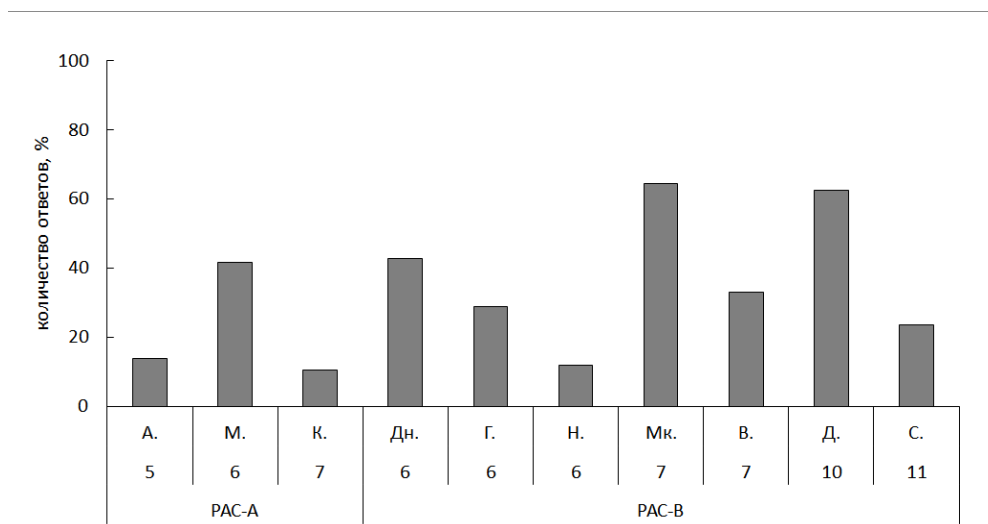


Рис. 34. Определение аудиторами эмоциональности речи РАС-детей. По вертикальной оси – количество верных ответов, %; по горизонтальной – имена детей, их возраст, лет

