

УДК 81'33
UDC 81'33

Городный Виктор Александрович
Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Viktor A. Gorodnyi
St Petersburg University,
Saint Petersburg, Russian Federation
wimndgor@mail.ru

Ляксо Елена Евгеньевна
Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Elena E. Lyakso
St Petersburg University,
Saint Petersburg, Russian Federation
lyakso@gmail.com

**ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЧИ ДЕТЕЙ 6–7 ЛЕТ С РАССТРОЙСТВАМИ
АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА И СИНДРОМОМ ДАУНА*
CHARACTERISTIC OF SPEECH OF CHILDREN AGED 6–7 YEARS
WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS AND DOWN SYNDROME**

Аннотация

В работе представлены данные об особенностях речевого развития детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) и с синдромом Дауна (СД). Используются методы перцептивного эксперимента и инструментального анализа. Показано, что для типично развивающихся детей (ТР) значения индекса артикуляции ударных гласных в словах максимальны по сравнению с соответствующей характеристикой у детей с РАС и детей с СД. Слова детей с РАС характеризуются высокими значениями частоты основного тона слов и ударных гласных, высокими значениями индекса артикуляции гласных. Слова детей с СД, помимо высоких значений частоты основного тона слов и ударных гласных, отмеченных и для детей с РАС, имели максимальную длительность слов и ударных гласных, низкие значения индекса артикуляции ударных гласных. Для детей с СД были свойственны несформированность ряда согласных фонем по сравнению с детьми с РАС и ТР сверстниками и употребление согласных, нехарактерных для русского языка.

Abstract

In this work, the data on the features of speech development in children with autism spectrum disorders (ASD) and with Down syndrome (DS) are presented. Methods of perceptual experiment and instrumental analysis were used. It is shown that in typically developing (TD)

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 16-06-00024а, РФФИ-ОГН № 17-06-00503а.

children the values of vowel articulation index of stressed vowels in words are maximal in comparison with the corresponding characteristic in children with ASD and children with DS. The words of children with ASD are characterized by high pitch values of words and stressed vowels as well as high values of vowel articulation index. The words of children with DS, besides high pitch values of words and stressed vowels noticed for children with ASD, had maximum duration of words and stressed vowels, low values of the vowel articulation index of stressed vowels. In children with DS, more types of consonant phonemes were not formed compared to children with ASD and TD ones; in addition, children with DS used consonants that do not exist in the Russian language.

Ключевые слова: детская речь, расстройства аутистического спектра, синдром Дауна, акустический анализ, перцептивный эксперимент.

Keywords: child speech, autism spectrum disorders, Down syndrome, acoustic analysis, perceptual experiment.

doi: 10.22250/2410-7190_2018_4_2_22_37

1. Введение

Становление речи у детей с атипичным развитием имеет множество особенностей и определяется возрастом ребёнка и тяжестью заболевания. На материале разных языков широко изучаются особенности речи детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) [Bonneh et al., 2011 ; Nakai et al., 2014] и с синдромом Дауна (СД) [Moura et al., 2008 ; Albertini et al., 2010 ; Bunton, Leddy, 2011].

Для детей с РАС описаны стереотипии, затруднение в установлении социальных контактов, нарушения речи на разных уровнях её организации – акустическом, грамматическом, прагматическом – так называемая «аутистическая триада» [Schopler et al., 1980]. Артикуляционный уровень речи у детей с РАС характеризуется нарушениями произношения и специфической интонацией. В отношении акустических характеристик речи детей с РАС существуют диаметрально противоположные мнения: от «машинообразной», монотонной речи, описанной Каннером [Kanner, 1943], до вариативности интонации со своеобразной просодикой и высокими значениями частоты основного тона (высоты голоса) [Sharda et al., 2010 ; Bonneh et al., 2011]. На материале русского языка показано, что речь детей с РАС в возрасте 5–14 лет характеризуется более высокими значениями частоты основного тона (ЧОТ) гласных и слов, меньшими значениями площадей формантных треугольников ударных гласных по сравнению с соответствующими характеристиками речи ТР детей [Ляксо и др., 2016]. Исследования акустических и перцептивных характеристик речи детей с РАС, воспитывающихся в русскоязычной среде, единичны [Ляксо и др., 2016 ; Lyakso et al., 2017].

Дети с СД имеют особенности строения речевого тракта и ограниченный активный лексикон, при этом они коммуникабельны, проявляют заинтересованность к собеседнику. Для детей с СД характерен большой

складчатый язык, малый объём ротовой и носовой полостей, опущенная нижняя челюсть, узкое нёбо, меньшая длина речевого тракта, мышечная гипотония [Жиянова, Поле, 2009 ; Markaki, Stylianou, 2011]. Дети отстают от ТР сверстников по количеству слов в пассивном и активном лексиконе [Кумин, 2012]. При произнесении слов дети с СД совершают ошибки, отличные от ошибок детей с фонологическими нарушениями [Dodd, Thompson, 2001]. На основе акустического анализа показаны меньшие разборчивость речи и чёткость артикуляции [Kent, Vorperian, 2013], меньшие значения разности формантных частот кардинальных гласных /i/ и /u/ [Moura et al., 2008 ; Buntun, Leddy, 2011] по сравнению с ТР сверстниками. Данные об акустических характеристиках речи детей с СД, растущих в русскоязычной среде, единичны [Ляксо и др., 2017].

Целью работы явилось определение специфических особенностей речи у детей с расстройствами аутистического спектра и с синдромом Дауна.

2. Методика исследования

В исследовании приняли участие 28 детей в возрасте 6–7 лет: 10 детей имели в анамнезе диагноз расстройства аутистического спектра (F84 – по МКБ 10 пересмотра); 8 детей с синдромом Дауна (Q90) и 10 ТР детей, выступающих в качестве контрольной группы.

Запись речи детей с РАС осуществлена в условиях школы – детского сада №755 «Региональный Центр Аутизма» Василеостровского района Санкт-Петербурга, детей с СД – на базе Даун-Центра; часть записей речи взята из корпусов детской речи [Ляксо и др., 2016, 2017].

