

Научная статья
УДК 81'33
doi: 10.17223/15617793/510/4

Интонационные характеристики речи детей 8–9 лет с типичным развитием и умственной отсталостью

Мария Ильинична Павликова¹, Ольга Владимировна Фролова², Елена Евгеньевна Ляксо³

^{1, 2, 3} Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

¹ m.pavlikova@spbu.ru

² o.v.frolova@spbu.ru

³ e.lyakso@spbu.ru

Аннотация. Исследование направлено на определение особенностей интонационных характеристик речи детей 8–9 лет с умственной отсталостью легкой степени и типичным развитием. Проведен перцептивный и спектрографический анализ речи детей. Выявлены различия в интонационных характеристиках речи типично развивающихся детей и детей с умственной отсталостью. Описаны способы реализации словесного и фразового ударения в речи детей 8–9 лет с умственной отсталостью и типичным развитием.

Ключевые слова: речь, интонационные характеристики, акустические характеристики, дети, типичное развитие, умственная отсталость легкой степени

Источник финансирования: исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект РНФ № 22-45-02007).

Для цитирования: Павликова М.И., Фролова О.В., Ляксо Е.Е. Интонационные характеристики речи детей 8–9 лет с типичным развитием и умственной отсталостью // Вестник Томского государственного университета. 2025. № 510. С. 42–51. doi: 10.17223/15617793/510/4

Original article
doi: 10.17223/15617793/510/4

Intonational characteristics of speech of 8–9-year-old children with typical development and intellectual disabilities

Mariya I. Pavlikova¹, Olga V. Frolova², Elena E. Lyakso³

^{1, 2, 3} St Petersburg University, Saint Petersburg, Russian Federation

¹ m.pavlikova@spbu.ru

² o.v.frolova@spbu.ru

³ e.lyakso@spbu.ru

Abstract. The study is aimed at determining the peculiarities of the intonation characteristics of the speech of 8–9-year-old children with intellectual disabilities and typical development. This work is part of the research of speech mastering in children with typical and atypical development in ontogenesis; individual intonation features of children are described. The study involved 10 children: five boys with typical development and five boys with intellectual disabilities. An auditory perceptual experiment to assess the emotionality, intelligibility of child speech and determine emphasized words in utterances (stressed words in the phrase) was conducted. The participants of the perceptual experiment were five adult Russian native speakers – researchers with experience in the field of child speech. A spectrographic analysis of children's speech was carried out in the Praat v.5.3.64 program. The number of words in utterances, the duration of utterances and vowels in words, the pitch values (average, maximum, minimum) were determined, and the pitch range values of utterances and stressed vowels in words were calculated. Differences in the intonation characteristics of the speech of typically developing children and children with intellectual disabilities were revealed. The individual features of the speech of children in each group were determined. The differences between groups of children with intellectual disabilities and typical development in speech intelligibility, the number of words in utterance, the speech rate, the duration of utterances and stressed vowels in words, and the pitch values of utterances were revealed. The ways of word and phrasal stress realization in the speech of the children with intellectual disabilities and typical development were described. Significant differences in the pitch range between words emphasized by intonation and other words in the utterance were not identified in children with intellectual disabilities. The analysis of the individual features of children's speech showed that phrasal stress in children with intellectual disabilities is not realized by the entire set of acoustic characteristics specific for the speech of typically developing peers.

Keywords: speech, intonation characteristics, acoustic characteristics, children, typical development, mild intellectual disabilities

Financial support: The study is supported by the Russian Science Foundation, Project No. 22-45-02007.

For citation: Pavlikova, M.I., Frolova, O.V. & Lyakso, E.E. (2025) Intonational characteristics of speech of 8–9-year-old children with typical development and intellectual disabilities. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 510. pp. 42–51. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/510/4

Введение

Интонация позволяет различать смысловые оттенки высказываний и определять эмоциональное состояние говорящего. Интонация складывается из нескольких компонентов: частоты основного тона голоса, интенсивности, длительности и темпа, пауз, тембра. Все компоненты интонации, кроме пауз, обязательно присутствуют в высказывании и тесно взаимодействуют друг с другом [1]. Мелодика, т.е. динамическое изменение частоты основного тона высказывания или отдельных его элементов, служит для выражения коммуникативного типа высказывания – повествовательного, вопросительного, повелительного и незавершенного. Интенсивность вместе с мелодикой оформляет фразовое и логическое ударение, позволяя делить фразы на законченные смысловые отрезки (синтагмы) и делать акцент на отдельных словах [2]. Словесное ударение является средством фонетического объединения слова в одно целое за счет выделения одного из слогов в слове (ударного), который «подчиняет» остальные (безударные) [3]. Основными акустическими параметрами словесного ударения в русском языке считаются длительность и спектральные характеристики гласных [4]. Темп – скорость произнесения элементов речи, является индивидуальной характеристикой говорящего, может быть обусловлен ситуацией и эмоциональным состоянием. Пауза представляет собой перерыв в артикуляции (отсутствие звука). Тембр, акустическим коррелятом которого служит спектральная характеристика звука, используется для выражения эмоций и придания голосу специфического оттенка звучания [1].

Дети с типичным развитием (ТР) овладевают элементами интонации в соответствии с определенными закономерностями: первые интонации являются экспрессивными, выражающими эмоциональное состояние [5]. В обзоре [6] высказана точка зрения о том, что дети начинают контролировать некоторые характеристики интонации (частоту основного тона) после произнесения первых слов, но до появления комбинаций из двух слов. Работы других исследователей указывают, что уже в характеристиках плача новорожденных находят отражение интонационные паттерны языковой среды, и это обусловлено пренатальным слуховым опытом ребенка [7, 8]. Отмечают, что изменение интонационных характеристик младенческих вокализаций на протяжении первого года жизни связано с «познавательным» и двигательным развитием [9].