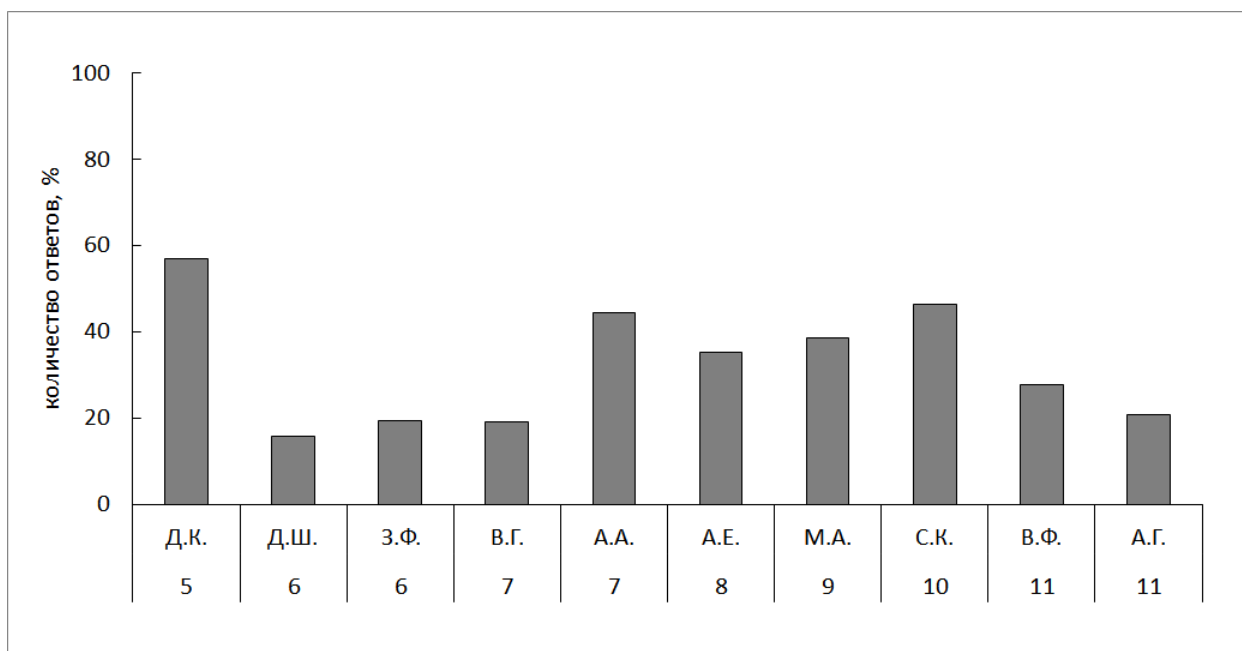


Рис. 35. Определение аудиторами эмоциональности речи ТР-детей. По вертикальной оси – количество верных ответов, %; по горизонтальной – имена детей, их возраст, лет

В тесте «В» взрослым предлагалось отнести состояние ребёнка в одну из шести категорий: *гнев, печаль, нейтральное, радость, страх, удивление*. В тест вошли слова из предыдущих тестов, распознанные взрослыми с высокой вероятностью и оцененные как эмоциональные. Взрослые оценивали состояние детей преимущественно как нейтральное (60,49% ответов), радостное (17,8% ответов), реже – удивлённое (10,97% ответов),

печальное (8,69% ответов). В 2,04% ответов состояние детей оценено как гнев. Слов, оцененных как «страх», не было (табл. 9).

Таблица 9. Оценка эмоционального состояния детей аудиторам

ребёнок	пол	возраст, л.	эмоциональное состояние, определённое взрослыми, %				
			гнев	печаль	нейтральное	радость	удивление
А.	М	5	0	6,25	79,69	12,5	1,56
Дн.	М	6	0	3,64	52,73	7,28	36,37
Г	М	6	1,64	8,2	63,93	21,31	4,92
К.	М	6	0	13,8	44,83	17,24	24,14
Мк.	М	6	0	29,23	67,69	1,54	1,54
К.	М	7	0	19,4	73,13	2,99	4,48
М.	М	7	4,76	3,17	46,03	25,4	20,64
В	М	7	10,77	0	30,77	53,85	4,62
Д.	Ж	10	3,28	1,644	50,82	32,79	11,48
С.	М	11	0	1,56	95,31	3,13	0
среднее значение			2,04	8,69	60,49	17,8	10,97

### 3.4.3. Диапазон частоты основного тона слов и гласных из слов детей с расстройствами аутистического спектра и типично развивающихся детей

Диапазон ЧОТ по слову у детей с РАС выше ( $p < 0,01$ ), чем у ТР-детей. Диапазон (медиана) ЧОТ по слову составляет в группе РАС-А 79,9 Гц, по гласному – 26,2 Гц; в группе РАС-В по слову – 87 Гц, по гласному – 34,5 Гц; у ТР-детей 5-7 лет диапазон ЧОТ по слову – 46,7 Гц, по гласному – 27,8 Гц, у ТР-детей 8-11 лет по слову – 35,2 Гц, по гласному – 21,5 Гц (рис. 36).