Запись речевого материала и его обработка проведена по методике, разработанной в Группе по изучению детской речи [Ляксо и др., 2012]. Используются стандартизированные ситуации записи: игра ребёнка со стандартным набором игрушек; беседа ребёнка с экспериментатором, в ходе которой экспериментатор задавал вопросы о том, как зовут ребёнка, о его любимых занятиях, друзьях; просмотр ребёнком картинок и ответы на вопросы экспериментатора по ним. Время взаимодействия с каждым ребёнком было индивидуальным, определялось возможностями ребёнка и не превышало 40 минут.

Спектрографический анализ осуществлён в звуковом редакторе «Cool Edit Pro 2.0». Из записи речи детей выделяли слова. Для слов и гласных из слов определяли длительность, средние, максимальные и минимальные значения частоты основного тона (ЧОТ) и вычисляли диапазон ЧОТ ($F0[\max-\min]$). На стационарном участке гласного считали значения ЧОТ, значения двух формантных частот ($F1$, $F2$). За стационарный участок принимали участок спектрограммы, представленный спектром одного типа, где ЧОТ и форманты постоянны [Бондарко, 1998].

Индекс артикуляции гласных звуков (VAI) вычисляли по формуле:

$$VAI = (F1[a] + F2[i]) / (F1[i] + F1[u] + F2[a] + F2[u]), \quad (1)$$

где $F1[x]$ и $F2[x]$ – значения первой и второй формант соответствующих гласных [Roy et al., 2009].

С целью выявления распознавания значения слов детей взрослыми проведён перцептивный анализ. Создано 9 тестовых последовательностей, содержащих по 30 слов, вырезанных из контекста фразы в спонтанной речи. Каждое слово в тестах повторялось три раза с интервалом в 5 с, интервалы между разными словами составляли 10 с.

В исследовании приняли участие 286 аудиторов – взрослых носителей русского языка в возрасте $19,5 \pm 2,7$ лет (мужчины – 65, женщины – 221; имеют опыт общения с детьми – 163 человека, не имеют – 123 человека). Аудиторы заполняли в анкетах информацию о себе: возраст, пол, опыт общения с детьми (отсутствие опыта, бытовой (собственные дети, младшие братья и сёстры), профессиональный (не менее трёх лет)) и вносили ответы по прослушиваемому материалу. При обработке анкет выделяли слова, значения которых определены аудиторами с высокой вероятностью (0.75–1.0).

Описание реплик в диалогах «взрослый – ребёнок» проводили с целью определения активного лексикона ребёнка. Сложность высказываний детей оценивали по представленности высказываний вокализацией, словом, простой фразой из нескольких слов, несколькими фразами, сложными фразами по типу сложносочинённого и сложноподчинённого предложений. Проведён анализ активного лексикона детей по частоте встречаемости слов с разным числом слогов и различных частей речи.

Фонетический анализ слов проведён в системе транскрибирования МФА [<https://www.lonweb.org/links/russian/lang/006.htm>] для русского языка.

Статистическая обработка данных проведена в программе «Statistica 10» с использованием U-критерия Манна-Уитни, ранговой корреляции Спирмена, регрессионного, мультирегрессионного, факторного (метод вращения Varimax raw, уровень значимости – 0.75) анализа.

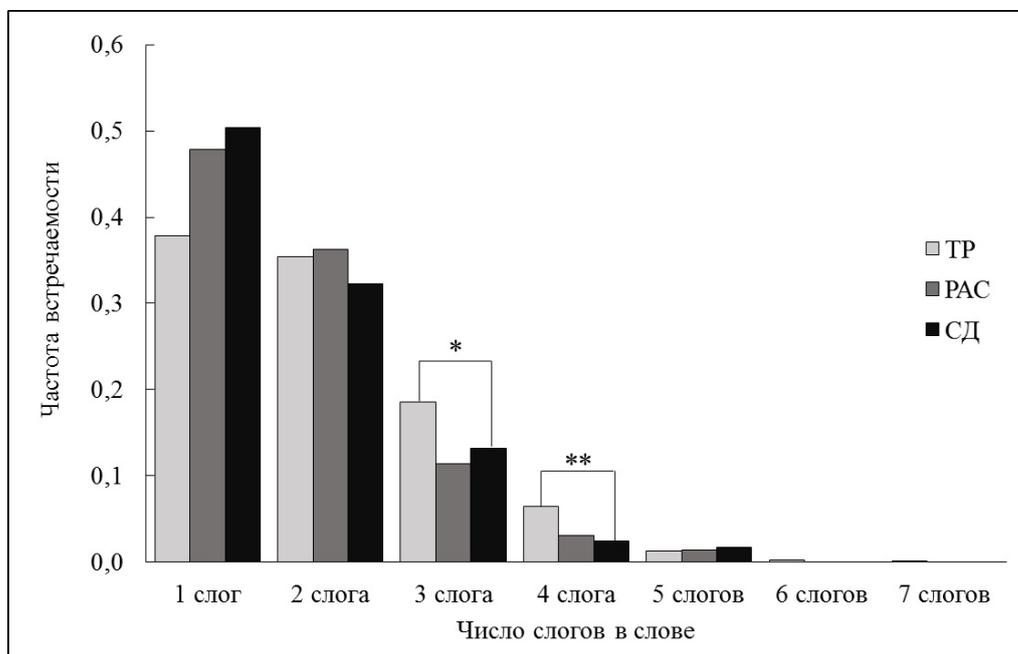
Исследование одобрено Этическим Комитетом СПбГУ.

3. Результаты исследования

Характеристика речевого развития детей. Дети всех групп употребляли в речи слова из 1–5 слогов (рис. 1). ТР дети чаще использовали слова из одного (0,38 – медиана) и двух (0,36) слогов, дети же других групп преимущественно из одного слога: 0,48 – дети с РАС, 0,50 – дети с СД. Слова из более чем пяти слогов характерны только для ТР детей: 0,003 для слов из шести слогов (безобразничает) и 0,001 для слов из семи слогов (подготовительная). Для детей с СД значимо меньше встречались слова из трёх (шарики, машина) и четырёх (ленточками) слогов: соответственно 0,13 ($p < 0.05$) и 0,02 ($p < 0.01$) по сравнению с ТР сверстниками.