Данные об освоении детьми интонации свидетельствуют о том, что просодическое развитие подчинено когнитивному развитию категорий, которые интонация должна выражать, и поэтому является постепенным и нелинейным [10, 11]. Это развитие различно в

разных языках – у англоязычных детей в четырехлетнем возрасте наблюдается отсутствие взрослой ритмической структуры фразы, тогда как французскими детьми эта черта уже приобретена [12]. Англоговорящие дети начинают использовать просодию фразового ударения, подобную взрослой, в возрасте от 3 до 5 лет [13]. В более позднем исследовании на материале английского языка показано [14], что несмотря на то, что дети осваивают основные просодические средства к 5 годам, в младшем школьном возрасте интонация продолжает формироваться. Это касается понимания интонации собеседника (акцента на определенных словах или группах слов в высказывании) и использования интонации в собственной речи. В школьном возрасте продолжает формироваться ритмическая структура высказывания [15]. Отмечают, что исследования возрастной динамики интонационных характеристик спонтанной речи детей школьного возраста немногочисленны [15]. Существуют значимые индивидуальные различия между детьми при освоении интонации, а некоторые аспекты интонационной системы (данные для британского английского языка), вероятно, никогда не усваиваются или, по крайней мере, не используются постоянно даже взрослыми [14].

Для русскоговорящих детей показано, что словесное ударение начинает формироваться в начале 3-го года жизни ребенка [16]. В словах детей 4–5 лет длительность ударных гласных выше, чем безударных, причем разница между стационарной частью гласных и общей длительностью ударных гласных больше, чем безударных гласных [17]. Вопросительную интонацию русскоязычные дети осваивают в 2–3 года, повышение или понижение тона – в 3–4 года, логическое ударение – в 5 лет [18].

Нарушения интонации характерны для пациентов с расстройствами аутистического спектра, специфическими нарушениями речи, афазией, апраксией, нарушениями слуха, повреждениями головного мозга (например, обзор [19], синдром Дауна [20], умственная отсталость [21]).

Умственная отсталость (УО) – гетерогенная группа состояний, обусловленных врожденным или рано приобретенным (до 3 лет) недоразвитием психики с выраженной недостаточностью интеллекта: когнитивных, речевых, социальных способностей. Выделяют умственную отсталость легкой (F70), умеренной (F71), тяжелой (F72) и глубокой (F73) степени [22]. Причинами УО могут быть врожденные и средовые факторы, действующие во время внутриутробного развития, родов или в раннем возрасте [23, 24]. Умственная отсталость может быть связана с генетическими синдромами (синдром Дауна, Вильямса). Если УО не обусловлена установленными генетическими синдромами или диагнозом

«детский церебральный паралич», то говорят о «неспецифических» интеллектуальных нарушениях [25] или о «неуточненной этиологии» [26].

Развитие речи у УО детей протекает с выраженным опозданием и отклонением [27]. Дети с нарушением интеллекта начинают говорить на 2–3 года позже нормально развивающихся сверстников. Исследователи отмечают, что у 40% детей с УО первые слова появляются к концу третьего года жизни, у 70% происходит запаздывание в развитии речи [28]. Медленное формирование лексикона приводит к трудностям в понимании устной речи [29]. У детей с УО нарушена фонематическая сторона речи, искажена грамматика [25, 30]. Дети дошкольного возраста с УО легкой степени, в отличие от ТР детей, в диалогах с взрослыми практически не используют сложноподчиненные предложения и реплики, представленные несколькими предложениями [31].

В исследованиях с применением перцептивных экспериментов и инструментального акустического анализа речи детей показано, что взрослые носители языка хуже понимают смысл высказываний детей 5–7 лет с УО, чем их сверстников с ТР [31, 32]. При прослушивании высказываний детей с УО взрослые затрудняются с определением слов, на которые падает фразовое ударение [32]. Анализ акустических характеристик речи показал, что значения частоты основного тона (высоты голоса, ЧОТ), диапазона ЧОТ, длительности гласных у дошкольников с УО выше, чем у их сверстников с ТР [31–33]. Интонационно выделенные слова у детей с УО характеризуются более высокими значениями ЧОТ ударных гласных и большим разнообразием мелодических контуров, чем у детей с ТР [32]. Артикуляция у детей с УО дошкольного возраста менее четкая, чем у детей с ТР [31, 33].

Среди детей школьного возраста с легкими и умеренными интеллектуальными нарушениями высока распространенность речевых и языковых расстройств (71,3%) [34]. Младшие школьники с УО обладают большим пассивным словарем, чем активным, использование и понимание речи у них затруднено, характерны нарушения фонематической стороны речи: звуков, ударений, что делает речь малопонятной [30]. Описаны затруднения в фонологической обработке у детей школьного возраста с интеллектуальными нарушениями [26], приводящие, наряду с другими факторами – медленным развитием устной речи, дефицитом рабочей памяти – к проблемам при освоении навыка чтения [29]. Младшие и старшие школьники с УО неправильно используют интонационные средства речевой выразительности: темп и тембр, мелодику, логическое ударение. Их речь монотонна, бедна интонациями, засорена паузами и словами-паразитами, характерны повторения слов, ускорение или замедление темпа [35]. Данные о формировании интонационных характеристик речи школьников с УО, воспитывающихся в русскоязычной среде, основанные на инструментальном анализе речи, отсутствуют.

Настоящая работа является частью исследований, направленных на изучение становления в онтогенезе речи детей с типичным и атипичным развитием [36] и

посвящена описанию индивидуальных особенностей интонационных характеристик речи детей.

Цель работы – определить различия в интонационных характеристиках речи детей 8–9 лет с типичным развитием и умственной отсталостью легкой степени.

Методика исследования

В исследовании приняли участие 10 детей 8–9 лет: 5 детей (мальчики) с типичным развитием (группа ТР) и 5 детей (мальчики) с диагнозом умственная отсталость легкой степени (группа УО, интеллектуальные нарушения не связаны с генетическими синдромами и диагнозом «детский церебральный паралич»). В исследовании приняли участие мальчики, так как среди лиц мужского пола умственная отсталость встречается примерно в 1,5 раза чаще, чем среди лиц женского, особенно при легкой форме УО [37].