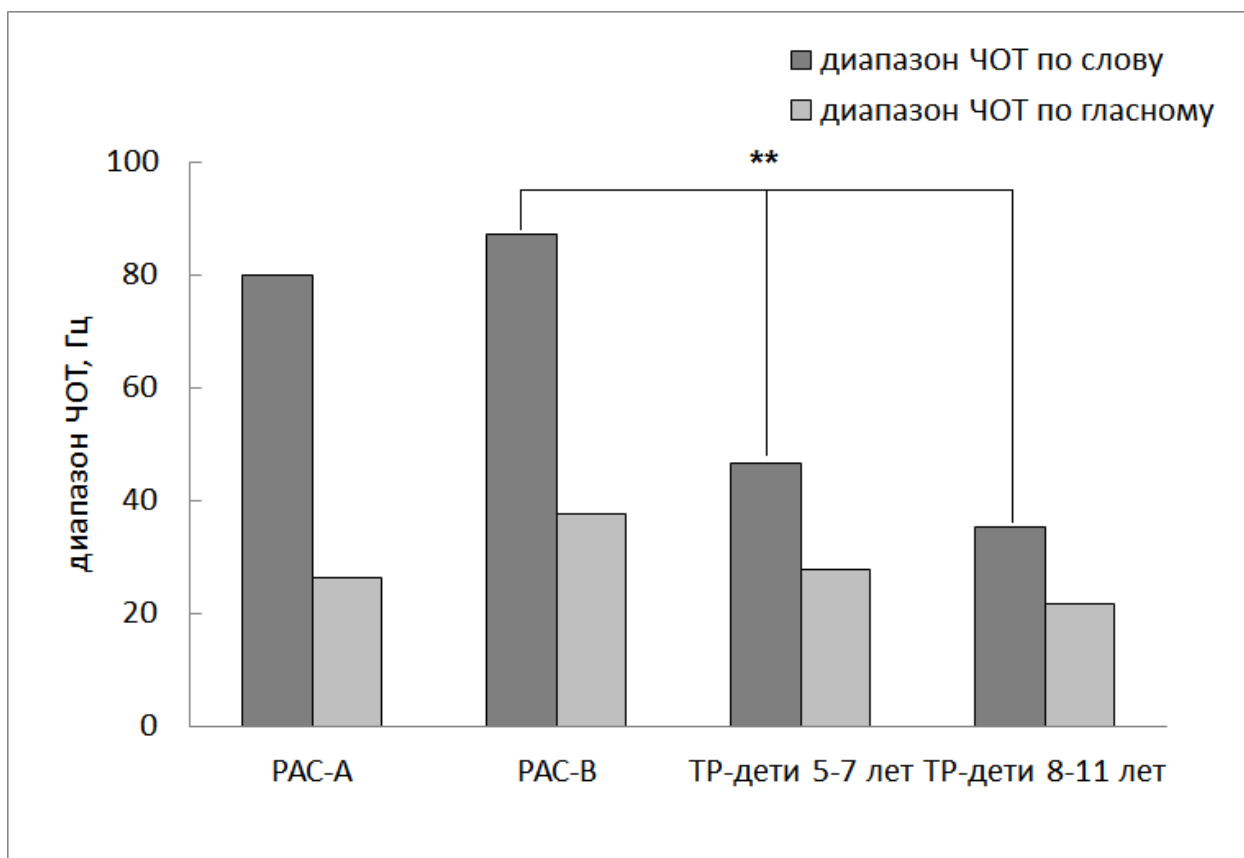


Рис. 36. Диапазон ЧОТ по слову и гласному у РАС- и ТР-детей. По вертикальной оси – диапазон ЧОТ, Гц, по горизонтальной – группы детей. \*\*  $p < 0,01$ , критерий Манна – Уитни

Выявлена связь между распознаванием взрослыми эмоционального состояния детей и ЧОТ по слову ( $F(1,18) = 5,2554$ ,  $p < 0,03$  ( $Beta = 0,4753$ ;  $R^2 = 0,1829$ ) – регрессионный анализ; между распознаванием и группой ( $F(5,14) = 3,6045$ ,  $p < 0,02$  ( $Beta = -0,0981$ ;  $R^2 = 0,5628$ ) – мультирегрессионный анализ.

Распознавание пола детей связано со значениями ЧОТ по слову ( $F(1,18) = 8,0275$ ,  $p < 0,01$  ( $Beta = -0,555$ ;  $R^2 = 0,27$ )) и ЧОТ по гласному ( $F(1,18) = 8,0275$ ,  $p < 0,01$  ( $Beta = -0,555$ ;  $R^2 = 0,27$ )).



## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе исследованы особенности восприятия взрослыми речи детей с РАС и ТР-детей. Значений слов детей с РАС взрослые определяют хуже, чем значения слов ТР-детей. На определение взрослыми значений слов детей с РАС уровень сформированности речи влияет больше, чем возраст. Опыт взаимодействия с детьми взрослого влияет на распознавание слов только при низком уровне речевого развития детей. По сравнению с ТР-детьми дети с РАС имеют меньшие площади формантных треугольников гласных, что свидетельствует о меньшей чёткости артикуляции. Полученные в ходе исследования данные об акустических характеристиках речи детей с РАС свидетельствуют в пользу положения о нарушении просодических характеристик их речи и более высоких значениях частоты основного тона по сравнению с соответствующей характеристикой речи типично развивающихся детей (Bonneh, et. al., 2011, Lyakso, Frolova, Grigorev, 2016). Длительность ударных и безударных гласных у детей с РАС больше, чем у ТР-детей. Об этом же свидетельствует исследование на материале английского языка (Gouvousis et al., 2008). Другие исследования на материале английского языка показывают отсутствие значимых различий в длительности гласных между РАС- и ТР-детьми (Paul et al., 2008). Нарушения речи у детей с РАС могут быть связаны с аномалиями развития мозжечка, осуществляющего моторный контроль речи (Courchesne et al., 1994), и ослабленными межполушарными взаимодействиями (O'Keefe, Lindell, 2013).

Взрослые преимущественно верно определяют возраст РАС- и ТР-детей. Это подтверждает положение о том, что взрослые способны определять на основе слухового восприятия пол детей в 4-летнем возрасте и старше (Perry et al., 2001).

Взрослые способны определить эмоциональное состояние детей с РАС. В задаче с выбором состояния из 6 категорий они относят эмоциональное состояние детей преимущественно к категориям «нейтральное» или «радость» что согласуется с данными исследований (Ляксо и др., 2016); в меньшей степени – к категориям «гнев», «печаль» и «удивление». Эмоциональное состояние детей может отражать высокая вариативность значений ЧОТ по словам и гласным, отмечаемая также в работах на материале английского языка (Grossman et al., 2013). Показанная в работе вариативность значений ЧОТ противоречит исследованиям, описывающим речь детей с РАС как монотонную (Tager-Flusberg, 1989).

Возраст детей с РАС взрослые определяют как более низкий по сравнению с реальным возрастом и возрастом типично развивающихся сверстников. Это может быть объяснено более высокими значениями ЧОТ у детей с РАС.

## ВЫВОДЫ

1. Взрослые с высокой вероятностью (0,75 – 1,0) распознают значения 32% слов детей с РАС, имеющих по логопедическому заключению низкий уровень сформированности речи, 70% слов детей с РАС, имеющих высокий уровень сформированности речи, и 74% слов ТР-детей.
2. Наличие у взрослых опыта взаимодействия с детьми влияет на определение значений слов детей с РАС с низким уровнем сформированности речи.
3. Взрослые определяют возраст детей с РАС как более низкий по сравнению с реальным возрастом и возрастом ТР-сверстников. Значимых различий при определении пола детей с РАС и ТР-детей не выявлено.
4. Слова ТР-детей и детей с РАС, значения которых определены взрослыми с вероятностью 0,75-1,0, отличаются от слов, распознанных взрослыми с вероятностью 0-0,25 большими значениями площадей формантных треугольников гласных и меньшей длительностью ударных и безударных гласных.
5. Значения ЧОТ слов, ударных и безударных гласных из слов, диапазон ЧОТ слов у детей с РАС выше, чем у ТР-детей. Значения площадей формантных треугольников ударных и безударных гласных в словах ТР-детей больше, чем у детей с РАС. Длительность ударных и безударных гласных в словах детей с РАС больше длительности ударных и безударных гласных в словах ТР-детей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башина В.М. Аутизм в детстве. – М.: Медицина, 1999. – 240 с.
2. Белякова, Л.И. Логопедия. Дизартрия / Л.И. Белякова, Н.Н. Волоскова. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2009. – 287с.
3. Белякова, Л.И. Механизм речедвигательного акта в свете логопедического анализа / Л.И.Белякова, Ю.О.Филатова // Речь ребенка: проблемы и решения, коллективная монография под ред. Т.Н. Ушаковой. М.: Институт психологии РАН, 2008. – С.40–54.
4. Бондарко Л.В. Фонетика современного русского языка. – СПб.: Издательство СПбГУ, 1998.
5. Вартамян И.А. Нейрофизиологические основы речевой деятельности / И.А.Вартамян // Механизмы деятельности мозга человека. Часть 1. Нейрофизиология человека. – Л.: Наука, 1988. – С. 608–666.
6. Верещагина Н.В., Николаева Е.И. К вопросу о механизмах нарушения мышления и речи у детей с аутистическими состояниями (результаты патопсихологического исследования) // Психология образования в поликультурном пространстве. 2010. – Т. 2. – № 2. – С. 45–51.
7. Гилберг К. Аутизм: медицинские и педагогические аспекты / К. Гилберг, Т. Питерс. – СПб.: ИСПиП, 1998. – 124 с.
8. Григорьев А.С., Ляксо Е.Е. Особенности восприятия взрослыми слов детей 5–7 летнего возраста, исключенных из контекста фразы. // Вестник СПбГУ, Серия 3. Биология. Вып. 2012. – С. 79–90.
9. Григорьев А.С., Ляксо Е.Е. Слуховое восприятие слов детей 5–8 лет // Сенсорные системы. 2014. – № 3. – С. 28–35.
10. Деркач М.Ф., Гумецкий Р.Я., Губа Б.М., Чабан М.Е. Динамические спектры речевых сигналов. – Львов: Высшая школа, 1983.
11. Зиндер Л.Р. Общая фонетика. – М., Высшая школа, 1979. – 312 с.