Анализ частей речи по частоте встречаемости (табл. 1) показал, что ТР дети используют в речи преимущественно существительные и глаголы, дети с РАС и с СД – частицы и вокализации. Выявлено, что дети с РАС значимо меньше употребляют в речи глаголы, прилагательные, наречия, числительные, предлоги и союзы по сравнению с ТР сверстниками. Для детей

с СД обнаружена достоверно меньшая частота употребления глаголов, местоимений, прилагательных, наречий, числительных, предлогов и союзов, чем для ТР детей.



Р и с у н о к 1. Частота встречаемости слов с разным количеством слогов в речи ТР детей, детей с РАС и с СД

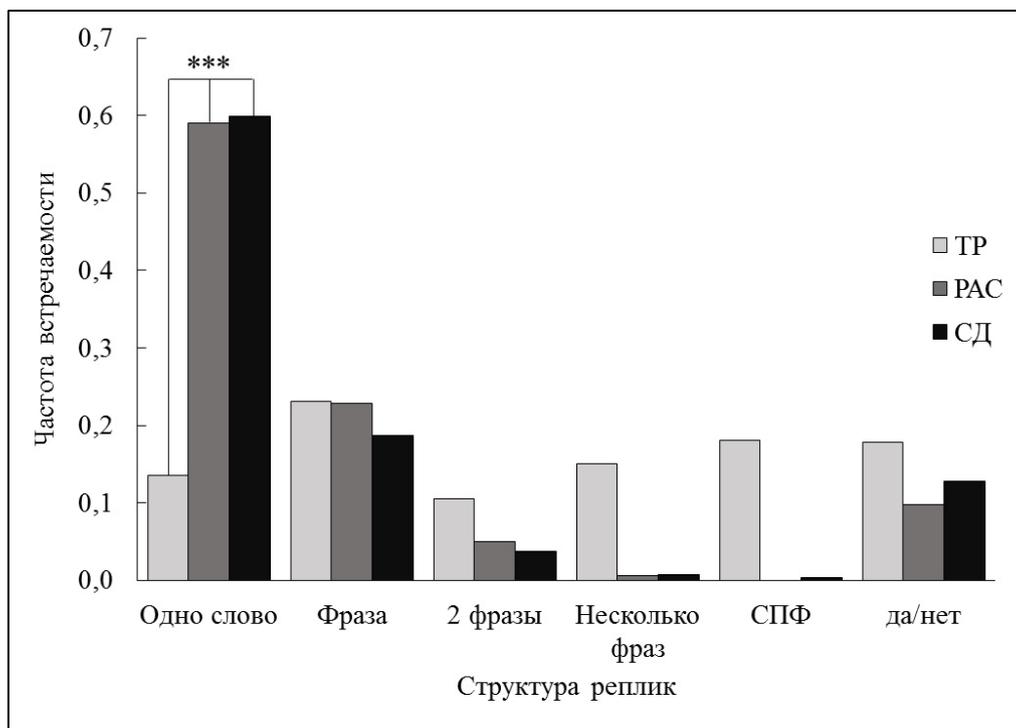
Примечание к рисунку 1: * – $p < 0.05$, ** – $p < 0.01$ – Критерий Манна-Уитни

Т а б л и ц а 1. Частота встречаемости разных частей речи у ТР детей, детей с РАС и детей с СД

Часть речи	Частота встречаемости		
	ТР	РАС	СД
Существительное	0,23	0,22	0,25
Глагол	0,17	0,08 ($p < 0.05$)	0,07 ($p < 0.01$)
Местоимение	0,13	0,09	0,02 ($p < 0.001$)
Прилагательное	0,05	0,02 ($p < 0.01$)	0,02 ($p < 0.01$)
Наречие	0,12	0,02 ($p < 0.001$)	0,04 ($p < 0.01$)
Числительное	0,02	0,01 ($p < 0.05$)	0,01 ($p < 0.05$)
Предлог	0,08	0,02 ($p < 0.01$)	0,02 ($p < 0.001$)
Союз	0,10	0,04 ($p < 0.01$)	0,02 ($p < 0.01$)
Частица	0,09	0,26	0,38
Вокализации		0,25	0,17

Примечание к таблице 1: $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ – Критерий Манна-Уитни

Дети всех трёх групп использовали ответные реплики одним словом, простой фразой, двумя или несколькими фразами и ответом да/нет (рис. 2). ТР дети чаще отвечали фразой (0,23), сложной фразой (0,18) и ответом да/нет (0,18). Ответные реплики у детей с РАС и с СД представлены преимущественно одним словом по сравнению с ТР сверстниками: 0,59 для детей с РАС ($p < 0.001$), 0,60 – для детей с СД ($p < 0.001$).



Р и с у н о к 2. Частота встречаемости ответных реплик у ТР детей, детей с РАС и детей с СД

Примечание к рисунку 2: СПФ – сложная фраза по типу сложноподчинённого предложения; *** – $p < 0.001$ – Критерий Манна-Уитни

На основе фонетического анализа показано (табл. 2), что в речи ТР детей и детей с РАС встречаются замены /r/ на /j/, /l/ и /R/; фонемы /f/ и /tʃ/ несформированы. Для детей с РАС характерны долгие согласные: /ki:/, /t:/, /l:/, /n:/, /tj:/, /z:/. Дети с СД произносят большинство фонем русского языка, однако в их речи отсутствуют постальвеолярные (/tʃ/, /ʃ/, /ʒ/) и палатализованные согласные (/fj/, /vj/, /ri/); в речи присутствуют фонемы, нехарактерные для русского языка: /ð/, /w/, /p:/, /d:/, /k:/, /ʏ/, /y:/.

Распознавание значения слов детьми взрослыми. Результаты перцептивного эксперимента показали, что аудиторы (с вероятностью 0.75–1.0) распознают 40,5% слов из речи ТР детей, 24,6% слов из речи детей с РАС и 11,6% слов из речи детей с СД. Количество распознанных аудитором слов из речи ТР детей значимо выше ($p < 0.01$), чем из речи детей с РАС и детей с СД. На основе мультирегрессионного анализа выявлено, что вероятность

распознавания аудиторамися значения слов детей связана с диагнозом ребёнка $F(6,113) = 6.932$ $p < 0.000$ ($Beta = -0.484$ $R^2 = 0.269$).