Аудиозаписи речи сделаны при тестировании детей по методике оценки эмоционального развития (CEDM) [38]. ТР детей записывали в общеобразовательной школе (г. Санкт-Петербург), детей с УО – в детском доме (г. Санкт-Петербург). Записи речи произведены на цифровой магнитофон «Marantz PMD660» с выносным микрофоном «Sennheizer e835S», поведения детей – на видеокамеру «Sony HDR-CX560E». Параметры звуковых файлов: частота дискретизации 48 000 Гц, разрядность 16 бит, формат аудиофайлов – WAV.

Для анализа выбраны реплики (высказывания) детей из модельной ситуации диалог с экспериментатором. Экспериментатор задавал ребёнку стандартные вопросы – о друзьях, школе, прогулках, посещении музеев, занятиях. Всего получено 285 высказываний детей ТР и 251 высказывание детей с УО. Реплики были как односложные, например ответ «Да», так и включали развернутые ответы из 1–3 предложений.

Использованы два метода анализа детской речи: перцептивный эксперимент и инструментальный анализ.

1. В *перцептивном эксперименте* приняли участие 5 взрослых аудиторов – исследователей с опытом работы (более 7 лет) с детской речью (средний возраст 38 ± 4 лет). Аудиторы прослушивали по 10 высказываний каждого ребенка и заполняли анкету, в которой оценивали эмоциональность высказывания (эмоции выражены / эмоции не выражены), тип предложения (повествовательное, вопросительное, восклицательное, незавершенное), отмечали, понятно высказывание или нет (оценивали разборчивость речи ребенка). Для каждого высказывания ребенка аудиторы указывали интонационно выделенные слова, т.е. слова, на которые ребенок делал фразовое ударение. Для каждого слова считали вероятность его отнесения аудиторами к интонационно выделенному слову. За интонационно выделенные слова принимали те, для которых вероятность ответов аудиторов составляла 0,6 и выше, т.е. минимум 60% аудиторов отметили данное слово как интонационно выделенное.

2. *Инструментальный анализ* высказываний детей проводился в программе Praat v.5.3.64 (www.praat.org). Определяли показатели: число слов в высказываниях;

длительность высказываний; темп речи (фонем/с) – отношение количества всех фонем в словах к длительности высказывания; длительность ударных и безударных гласных в словах; среднее, минимальное и максимальное значение ЧОТ высказывания; значения диапазона ЧОТ высказывания, как разность между максимальным и минимальным значением ЧОТ высказывания; среднее, минимальное и максимальное значение ЧОТ гласных в словах; значения диапазона ЧОТ ударных гласных как разность между максимальным и минимальным значением ЧОТ ударных гласных.

Для описания особенностей фразового ударения у детей с ТР и детей с УО сравнивали характеристики слов, отнесенных аудиторами к интонационно выделенным, и других слов в высказывании; для описания словесного ударения – характеристики ударных и безударных (предударных и заударных) гласных в словах.

Полученные данные обрабатывали статистически (в программном пакете Statistica 12). Осуществляли анализ данных с использованием корреляционного анализа (коэффициент корреляции Пирсона), дисперсионного анализа (ANOVA), апостериорного сравнения групповых средних (post-hoc сравнение методом LSD Фишера) и методов непараметрической статистики (критерий разности долей, метод Краскела–Уоллиса).

Исследование проведено при поддержке Этического Комитета СПбГУ.

Результаты

1. *Перцептивный анализ* реплик детей показал, что разборчивость речи детей с УО значимо ниже, чем речи детей с ТР (тест равенства долей: $p < 0,001$). Смысл высказываний детей с ТР понятен аудиторам в 98,4% случаев, детей с УО – в 72,0% случаев. При этом все высказывания одного ребенка с УО (Ант., 8 лет) были понятны аудиторам, т.е., по данному показателю ребенок не отличался от группы детей с ТР.

В табл. 1 представлены индивидуальные характеристики речи детей согласно ответам аудиторов.

По количеству эмоциональных высказываний между группами детей достоверные различия не выявлены. Все дети в диалоге использовали в основном повествовательные предложения (89,2% высказываний детей с ТР; 79,2% высказываний детей с УО). Дети с УО чаще, чем ТР дети, произносили восклицательные предложения (17,2 и 10,4% соответственно). Вопросительные и незавершенные предложения у детей встречались в единичных случаях (менее 10% в обеих группах) (см. табл. 1).

Согласно ответам аудиторов, количество интонационно выделенных слов в высказываниях у детей с УО и ТР не различается (тест Краскела–Уоллиса: $H(1, N = 100) = 1,358$ $p = 0,244$). Вероятность отнесения слов к интонационно выделенным у детей с УО составила 0,71, у детей с ТР – 0,76. У одного ребенка с УО (Андр., 8 лет) точность определения интонационно выделенных слов превышала остальных детей с УО и составила 0,90 (ANOVA, LSD тест: $p < 0,05$).

2. *Инструментальный анализ* показал, что речь детей с ТР и детей с УО отличается по ряду показателей: числу слов в высказываниях, темпу речи (рис. 1), длительности высказываний, длительности гласных в словах (см. табл. 2).

Число слов в высказываниях детей с ТР больше, чем в высказываниях детей с УО (рис. 1, а) (тест Краскела–Уоллиса: $H(1, N = 100) = 22,386$ $p < 0,001$). У детей с ТР среднее число слов в высказывании – 11 ± 8 (среднее $\pm$ стандартное отклонение), у детей с УО – 5 ± 3 слов. Один ребенок группы ТР (П., 9 лет) и один ребенок с УО (Д., 9 лет) использовали по 7 ± 1 слов в реплике.

Темп речи детей с ТР значительно выше, чем у детей с УО (рис. 1, б) (тест Краскела–Уоллиса: $H(1, N = 100) = 29,034$ $p < 0,001$). Темп речи у детей с ТР составляет $9,2 \pm 2,4$ фонем/с, у детей с УО – $6,3 \pm 1,7$ фонем/с. У одного ребенка с УО (Ант., 8 лет) темп речи соответствует темпу речи детей с ТР.

Длительность высказываний детей с ТР выше, чем длительность высказываний детей с УО ($H(1, N = 537) = 69,065$ $p < 0,001$) при большой индивидуальной вариативности (табл. 2).