12. Каган В.Е. Аутизм у детей. – Л.: Медицина, 1981. – 206 с.
13. Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. – М.: Изд-во Российского государственного гуманитарного университета, 2001. – 592 с.
14. Лебединская К.С., Никольская О.С. Диагностика раннего детского аутизма: нач. проявления. – М.: Просвещение, 1991. – 53 с.
15. Львов М.Р. Основы теории речи. – М., 2002.
16. Ляксо Е. Е., Громова А. Д., Куражова А. В. Акустический аспект речи детей 4-, 5-летних и ее распознавание взрослыми // Язык, сознание, культура / под ред. Н. В. Уфимцева. 2007. – С. 128–140.
17. Ляксо Е. Е., Столярова Э. И. Специфика реализации речевых навыков 4–5-летних детей в диалоге // Психологический журнал, 2008. – Т. 29, № 3. – С. 48–57.
18. Ляксо Е.Е., Григорьев А.С., Куражова А.В., Гайкова Ю.С., Бедная Е.Д. Акустика детской речи: динамика спектральных характеристик гласных // Сб. XXV сес. Рос. акустич. общ. Акустика речи, медицинская и биологическая акустика. – М.: Геос, 2012. – Т. 3. – С. 32–36.
19. Ляксо Е.Е. Вокально-речевое развитие ребенка в первый год жизни // Физиологический журнал. 2003. – Т.89. – № 2. – С. 207–218.
20. Ляксо Е.Е., Григорьев А.С. Динамика длительности и частотных характеристик гласных на протяжении первых семи лет жизни детей // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2013. – № 9. – С. 1097–1110.
21. Ляксо Е.Е., Огородникова Е.А., Алексеев Н.П. Психофизиология слухового восприятия: учебное пособие. – СПб.: СПбГИПСР, 2013. – 111 с.
22. Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Григорьев А.С. Методы и подходы к изучению акустики детской речи // Сборник трудов 1-ой Всероссийской акустической конференции. Москва, 2014. – С. 32–39.
23. Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Григорьев А.С., Куражова А.В., Бедная Е.Д., Гайкова Ю.С., Остроухов А.В. Динамика спектральных и временных характеристик гласных с возрастом ребёнка в спонтанной речи, при имитации и чтении: исследование на материале русского языка // XXIV сессия Российского