Акустические характеристики слов и гласных из слов. На основании сравнительного анализа длительностей слов и ударных гласных из слов детей (рис. 3) показано, что длительности слов достоверно ($p < 0.05$) различаются для детей с РАС и с СД. Для ударных гласных из слов достоверные различия ($p < 0.01$) выявлены между ТР детьми и детьми с РАС, между детьми ($p < 0.05$) с СД и ТР сверстниками. Показано, что максимальная длительность слов и ударных гласных из слов выявлена для детей с РАС.

Т а б л и ц а 2. Частота встречаемости согласных и гласных в словах из речи ТР детей, детей с РАС и с СД

	Губные согласные									
	губно–губные					губно–зубные				
	p	p ⁱ	b	b ⁱ	m	m ⁱ	f	f ⁱ	v	v ⁱ
ТР	0,033		0,016		0,033		0,033		0,016	
РАС	0,083	0,012	0,012		0,048		0,012		0,060	0,012
СД	0,050	0,004	0,070	0,019	0,023	0,008	0,004		0,058	
	Язычные согласные									
	Переднеязычные согласные									
	Зубные									
	t	d	s	s ⁱ	z	z ⁱ	n	l	r ⁱ	
ТР	0,033	0,066	0,033	0,066	0,016		0,033	0,033		
РАС	0,107	0,012	0,048	0,024	0,012		0,036	0,012	0,012	
СД	0,054	0,016	0,012	0,016	0,004	0,004	0,039	0,043		
	Альвеолярные					Постальвеолярные				
	t ⁱ	d ⁱ	ts	n ⁱ	l ⁱ	tʃ ⁱ	ʃ	ʒ	ʃ ⁱ	r
ТР	0,131	0,016		0,033	0,082	0,049	0,016		0,016	0,033
РАС	0,095	0,012	0,024	0,012		0,012	0,012	0,012		
СД	0,016	0,043	0,016	0,023	0,058			0,004		0,012

Окончание таблицы 2

	Среднеязыч ный		Заднеязычные					Глубоко- заднеязыч ный	
	j		k	kʲ	g	gʲ	x		xʲ
ТР	0,066		0,082		0,049	0,016			
РАС	0,071		0,083		0,048	0,012	0,024		0,083
СД	0,047		0,124	0,031	0,062	0,070	0,012	0,004	
	Губно–губные		Зубные		Заднеязычные				
	w	p:	ð	d:	k:	ɣ	ɣʲ		
СД	0,008	0,004	0,004	0,083	0,008	0,023	0,004		
	Гласные								
	a	e	i (i)	o	u (u)	ɨ	ɘ		
ТР	0,366	0,024	0,146 (+0,146)	0,024	0,098 (+0,024)	0,049	0,123		
РАС	0,456	0,029	0,162 (+0,044)	0,162	0,059 (+0,015)	0,044	0,029		
СД	0,414	0,120	0,155 (+0,020)	0,048	0,092 (+0,008)	0,116	0,028		

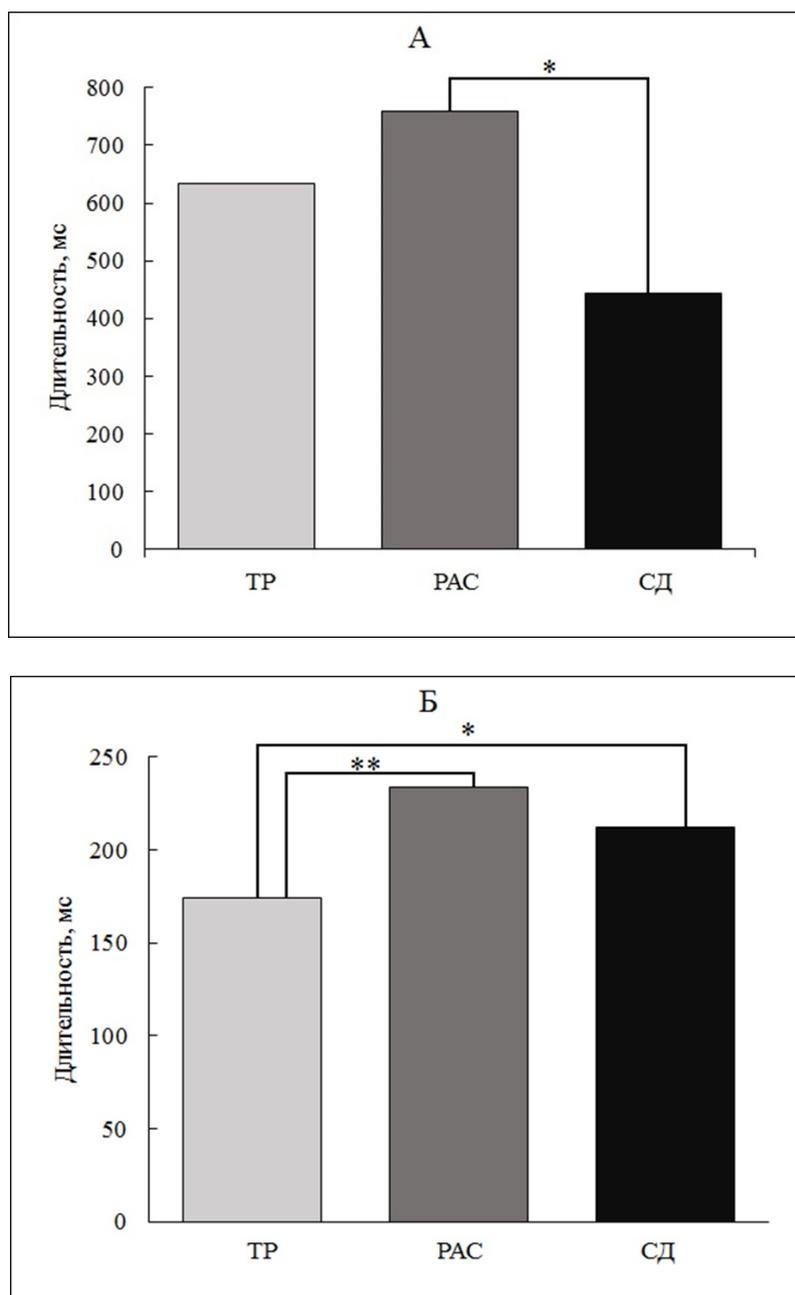
Примечание к таблице 2: в скобках указаны частота встречаемости редуцированных форм гласных: /i/ соответствует /i/, /u/ – /u/.