Таблица 1

Количество ответов аудиторов на вопросы анкеты при прослушивании высказываний детей, %

Группа детей	Дети	Смысл понятен	Эмоции выражены	Повествовательные	Вопросительные	Восклицательные	Неоконченные
ТР	А., 8 лет	98	64	74	0	24	2
ТР	Р., 8 лет	96	68	90	10	8	4
ТР	С., 8 лет	100	36	94	0	8	4
ТР	М., 9 лет	100	50	92	2	8	4
ТР	П., 9 лет	98	40	96	0	4	8
Среднее для ТР		98,4	51,6	89,2	2,4	10,4	4,4
УО	Андр., 8 лет	92	60	70	2	28	4
УО	Ант., 8 лет	100	22	96	4	2	2
УО	Э., 8 лет	52	66	70	4	28	2
УО	Д., 9 лет	70	66	74	10	14	8
УО	Я., 9 лет	46	42	86	0	14	8
Среднее для УО		72,0	51,2	79,2	4,0	17,2	4,8

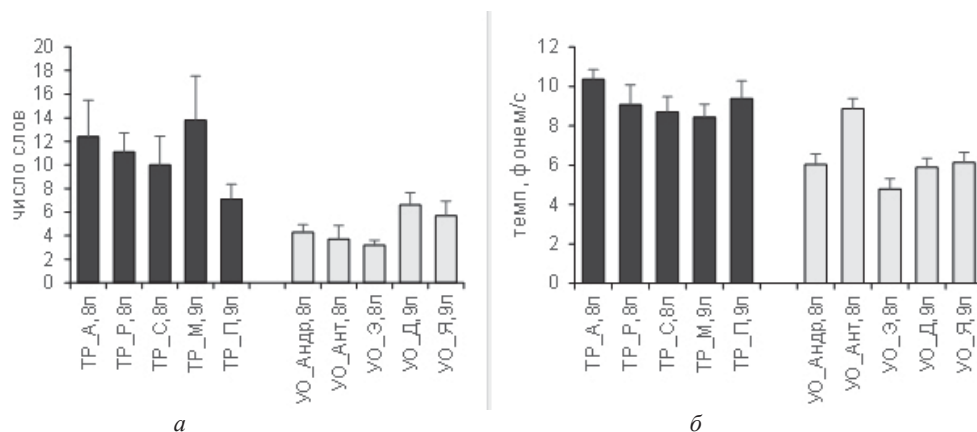


Рис. 1. Число слов в высказываниях детей и темп речи детей. По оси абсцисс – условное обозначение ребенка, по оси ординат: а – число слов в реплике, б – темп, фонем/с (Условные обозначения для каждого ребенка – группа; метка имени и возраст. Черный цвет – данные по детям с ТР; серый – по детям с УО; ошибка среднего)

Таблица 2

Число высказываний и их длительность у детей с ТР и с УО

Группа детей	Дети	Число высказываний	Длительность, с			
			Среднее	Станд. откл.	Минимальная	Максимальная
ТР	А., 8 лет	52	5,243	5,316	0,664	24,875
ТР	Р., 8 лет	53	3,775	4,213	0,414	26,364
ТР	С., 8 лет	51	5,829	6,597	0,637	38,362
ТР	М., 9 лет	43	5,618	6,054	0,523	30,947
ТР	П., 9 лет	87	3,106	3,297	0,252	16,370
Среднее для ТР		57	4,714	5,095	0,498	27,384
УО	Андр., 8 лет	41	2,042	1,910	0,313	10,354
УО	Ант., 8 лет	39	1,541	1,580	0,323	8,304
УО	Э., 8 лет	95	1,700	2,343	0,313	15,839
УО	Д., 9 лет	47	2,757	2,619	0,525	9,657
УО	Я., 9 лет	29	1,792	1,355	0,637	5,483
Среднее для УО		50	1,966	1,961	0,422	0,927

Длительность гласных в словах детей с ТР составляет 115 ± 3 мс для ударных и 78 ± 2 мс для безударных гласных; у детей с УО средняя длительность ударных гласных – 161 ± 107 мс, безударных – 107 ± 22 мс. Различия по длительности гласных между группами детей с ТР и УО достоверны: $H(1, N = 595) = 92,012$ $p < 0,001$ для ударных гласных и $H(1, N = 513) = 71,986$ $p < 0,001$ для безударных гласных.

У ребенка Ант., 8 лет (УО) длительность гласных самая короткая среди детей с УО и соответствует значениям детей с ТР.

Корреляция темпа речи и длительности ударных гласных высокая – 0,88 ($p = 0,001$), для безударных гласных – 0,80 ($p = 0,005$). Таким образом, медленный темп речи детей с УО связан с увеличением длительности гласных в словах.

У детей с ТР и детей с УО ударные гласные в словах имеют достоверно большую длительность, чем предударные, – у всех детей (ANOVA: LSD-test: $p < 0,01$ – ТР дети; $p < 0,05$ – дети с УО), большую длительность, чем заударные, – у четырех детей с ТР (за исключением Р., 8 лет) и четырех детей с УО (за исключением Я., 9 лет) ($p < 0,05$) (рис. 2).

Выявлены различия между группами детей по значениям средней ЧОТ высказывания: у детей с УО значения выше (270 ± 18 Гц), чем у ТР детей (244 ± 12 Гц) ($H(1, N = 100) = 23,998$, $p < 0,001$); по значениям минимальной ЧОТ высказываний: у детей с УО – 215 ± 25 Гц, у детей с ТР – 187 ± 19 Гц. По значениям максимальной ЧОТ высказываний группы детей не различаются (рис. 3).

По диапазону ЧОТ высказываний дети различаются между собой, групповые различия не выявлены. Значения диапазона ЧОТ высказываний детей с ТР – 153 ± 53 Гц, детей с УО – 131 ± 54 Гц. Наименьшая (105 ± 46 Гц) и наибольшая (206 ± 50 Гц) вариативности ЧОТ обнаружены у детей с ТР (С., 8 лет и Р., 8 лет соответственно).