- Акустического Общества Акустика речи, медицинская и биологическая акустика. – М.: Геос, 2011. – С. 69–72.
24. Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Григорьев А.С., Соколова В.Д., Яроцкая К.А. Распознавание взрослыми эмоционального состояния типично развивающихся детей и детей с расстройствами аутистического спектра // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2016. – Т.102. № 6. – С.729–741.
25. Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Смирнов А.Г., Куражова А.В., Гайкова Ю.С., Бедная Е.Д., Григорьев А.С. Уровень речевого развития детей на этапе формирования навыка чтения // Психологический журнал. 2012. – Т. 33. № 1. – С. 73–87.
26. Мамайчук И.И. Помощь психолога детям с аутизмом. – СПб: Речь, 2007.
27. Николаева Е.И., Буркова С.А., Казначеева Н.Б. Проблемы обучения одаренных детей и феномен двойной исключительности в общеобразовательной школе // Российский гуманитарный журнал. 2016. – Том 5. №5. – С. 474–487.
28. Незнанов Н. Г., Александровский Ю. А., Барденштейн Л. М., Вид В. Д., Краснова В. Н., Попов Ю. В. Психиатрия – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 512 с.
29. Радионова Е.А. Анализ звуковых сигналов в слуховой системе: Нейрофизиологические механизмы. – Л.: Наука, 1987. – 270 с.
30. Симашкова Н.В. Расстройства аутистического спектра у детей: Научно-практическое руководство – М.: Авторская академия, 2013. – 264 с.
31. Семянникова А. А. Расстройства аутистического спектра: классификации, определение понятий, симптомы // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. 2013. – №32.
32. Слепокурова Н.А. О положении фонемной границы между гласными [i]-[e], [u]-[o], [ü]-[ö] // Анализ речевых сигналов человеком. Проблемы физиологической акустики. Вып. 7. Т. 36. – Л.: Наука, 1971. – С. 138.
33. Фант Г. Акустическая теория речеобразования. – М.: Наука, 1964. – 284 с.
34. Фант Г. Анализ и синтез речи. – Новосибирск: Наука, 1970.

35. Филичева Т. Б., Чевелева Н. А., Чиркина Г. В. Основы логопедии: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. «Педагогика и психология (дошк.)». – М.: Просвещение, 1989. – 223 с.
36. Цейтлин С.Н., Язык и ребёнок. Лингвистика детской речи: Учебное пособие. – М.: ВЛАДОС, 2000. – 240 с.
37. Чистович Л.А., Кожевников В.А. Речь. Артикуляция и восприятие. – М., Л.: Наука, 1965. – 241 с.
38. Шапошникова А. Ф. Структурно-динамические особенности высокофункциональных аутистических расстройств у детей младшего школьного возраста: дисс. канд. мед. н. – М., 2014. – 159 с.
39. Шипицына Л.М. Детский аутизм: хрестоматия – СПб: Международный университет семьи и ребенка им Р. Валленберга, 1997 – 254 с.
40. Bauman M., Kemper T.L. Histoanatomic observations of the brain in early infantile autism // Neurology. 1985 Jun; 35(6):866-74.
41. Bailey A., Luthert P., Dean A., Harding B., Janota I., Montgomery M., Rutter M., Lantos P. A clinicopathological study of autism // Brain. 1998 May; 121.
42. Bonnef Y.S., Levanon Y., Dean-Pardo O., Lossos L., Adini Y. Abnormal speech spectrum and increased pitch variability in young autistic children // Frontiers in Human Neuroscience. 2011. – N. 4. – P. 237.
43. Courchesne E., Saitoh O., Yeung-Courchesne R., Press G.A., Lincoln A.J., Haas R.H., Schreibman L. Abnormality of cerebellar vermal lobules VI and VII in patients with infantile autism: identification of hypoplastic and hyperplastic subgroups with MR imaging // AJR Am. J. Roentgenol. 1994 Jan;162(1):123-30
44. Goldstein U. G. An articulatory model for the vocal tracts of growing children, Ph.D. thesis. – Cambridge, MIT, 1980.
45. Gouvousis A., Hough A., Paul R., Heilman J., Chawarska K., Volkmar F. Exploring Prosodic Production in Children with Autism Spectrum Disorder // Poster presentation at the American Speech Hearing Association, Chicago, Ill. November 21, 2008.