Значения ЧОТ слов значимо ($p < 0.01$) выше у детей с РАС по сравнению с соответствующими значениями ЧОТ у ТР детей; у детей с СД достоверно ($p < 0.01$) выше, чем у ТР сверстников (рис. 4). Значения ЧОТ ударных гласных из слов достоверно ($p < 0.01$) выше у детей с РАС по сравнению с ТР сверстниками; значения ЧОТ значимо ($p < 0.05$) выше у детей с СД, чем у ТР детей. Значения ЧОТ в словах детей и ударных гласных из слов детей с РАС и СД значимо выше соответствующих значений ЧОТ слов ТР детей, что согласуется с данными, полученными ранее на материале русского языка [Lyakso et al., 2016, 2017].

Для ударных гласных значения ВАИ значимо ($p < 0.05$) ниже для детей с СД по сравнению с детьми с РАС и ТР сверстниками (рис. 5).

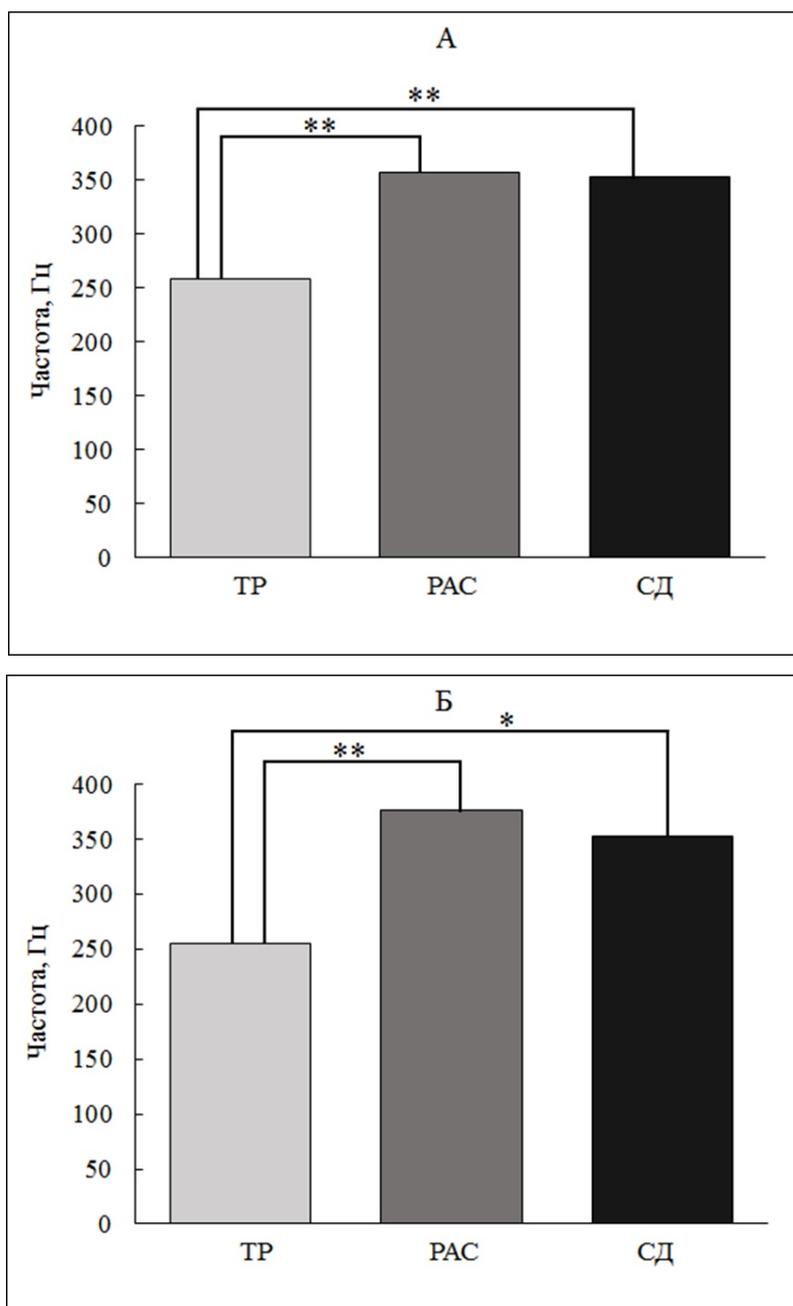
Значения ВАИ безударных гласных достоверно ($p < 0.05$) выше для детей с РАС, чем у ТР детей и детей с СД. Для речи детей с СД значения индекса артикуляции гласных наименьшие, что свидетельствует о плохо

сформированных артикуляционных движениях при произнесении гласных в словах. Данные фонетического анализа указывают на несформированность согласных фонем, их замены и употребление согласных, не типичных для русского языка. Нечёткость артикуляции у детей с СД отмечается и в работах других исследователей [Kent, Vorperian, 2013] и указывается, что она может быть обусловлена строением речевого аппарата [Markaki, Stylianou, 2011 ; Kent, Vorperian, 2013].