Фразовое ударение может сопровождаться увеличением диапазона ЧОТ на ударном гласном интонационно выделенного слова по сравнению с другими словами высказывания. Такой способ фразового ударения зафиксирован у четырех детей с ТР (за исключением П., 9 лет) (табл. 3). Достоверные различия между интонационно выделенными и другими словами высказывания по диапазону ЧОТ обнаружены у трех детей с ТР – за счет подъема тона на интонационно выделен-

ном слове, у двух ТР детей – при падении тона на интонационно выделенном слове (тест Краскела–Уоллиса: $p < 0,05$).

Достоверные различия между интонационно выделенными и другими словами в высказывании по диапазону ЧОТ у детей с УО не обнаружены.

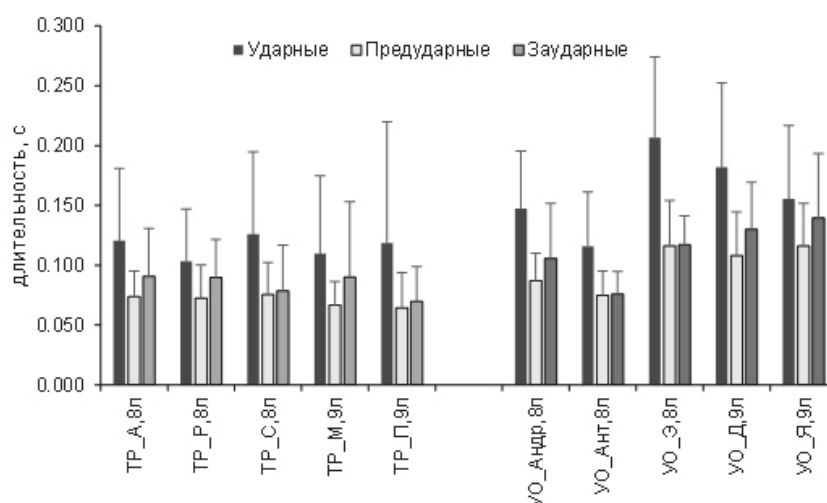


Рис. 2. Длительность ударных, предударных и заударных гласных в словах детей с ТР и УО. По оси абсцисс – условное обозначение ребенка (см. на рис. 1); по оси ординат – длительность, с. Черный цвет – длительность ударных гласных, светло-серый – предударных, темно-серый – заударных гласных в словах детей; стандартное отклонение)

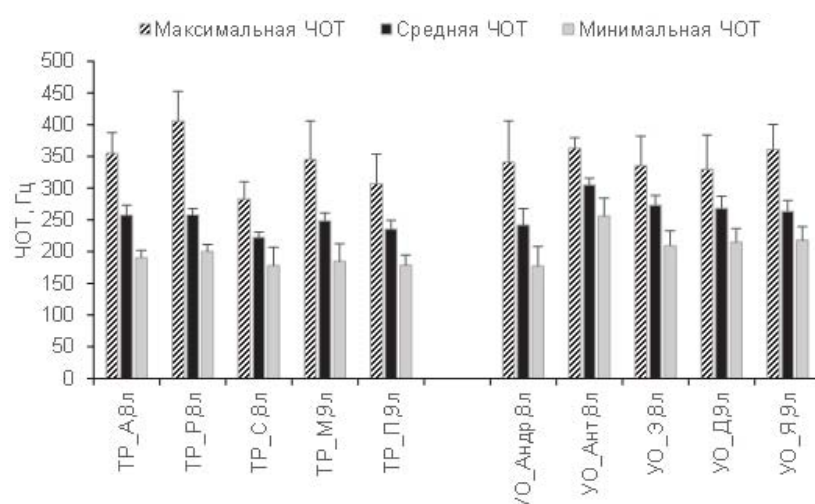


Рис. 3. Значения ЧОТ высказываний у детей с ТР и УО. По оси абсцисс – условное обозначение ребенка (как на рис. 1), по оси ординат – ЧОТ, Гц (Штриховка – максимальные значения ЧОТ, черный цвет – средние значения ЧОТ, серый – минимальные значения ЧОТ; стандартное отклонение)

Таблица 3
Различия между интонационно выделенными и другими словами в высказываниях детей по значениям диапазона ЧОТ и длительности ударных гласных

Группа детей	Дети	Диапазон ЧОТ		Длительность
		Подъем ЧОТ	Спадание ЧОТ	
ТР	А., 8 лет	–	*	–
ТР	Р., 8 лет	***	–	**
ТР	С., 8 лет	**	*	***
ТР	М., 9 лет	*	–	***
ТР	П., 9 лет	–	–	**
УО	Андр., 8 лет	–	–	–
УО	Ант., 8 лет	–	–	**
УО	Э., 8 лет	–	–	–
УО	Д., 9 лет	–	–	**
УО	Я., 9 лет	–	–	–

Примечание. Тест Краскела–Уоллиса: *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$; «–» – отсутствие достоверных различий.

Другой способ фразового ударения реализуется за счет увеличения длительности ударного гласного в интонационно выделенном слове, что встречается у четырех детей с ТР и у двух детей с УО (табл. 3).

Обсуждение результатов

В работе выявлены различия в интонационных характеристиках речи детей с ТР и детей с УО. Получены данные, свидетельствующие о том, что в возрасте 8–9 лет речь детей с УО отличается от речи детей с ТР по ряду характеристик, определенных на основе перцептивного и инструментального анализа.

В диалогах со взрослыми дети с ТР употребляют главным образом повествовательные предложения, смысл которых практически всегда понятен. Дети с УО чаще, чем дети с ТР, используют восклицательные предложения. Разборчивость речи детей с УО ниже, чем детей с ТР. Полученные данные согласуются с результатами исследования, участниками которого были дети 5–7 лет с легкой УО, в котором было показано, что разборчивость речи дошкольников с УО ниже, чем речи детей с ТР. Аудиторы определяли высказывания детей с УО 5–7 лет как более эмоциональные, чем высказывания детей с ТР [32]. Согласно результатам другого исследования, эксперты с опытом работы с детьми с нарушениями развития лучше распознавали эмоциональные состояния – печаль, гнев и спокойное (нейтральное) состояние, по речи дошкольников с УО, чем по речи их типично развивающихся сверстников [31]. В нашем исследовании с участием детей 8–9 лет не выявлено достоверных различий между группами детей с УО и ТР по количеству эмоциональных высказываний, что может свидетельствовать о возрастной динамике данного показателя речи детей с УО.