46. Grossman R. B., Edelson L. R., Tager-Flusberg H. Emotional facial and vocal expressions during story retelling by children and adolescents with high-functioning autism. // *J. Speech, Lang. Hearing Res.* 2013. – N. 56. –P. 1035–1044.
47. Grossman R.B., Bemis R.H., Skwerer D.P., Tager-Flusberg H. Lexical and Affective Prosody in Children with High Functioning Autism // *Journal of speech, language, and hearing research (JSLHR)*. 2010. – N. 53(3). – P. 778–793.
48. Hagberg B., Aicardi J., Dias K., Ramos O. A progressive syndrome of autism, dementia, ataxia, and loss of purposeful hand use in girls: Rett's syndrome: report of 35 cases. // *Annals of neurology*. 1983. – Vol. 14, no. 4. – P. 471–479.
49. Kanner L. Autistic Disturbances of Affective Contact // *Nervous Child*. 1943. – N. 2. – P. 217–250.
50. Kent R. D., Miolo G. Phonetic abilities in the first year of life // *The handbook of child language* / Eds. P. Fletcher, B. Machinney. – Oxford: Blackwell, 1995. – P.303–334.
51. Lyakso E., Frolova O., Grigorev A. A comparison of acoustic features of speech of typically developing children and children with autism spectrum disorders // *Speech and Computer. SPECOM 2016. Lecture Notes in Computer Science*. 2016. – N. 9811. – P. 43–50.
52. Lyakso E., Gromova A. The acoustic characteristics of Russian vowels in children of 4 and 5 years of age // *Psychology of Language and Communication*. 2005. – Vol. 9, N. 2. – P. 5–14.
53. Lyakso E.E., Grigor'ev A.S. Dynamics of the Duration and Frequency Characteristics of Vowels during the First Seven Years of Life in Children // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2015. – Vol. 45, Issue 5. – P. 558–567.
54. O'Keefe N., Lindell A.K. Reduced interhemispheric interaction in non-autistic individuals with normal but high levels of autism traits // *Brain Cogn.* 2013 Nov;83(2):183-9
55. Paul R., Bianchi N., Augustyn A., Klin A., Volkmar F. Production of Syllable Stress in Speakers with Autism Spectrum Disorders // *Research in autism spectrum disorders*. 2008;2(1):110-124.



56. Perry T.L., Ohde R.N., Ashmead D.H. The acoustic bases for gender identification from children's voices // *Journ. Acoust. Soc. Am.* – 2001. – Vol. 109. – №6. – P. 2988-2998.
57. Scharfstein L.A., Beidel D.C., Sims V.K., Rendon Finnell L. Social skills deficits and vocal characteristics of children with social phobia or Asperger's disorder: a comparative study // *Journal of abnormal child psychology.* 2011. – N. 39(6). – P. 865–875.
58. Sharda M., Subhadra T. P., Sahaya S., Nagaraja Ch., Singh L., Mishra R., Sen A., Singhal N., Erickson D., Singh N. Sounds of melody–Pitch patterns of speech in autism // *Neurosci. Let.* 2010. – N. 478. – P. 42–45.
59. Tager–Flusberg H. A psycholinguistic perspective on language development in the autistic child // In G. Dawson (Ed.), *Autism: New directions in diagnosis, nature and treatment* (pp. 92–115). New York: Guilford Press, 1989.
60. Volkmar F.R., Nelson D.S. Seizure disorders in autism // *J.Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry.* 1990–Vol. 29 – P. 127–129.
61. Vorperian H.K., Kent R.D., Gentry L.R. Magnetic resonance imaging procedures to study the concurrent anatomic development of the vocal tract structures: Preliminary results // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* 1999. – Vol. 49. – P. 197–206.
62. Wing L. Asperger syndrome: a clinical account // *Psychol Med.* 1981. – N. 11(1). – P. 115–129.
63. Wing L., The Definition and Prevalence of Autism: A Review // *Eur Child Adolesc Psychiatry.* 1993. – N. 2(1). – P. 61–74.