Р и с у н о к 3. Длительности слов (А) и ударных гласных (Б) из слов

Примечание к рисунку 3: * – $p < 0.05$, ** – $p < 0.01$ – Критерий Манна-Уитни



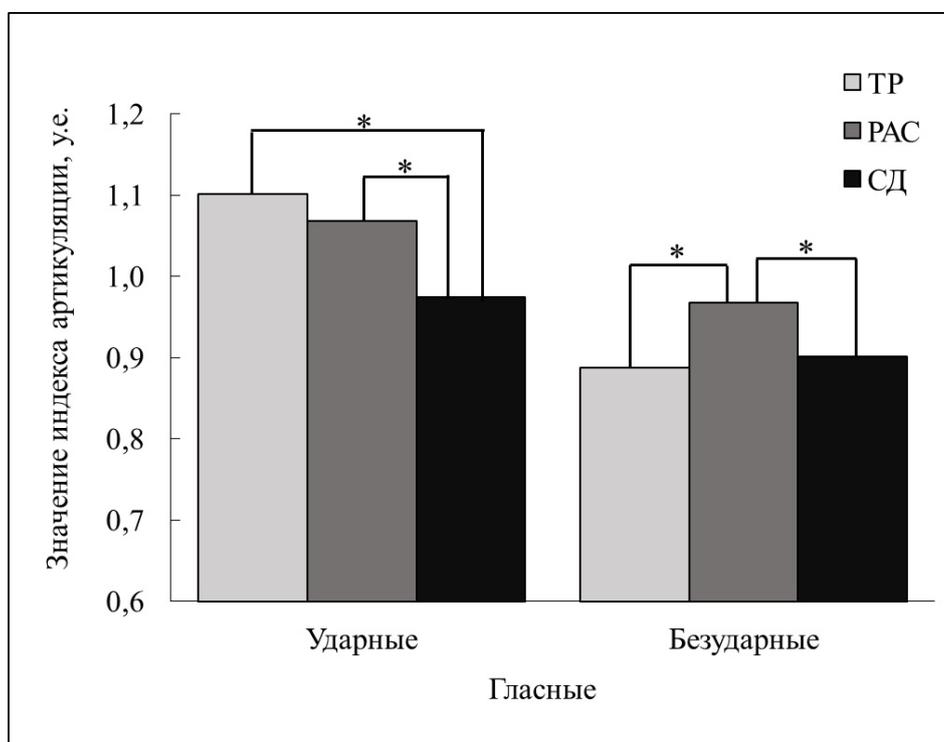
Р и с у н о к 4. Значения частоты основного тона слов (А) и ударных гласных (Б) из слов

Примечание к рисунку 4: * – $p < 0.05$, ** – $p < 0.01$ – Критерий Манна-Уитни

На основе корреляционного анализа Спирмена ($p < 0,05$) выявлены следующие зависимости.

Диагноз (РАС, СД, отсутствие диагноза – ТР дети): вероятность распознавания аудитором значения слов детей ($r = -0,400$), VAI ударных гласных ($r = -0,324$), длительность слов ($r = 0,289$), ЧОТ слов ($r = 0,452$),

длительность ударных гласных ($r = 0,663$), ЧОТ ударных гласных ($r = 0,452$).



Р и с у н о к 5. Значения индекса артикуляции ударных и безударных гласных из слов TP детей, детей с PAC и с CD

Примечание к рисунку 5: * – $p < 0,05$ – Критерий Манна-Уитни

Вероятность распознавания аудиторами значения слов детей: VAI ударных гласных ($r = 0,232$), ЧОТ слов ($r = -0,194$), длительность ударных гласных ($r = -0,210$), ЧОТ ударных гласных ($r = -0,187$).

VAI ударных гласных: длительность слов ($r = -0,190$), ЧОТ слов ($r = -0,397$), длительность ударных гласных ($r = -0,203$), ЧОТ ударных гласных ($r = -0,381$).

16 переменных, определённых на основе корреляционного анализа, взяты для факторного анализа. Выделено три фактора, включающие 8 переменных (метод вращения – Varimax raw, уровень значимости – 0.75), со следующими нагрузками.

Фактор 1 – Значения ЧОТ: ЧОТ слов (0,91), F0 max слов (0,91), F0 min слов (0,85), ЧОТ ударных гласных (0,94), F0 max ударных гласных (0,93), F0 min ударных гласных (0,90). Фактор 2 – диагноз ребёнка (0,78); фактор 3 – возраст ребёнка (0,71).

Регрессионный анализ показал связь между VAI ударных гласных и вероятностью распознавания аудиторами значения слов детей $F(1,120) = 5.492$ $p < 0,021$ (Beta = 0.241 $R^2 = 0.044$), между VAI ударных гласных и диагнозом детей $F(1,118) = 12.278$ $p < 0,001$ (Beta = -0.307 $R^2 = 0.094$) – Регрессионный анализ.

Вероятность распознавания аудиторами значения слов детей связана с диагнозом ребёнка $F(6,28) = 6.932$ $p < 0.000$ ($Beta = -0.484$ $R^2 = 0.269$) и VAI безударных гласных ($Beta = -0.239$ $R^2 = 0.269$) – Мультирегрессионный анализ. Взрослые распознают слова детей с СД хуже, чем слова детей с РАС и ТР сверстников.

4. Заключение

В работе представлены данные об особенностях речевого развития детей с расстройствами аутистического спектра и с синдромом Дауна. Выявлены различия в акустических характеристиках слов детей трёх групп и в разном распознавании взрослыми лексического значения слов детей. Показано, что взрослые хуже распознают значения слов детей с СД и РАС по сравнению с лексическим значением слов типично развивающихся сверстников.

Дети всех групп использовали в речи слова, состоящие из 1–5 слогов, простые фразы из нескольких слов. ТР дети употребляли слова, состоящие из 6 и 7 слогов, и сложные фразы по типу сложносочиненного и сложноподчиненного предложений. В речи детей с РАС и детей с СД сложные фразы отсутствуют. В лексиконе ТР детей преобладают существительные и глаголы, в лексиконе детей с РАС и детей с СД – частицы и вокализации, для которых невозможно установить лексическое значение.

Значения частоты основного тона значимо выше для слов и ударных гласных слов детей с расстройствами аутистического спектра и с синдромом Дауна по сравнению с соответствующими значениями частоты основного тона слов и ударных гласных из слов типично развивающихся детей. Длительность слов значимо выше у детей с расстройствами аутистического спектра по сравнению с длительностью слов детей с синдромом Дауна, длительность ударных гласных в словах типично развивающихся детей значимо ниже, чем в словах детей с расстройствами аутистического спектра и с синдромом Дауна.

Слова типично развивающихся детей характеризуются максимальными значениями индекса артикуляции ударных гласных. Слова детей с расстройствами аутистического спектра характеризуются высокими значениями частоты основного тона слов и ударных гласных, высокими значениями индекса артикуляции гласных. Слова детей с синдромом Дауна характеризуются максимальной длительностью слов и ударных гласных, низкими значениями индекса артикуляции ударных гласных, несформированностью большего числа типов согласных фонем по сравнению с детьми с расстройствами аутистического спектра и типично развивающимися детьми и употреблением согласных, нехарактерных для русского языка.

Благодарности

Авторы выражают благодарность всем участникам, принявшим участие в исследовании, А. В. Остроухову за проведение фонетического анализа.