Инструментальный анализ показал, что специфика речи детей с УО – использование коротких фраз, низкий темп речи и высокие значения длительности гласных в словах. Повышенная длительность гласных – стабильный признак, который проявляется в речи детей с УО младшего возраста [31, 32] и у детей более старшего возраста, участвующих в исследовании. Значения длительности гласных в словах детей с УО 5–7 лет [32] выше, чем в словах детей 8–9 лет. Указывают, что темп речи детей с УО может быть как замедленным, так и ускоренным [35], что, по-видимому, отражает широкий диапазон индивидуальных различий характеристик речи детей с УО. В нашем исследовании речи детей с УО 8–9 лет показано снижение темпа по сравнению с нормой, выявлена корреляция темпа речи и длительности гласных.

Сравнение характеристик ударных и безударных гласных в словах детей позволило заключить, что словесное ударение у детей 8–9 лет с УО и ТР реализуется за счет повышения длительности ударного гласного, что является релевантным признаком для русского языка. Различия в длительности ударных и безударных гласных были выявлены в словах только 50% детей младшего возраста с УО [32].

Значения ЧОТ (средние и минимальные) высказываний детей с УО выше, чем соответствующие значения ЧОТ высказываний детей с ТР. Эти данные согласуются с результатами исследования, полученными для детей младшего возраста [31, 32], что может свидетельствовать о стабильности данного признака. Сравнение с ранее полученными данными показало, что в возрасте 5–7 лет дети с УО и ТР значимо различались по значениям диапазона ЧОТ высказываний [32], к 8–9-летнему возрасту достоверных различий по данному показателю между группами детей с ТР и УО не выявлено.

В исследовании показано, что способы выделения ударных слов в предложении за счет изменения ЧОТ и/или длительности ударных гласных, свойственные детям с ТР, практически не встречаются у детей с УО. В речи дошкольников с УО были выявлены достоверные различия между интонационно выделенными и, другими словами, в высказывании, за счет повышенной длительности ударных гласных и значимого изменения ЧОТ на ударных гласных [39]. В высказывании младших школьников с УО интонационно выделенное слово характеризуется увеличением длительности ударного гласного (в речи двух детей). Выраженность признаков, выявленных для интонационно выделенных слов [32], к возрасту 8–9 лет уменьшается, что соответствует уменьшению точности распознавания аудитором интонационно выделенных слов в высказываниях детей обеих групп. Вероятно, в возрасте 8–9 лет происходит начало формирования новых способов производства ударения в предложениях, присущих русскому языку. Такими способами могут являться изменение ЧОТ на ударном слоге, повышенная длительность ударных гласных интонационно выделенных слов, более четкое их произнесение с повышенной интенсивностью [40].

Анализ индивидуальных особенностей каждого ребенка позволил заключить, что в речи детей с легкой умственной отсталостью не во всех случаях реализуется выявленная совокупность признаков. Так, речь ребенка Ант., 8 лет из группы УО характеризуется высокой разборчивостью и нормальным темпом речи, низкими значениями длительности ударных гласных (по этим показателям речь ребенка соответствует речи детей с типичным развитием), при этом значения ЧОТ высказываний данного ребенка максимальны.

Таким образом, по сравнению с младшим возрастом к 8–9 годам у детей с умственной отсталостью легкой степени сохраняется большая длительность гласных, медленный темп речи; высокие значения средней и минимальной ЧОТ высказываний. Значения диапазона ЧОТ высказываний снижаются по сравнению с младшим возрастом и соответствуют значениям диапазона ЧОТ высказываний детей с ТР. Словесное ударение, характерное для русского языка реализуется за счет повышения длительности ударных гласных.

Заключение

Полученные в ходе работы результаты позволили выявить различия между группами детей с умственной отста-

лостью лёгкой степени и типичным развитием по показателям: разборчивость речи, количество слов в высказываниях, темп речи, длительность высказываний и ударных гласных, значения частоты основного тона высказываний.