Список литературы

1. Баулина, М. Е. Проблема изучения развития в онтогенезе высших психических функций детей с синдромом Дауна [Текст] / М. Е. Баулина // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – Вып. 6. – № 2. – С. 169–172.
2. Бондарко, Л. В. Фонетика современного русского языка [Текст] / Л. В. Бондарко. – СПб : Изд-во СПбГУ, 1998. – 275 с.
3. Жиянова, П. Л. Малыш с синдромом Дауна. Книга для родителей [Текст] / П. Л. Жиянова, Е. В. Поле // М. : Благотворительный фонд «Даунсайд Ап», 2009. – 203 с.
4. Иванова, М. М. Варианты речевого развития детей с синдромом Дауна [Текст] / М. М. Иванова // Дефектология. – 2015. – № 3. – С. 37–45.
5. Корпуса детской речи «INFANT.RU», «INFANT.MAVS», «CHILD.RU», «ЕмоChildRu» на материале русского языка и их использование в исследованиях речевого онтогенеза / Е. Е. Ляксо, О. В. Фролова, А. С. Григорьев, А. В. Остроухов // Теоретическая и прикладная лингвистика. – 2017. – Вып. 3. – № 1. – С. 28–58.
6. Кумин, Л. Формирование навыков общения у детей с синдромом Дауна: Руководство для родителей [Текст] / Л. Кумин ; пер. с англ. Н. С. Грозной. – Изд. 2-е, доп. – М. : Благотворительный фонд «Даунсайд Ап», 2012. – 280 с.
7. Распознавание взрослыми эмоционального состояния типично развивающихся детей и детей с расстройствами аутистического спектра [Текст]. / Е. Е. Ляксо, О. В. Фролова, А. С. Григорьев, В. Д. Соколова, К. А. Яроцкая // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2016. – Вып. 102. – № 6. – С. 729–741.
8. Сравнительный анализ характеристик голоса и речи детей типично развивающихся, с расстройствами аутистического спектра, синдромом Дауна и умственной отсталостью / Е. Е. Ляксо, О. В. Фролова, А. С. Григорьев, В. А. Городный // Речевые технологии. – 2017. – № 1–2. – С. 50–62.
9. Уровень речевого развития детей на этапе формирования навыка чтения [Текст] / Е. Е. Ляксо, О. В. Фролова, А. Г. Смирнов, А. В. Куражова, Ю. С. Гайкова, Е. Д. Бедная, А. С. Григорьев // Психологический журнал. – 2012. – Т. 33. – № 1. – С. 73–87.
10. Abnormal speech spectrum and increased pitch variability in young autistic children [Text] / Y. S. Bonneh, Y. Levanon, O. Dean-Pardo, L. Lossos, Y. Adini // Frontiers in Human Neuroscience. – 2011. – № 4. – P. 237.
11. Articulatory changes in muscle tension dysphonia: Evidence of vowel space expansion following manual circumlaryngeal therapy [Text] / N. Roy, S. L. Nissen, C. Dromey, S. Sapir // Journal of communication disorders. – 2009. – Vol. 42. – № 2. – P. 124–135.
12. Bunton, K. An evaluation of articulatory working space area in vowel production of adults with Down syndrome [Text] / K. Bunton, M. Leddy // Clinical linguistics and phonetics. – 2011. – Vol. 25. – № 4. – P. 321–334.
13. Dodd, B. Speech disorder in children with Down's syndrome [Text] / B. Dodd, L. Thompson // Journal of Intellectual Disability Research. – 2001. – Vol. 45. – № 4. – P. 308–316.

14. IPA for Russian [Electronic Resource]. – URL : <https://www.lonweb.org/links/russian/lang/006.htm>.
15. Kanner, L. Autistic disturbances of affective contact [Text] / L. Kanner // *Nervous Child*. – 1943. – № 2. – P. 217–250.
16. Kent, R. D. Speech impairment in Down syndrome: A review [Text] / R. D. Kent, H. K. Vorperian // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. – 2013. – Vol. 56. – № 1. – P. 178–210.
17. Lyakso, E. A comparison of acoustic features of speech of typically developing children and children with autism spectrum disorders [Text] / E. Lyakso, O. Frolova, A. Grigorev // *Speech and Computer. SPECOM 2016. Lecture Notes in Computer Science*. – 2016. – Vol. 9811. – P. 43–50.
18. Lyakso, E. Perception and Acoustic Features of Speech of Children with Autism Spectrum Disorders [Text] / E. Lyakso, O. Frolova, A. Grigorev // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2017. – Vol. 10458. – P. 602–612.
19. Markaki, M. Voice pathology detection and discrimination based on modulation spectral features [Text] / M. Markaki, Y. Stylianou // *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*. – 2011. – Vol. 19. – № 7. – P. 1938–1948.
20. Sounds of melody–Pitch patterns of speech in autism [Text] / M. Sharda, T. P. Subhadra, S. Sahaya, Ch. Nagaraja, L. Singh, R. Mishra, A. Sen, N. Singhal, D. Erickson, N. Singh // *Neuroscience Letters*. – 2010. – Vol. 478. – № 1. – P. 42–45.
21. Spectral analysis of the voice in Down syndrome [Text] / G. Albertini, S. Bonassi, V. Dall’Armi, I. Giachetti, S. Giaquinto, M. Mignano // *Research in developmental disabilities*. – 2010. – Vol. 31. – № 5. – P. 995–1001.
22. Speech intonation in children with autism spectrum disorder [Text] / Y. Nakai, R. Takashima, T. Takiguchi, S. Takada // *Brain and Development*. – 2014. – Vol. 36. – № 6. – P. 516–522.
23. Toward objective classification of childhood autism: Childhood Autism Rating Scale (CARS) [Text] / E. Schopler, R. J. Reichler, R. F. DeVellis, K. Daly // *Journal of autism and developmental disorders*. – 1980. – Vol. 10. – № 1. – P. 91–103.
24. Voice parameters in children with Down syndrome [Text] / C. P. Moura, L. M. Cunha, H. Vilarinho, M. J. Cunha, D. Freitas, M. Palha, M. Pais–Clemente // *Journal of Voice*. – 2008. – Vol. 22. – № 1. – P. 34–42.
25. Vorperian, H. K. Vowel Acoustic Space Development in Children: A Synthesis of Acoustic and Anatomic Data [Text] / H. K. Vorperian, R. D. Kent // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. – 2007. – Vol. 50. – № 6. – P. 1510–1545.

References

1. Albertini, G., Bonassi, S., Dall’Armi, V., Giachetti, I., Giaquinto, S., Mignano, M. (2010). Spectral analysis of the voice in Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 31 (5), 995–1001.
2. Baulina, M. E. (2015). Problema izucheniya razvitiya v ontogeneze vysshih psikhicheskikh funktsiy detey s sindromom Dauna [Problem of study of development of higher mental functions in children with Down syndrome in

- ontogenesis]. *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk* [Actual problems of humanities and natural sciences], 6 (2), 169-172.
3. Bondarko, L. V. (1998). *Fonetika sovremennogo russkogo yazyka* [Phonetics of modern Russian]. Saint-Petersburg.
 4. Bonne, Y. S., Levanon, Y., Dean-Pardo, O., Lossos, L., Adini, Y. (2011). Abnormal speech spectrum and increased pitch variability in young autistic children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 237.
 5. Bunton, K., Leddy, M. (2011). An evaluation of articulatory working space area in vowel production of adults with Down syndrome. *Clinical linguistics and phonetics*, 25 (4), 321–334.
 6. Dodd, B., Thompson, L. (2001). Speech disorder in children with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45 (4), 308–316.
 7. IPA for Russian [Electronic resource]. Retrieved from <<https://www.lonweb.org/links/russian/lang/006.htm>>.
 8. Ivanova, M. M. (2015). Varianty rechevogo razvitiya detey s sindromom Dauna [Variants of speech development of children with Down syndrome]. *Defektologiya* [Defectology], 3, 37–45.
 9. Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217–250.
 10. Kent, R. D., Vorperian, H. K. (2013). Speech impairment in Down syndrome: A review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56 (1), 178–210.
 11. Kumin, L. (2012). *Formirovanie navykov obshcheniya u detey s sindromom Dauna: Rukovodstvo dlja roditeley* [Communication skills in children with Down syndrome: A guide for parents]. Moscow.
 12. Lyakso, E. E., Frolova, O. V., Grigorev, A. S., Gorodnyi, V. A. (2017). Sravnitel'nyy analiz kharakteristik golosa i rechi detey tipichno razvivayushchihhsya, s rasstroystvami autisticheskogo spektra, sindromom Dauna i umstvennoy otstalost'yu [Comparative analysis of the voice and speech features of children typically developing, with autism spectrum disorders, Down syndrome and mental retardation]. *Rechevye tehnologii* [Speech technology], 1–2, 50–62.
 13. Lyakso, E. E., Frolova, O. V., Grigorev, A. S., Ostroukhov, A. V. (2017). Korpusa detskoj rechi «INFANT.RU», «INFANT.MAVS», «CHILD.RU», «EmoChildRu» na materiale russkogo yazyka i ikh ispol'zovanie v issledovaniyah rechevogo ontogeneza [«INFANT.RU», «INFANT.MAVS», «CHILD.RU», «EmoChildRu» Russian children speech corpora and their application in research of ontogenesis of speech]. *Teoreticheskaya i prikladnaya lingvistika* [Theoretical and Applied Linguistics], 3 (1), 28–58.
 14. Lyakso, E. E., Frolova, O. V., Grigorev, A. S., Sokolova, V. D., Yarotskaya, K. A. (2016). Raspoznavanie vzroslymi emotsional'nogo sostoyaniya tipichno razvivayushchihhsya detey i detey s rasstroystvami autisticheskogo spektra [Recognition of adults emotional state of typically developing children and children with autism spectrum disorders]. *Rossiyskiy Fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova* [Neuroscience and Behavioral Physiology – Sechenov Physiology Journal], 102 (6), 729–741.
 15. Lyakso, E. E., Frolova, O. V., Smirnov, A. G., Kurazhova, A. V., Gaykova, Yu. S., Bednaya, E. D., Grigorev, A. S. (2012). Uroven' rechevogo razvitiya detey na etape

- formirovaniya navyka chtenia [Speech development level of children at the stage of reading skills formation]. *Psikhologicheskiy zhurnal* [Behavioral Psychology Journal], 33 (1), 73–87.
16. Lyakso, E., Frolova, O., Grigorev, A. (2016). 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*, 9811, 43–50.
 17. Lyakso, E., Frolova, O., Grigorev, A. (2017). Perception and Acoustic Features of Speech of Children with Autism Spectrum Disorders. *Lecture Notes in Computer Science*, 10458, 602–612.
 18. Markaki, M., Stylianou, Y. Voice pathology detection and discrimination based on modulation spectral features. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 19 (7), 1938–1948.
 19. Moura, C. P., Cunha, L. M., Vilarinho, H., Cunha, M. J., Freitas, D., Palha, M., Pais-Clemente, M. (2008). Voice parameters in children with Down syndrome. *Journal of Voice*, 22 (1), 34–42.
 20. Nakai, Y., Takashima, R., Takiguchi, T., Takada, S. (2014). Speech intonation in children with autism spectrum disorder. *Brain and Development*, 36 (6), 516–522.
 21. Roy, N., Nissen, S. L., Dromey, C., Sapir, S. (2009). Articulatory changes in muscle tension dysphonia: Evidence of vowel space expansion following manual circumlaryngeal therapy. *Journal of communication disorders*, 42 (2), 124–135.
 22. Schopler, E., Reichler, R. J., DeVellis, R. F., Daly, K. (1980). Toward objective classification of childhood autism: Childhood Autism Rating Scale (CARS). *Journal of autism and developmental disorders*, 10 (1), 91–103.
 23. Sharda, M., Subhadra, T. P., Sahaya, S., Nagaraja, Ch., Singh, L., Mishra, R., Sen, A., Singhal, N., Erickson, D., Singh, N. (2010). Sounds of melody–Pitch patterns of speech in autism. *Neuroscience Letters*, 478 (1), 42–45.
 24. Vorperian, H. K., Kent, R. D. (2007). Vowel Acoustic Space Development in Children: A Synthesis of Acoustic and Anatomic Data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50 (6), 1510–1545.
 25. Zhiyanova, P. L., Pole, E. V. (2009). *Malysh s sindromom Dauna. Kniga dlya roditeley* [Baby with Down syndrome. A book for parents]. Moscow.