Список источников

1. Зиндер Л.Р. Общая фонетика. М. : Высшая школа, 1979. 312 с.
2. Светозарова Н.Д. Интонационная система русского языка. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. 176 с.
3. Бондарко Л.В. Фонетическое описание языка и фонологическое описание речи. Л. : Изд-во ЛГУ, 1981. 199 с.
4. Князев С.В., Пожарицкая С.К. Современный русский язык. Фонетика : учеб. для вузов. М. : Юрайт, 2023. 380 с.
5. Лепская Н.И. Доречевая стадия развития ребенка и ее роль в становлении аспектов, форм и средств коммуникации // Детская речь: Лингвистический аспект. СПб. : Образование, 1992. С. 39–49.
6. Snow D., Balog H.L. Do children produce the melody before the words? A review of developmental intonation research. // *Lingua*. 2002. Vol. 112, Is. 12. P. 1025–1058.
7. Prochnow A., Erlandsson S., Hesse V., Wermke K. Does a 'musical' mother tongue influence cry melodies? A comparative study of Swedish and German newborns // *Music & Science*. 2019. Vol. 23, Is. 2. P. 143–156.
8. Wermke K., Ruan Yu., Feng Yu., Dobnig D., Stephan S., Wermke P. et al. Fundamental frequency variation in crying of Mandarin and German neonates // *Journal of Voice*. 2017. Vol. 31, № 2. P. 255.e25–255.e30.
9. Ушакова Т.Н. Природа осмысленности слова. М. : Ин-т психологии РАН, 2019. 248 с.
10. Martel K. Mutual knowledge and prosody in young children // *Speech Prosody*. 2002. P. 479–482.
11. Liu, Götz A., Lorette P., Tyler M.D. How tone, intonation and emotion shape the development of infants' fundamental frequency perception // *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 13. Art. No. 906848.
12. Watson I. The Acquisition of Prosody in Speech Production: English and French: Project Report. 1998.
13. Jannedy S. Acquisition of narrow focus prosody // *Proceedings of the GALA '97 conference: Language Acquisition, Knowledge Representation & Processing*. 1997.
14. Wells B., Peppé S., Goulondris N. Intonation development from five to thirteen // *Journal of Child Language*. 2004. Vol. 31, Is. 4. P. 749–778.
15. Kallay J.E., Dilley L., Redford M.A. Prosodic development during the early school-age years // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2022. Vol. 65, Is. 11. P. 4025–4046.
16. Lyakso E.E., Gromova A.D., Frolova O.V., Romanova O.D. Acoustic aspects of the formation of speech in children in the third year of life // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2005. Vol. 35, Is. 6. P. 573–583.
17. 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, Is. 2. P. 5–14.
18. Михальчева Л.Г. Роль интонации в понимании смысла текста у детей с общим недоразвитием речи. Специальная педагогика и психология: традиции и инновации. М. : Моск. пед. гос. ун-т, 2019. С. 212–216.
19. Kalathottukaren R., Purdy S.C., Ballard E. Behavioral measures to evaluate prosodic skills: A review of assessment tools for children and adults // *Issues in Communication Science and Disorders*. 2015. Vol. 42, Is. 7. P. 444–452.
20. López-Riobóo E., Martínez-Castilla P. Prosodic skills in Spanish-speaking adolescents and young adults with Down syndrome // *International Journal of Language & Communication Disorders*. 2023.
21. Shriberg L.D., Widder C.J. Speech and prosody characteristics of adults with mental retardation // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1990. Vol. 33, Is. 4. P. 627–653.
22. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. 10-й пересмотр. МКБ-10. Классификация психических и поведенческих расстройств. ВОЗ. СПб. : Адис, 1994. 304 с.
23. Huang J., Zhu T., Qu Yi, Mu D. Prenatal, perinatal and neonatal risk factors for intellectual disability: A systemic review and meta-analysis // *PLoS One*. 2016. Vol. 11, Is. 4. Art. No. e0153655.
24. Исаев Д.Н. Умственная отсталость у детей и подростков. СПб. : Речь, 2003. 391 с.
25. Polišenská K., Kapalková S., Novotková M. Receptive language skills in Slovak-speaking children with intellectual disability: understanding words, sentences, and stories // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2018. Vol. 61, Is. 7. P. 1731–1742.
26. Schuchardt K., Maehler C., Hasselhorn M. Functional deficits in phonological working memory in children with intellectual disabilities // *Research In Developmental Disabilities*. 2011. Vol. 32, Is. 5. P. 1934–1940.
27. Каширская Т.И. Взаимосвязь мышления и речи у умственно отсталых подростков // *Перспективы науки и образования*. 2017. № 2 (26). С. 52–54.
28. Морозова Н.Л., Несяева Т.С. Особенности связной речи умственно отсталых дошкольников // *Новая наука: психолого-педагогический подход*. 2017. № 3. С. 101–103.
29. Pezzino A.S., Marec-Breton N., Lacroix A. Acquisition of reading and intellectual development disorder // *Journal of Psycholinguistic Research*. 2019. Vol. 48, Is. 3. P. 569–600.
30. Шаповалова О.Е. Современное состояние проблемы развития речи у школьников с нарушением интеллекта // *Обучение и воспитание: методики и практика 2016/2017 учебного года* / под. ред. С.С. Чернова. Новосибирск : Центр развития научного сотрудничества, 2017. С. 43–49.
31. Frolova O., Nikolaev A., Grave P., Lyakso E. Speech features of children with mild intellectual disabilities // *ICMI '23 Companion – Companion Publication of the 25th International Conference on Multimodal Interaction*. New York : Association for Computing Machinery, 2023. P. 406–413.
32. Павликова М.И., Фролова О.В., Ляксо Е.Е. Интонационные характеристики речи детей с умственной отсталостью // *Вестник Томского государственного университета*. 2021. № 462. С. 31–39. doi: 10.17223/15617793/462/4
33. Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Григорьев А.С., Городный В.А. Сравнительный анализ характеристик голоса и речи детей типично развивающихся, с расстройствами аутистического спектра, синдромом Дауна и умственной отсталостью // *Речевые технологии*. 2018. № 1-2. С. 50–62.
34. Memisevic H., Hadzic S. Speech and language disorders in children with intellectual disability in Bosnia and Herzegovina // *Disability, CBR and Inclusive Development*. 2013. Vol. 24, Is. 2. P. 92–99.
35. Аксенова А.К., Якубовская Э.В. Развитие связной устной речи у умственно отсталых учащихся на специальных уроках // *Дефектология*. 1987. № 6. С. 32–37.
36. Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Гречаный С.В., Матвеев Ю.Н., Верхоляк О.В., Карпов А.А. Голосовой портрет ребенка с типичным и атипичным развитием. СПб. : Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2020. 204 с.
37. Пашковский В.Э., Макаров И.В., Автенок А.С. Умственная отсталость у детей и подростков: Клинические рекомендации. СПб. : Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021. 52 с.

38. Lyakso E., Frolova O., Kleshnev E., Ruban N., Mekala A.M., Arulalan K.V. Approbation of the child's emotional development method (CEDM) // Companion Publication of the 2022 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '22 Companion). New York : Association for Computing Machinery, 2022. P. 201–210.
39. Павликова М.И. Интонационные характеристики речи детей младшего школьного возраста в норме и с умственной отсталостью // Сборник Трудов XXXV сессии Российского акустического общества. М. : ГЕОС, 2023. С. 142–147.
40. Шевцова Е.Е., Забродина Л.В. Технологии формирования интонационной стороны речи. М. : АСТ: Астрель, 2009. 222 с.

References

1. Zinder, L.R. (1979) *Obshchaya fonetika* [General Phonetics]. Moscow: Vysshaya shkola.
2. Svetozarova, N.D. (1982) *Intonatsionnaya sistema russkogo yazyka* [Intonation System of the Russian Language]. Leningrad: Leningrad State University.
3. Bondarko, L.V. (1981) *Foneticheskoye opisaniye yazyka i fonologicheskoye opisaniye rechi* [Phonetic Description of Language and Phonological Description of Speech]. Leningrad: Leningrad State University.
4. Knyazev, S.V. & Pozharitskaya, S.K. (2023) *Sovremennyy russkiy yazyk. Fonetika* [Modern Russian Language. Phonetics]. Moscow: Yurait.
5. Lepskaya, N.I. (1992) Dorechevaya stadiya razvitiya rebenka i ee rol v stanovlenii aspektov, form i sredstv kommunikatsii [Pre-speech Stage of Child Development and Its Role in the Formation of Aspects, Forms and Means of Communication]. In: *Detskaya rech: Lingvisticheskiy aspekt* [Child Speech: Linguistic Aspect]. Saint Petersburg: Obrazovaniye. pp. 39–49.
6. Snow, D. & Balog, H.L. (2002) Do children produce the melody before the words? A review of developmental intonation research. *Lingua*. 112 (12). pp. 1025–1058.
7. Prochnow, A., Erlandsson, S., Hesse, V. & Wermke, K. (2019) Does a 'musical' mother tongue influence cry melodies? A comparative study of Swedish and German newborns. *Music & Science*. 23 (2). pp. 143–156.
8. Wermke, K., Ruan, Yu., Feng, Yu., Dobnig, D., Stephan, S. & Wermke, P. et al. (2017) Fundamental frequency variation in crying of Mandarin and German neonates. *Journal of Voice*. 31 (2). pp. 255.e25–255.e30.
9. Ushakova, T.N. (2019) *Priroda osmyslennosti slova* [The Nature of Word Meaningfulness]. Moscow: RAS Institute of Psychology.
10. Martel, K. (2002) Mutual knowledge and prosody in young children. *Speech Prosody*. pp. 479–482.
11. Liu, Götz, A., Lorette, P. & Tyler, M.D. (2022) How tone, intonation and emotion shape the development of infants' fundamental frequency perception. *Frontiers in Psychology*. 13. Art. No. 906848.
12. Watson, I. (1998) *The Acquisition of Prosody in Speech Production: English and French*: Project Report.
13. Jannedy, S. (1997) Acquisition of narrow focus prosody. *Proceedings of the GALA '97 conference: Language Acquisition, Knowledge Representation & Processing*.
14. Wells, B., Peppé, S. & Goulondris, N. (2004) Intonation development from five to thirteen. *Journal of Child Language*. 31 (4). pp. 749–778.
15. Kallay, J.E., Dille, L. & Redford, M.A. (2022) Prosodic development during the early school-age years. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 65 (11). pp. 4025–4046.
16. Lyakso, E.E., Gromova, A.D., Frolova, O.V. & Romanova, O.D. (2005) Acoustic aspects of the formation of speech in children in the third year of life. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 35 (6). pp. 573–583.
17. Lyakso, E. & Gromova, A. (2005) The acoustic characteristics of Russian vowels in children of 4 and 5 years of age. *Psychology of Language and Communication*. 9 (2). pp. 5–14.
18. Mikhacheva, L.G. (2019) Rol intonatsii v ponimani smysla teksta u detey s obshchim nedorazvitiem rechi [The Role of Intonation in Text Comprehension in Children with General Speech Underdevelopment]. In: *Spetsialnaya pedagogika i psikhologiya: traditsii i innovatsii* [Special Pedagogy and Psychology: Traditions and Innovations]. Moscow: MPSU. pp. 212–216.
19. Kalathottukaren, R., Purdy, S.C. & Ballard, E. (2015) Behavioral measures to evaluate prosodic skills: A review of assessment tools for children and adults. *Issues in Communication Science and Disorders*. 42 (7). pp. 444–452.
20. López-Riobóo, E. & Martínez-Castilla, P. (2023) Prosodic skills in Spanish-speaking adolescents and young adults with Down syndrome. *International Journal of Language & Communication Disorders*.
21. Shriberg, L.D. & Widder, C.J. (1990) Speech and prosody characteristics of adults with mental retardation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 33 (4). pp. 627–653.
22. WHO. (1994) *Mezhdunarodnaya statisticheskaya klassifikatsiya bolezney i problem, svyazannykh so zdorov'em. 10-y peresmotr. MKB-10. Klassifikatsiya psikhicheskikh i povedencheskikh rasstroystv. V'OZ* [International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. 10th Revision. ICD-10. Classification of Mental and Behavioral Disorders. WHO]. Saint Petersburg: Adis.
23. Huang, J., Zhu, T., Qu, Yi. & Mu, D. (2016) Prenatal, perinatal and neonatal risk factors for intellectual disability: A systemic review and meta-analysis. *PLoS One*. 11 (4). Art. No. e0153655.
24. Isaev, D.N. (2003) *Umstvennaya otstalost u detey i podrostkov* [Intellectual Disability in Children and Adolescents]. Saint Petersburg: Rech'.
25. Polišenská, K., Kapalková, S. & Novotková, M. (2018) Receptive language skills in Slovak-speaking children with intellectual disability: understanding words, sentences, and stories. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 61 (7). pp. 1731–1742.
26. Schuchardt, K., Maehler, C. & Hasselhorn, M. (2011) Functional deficits in phonological working memory in children with intellectual disabilities. *Research In Developmental Disabilities*. 32 (5). pp. 1934–1940.
27. Kashirskaya, T.I. (2017) Vzaimosvyaz myshleniya i rechi u umstvenno otstalykh podrostkov [The Relationship Between Thinking and Speech in Adolescents with Intellectual Disabilities]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. 2 (26). pp. 52–54.
28. Morozova, N.L. & Nesyaeva, T.S. (2017) Osobennosti svyaznoy rechi umstvenno otstalykh doskolnikov [Features of Coherent Speech in Preschool Children with Intellectual Disabilities]. *Novaya nauka: psikhologo-pedagogicheskiy podkhod*. 3. pp. 101–103.
29. Pezzino, A.S., Marec-Breton, N. & Lacroix, A. (2019) Acquisition of reading and intellectual development disorder. *Journal of Psycholinguistic Research*. 48 (3). pp. 569–600.
30. Shapovalova, O.E. (2017) Sovremennoye sostoyaniye problemy razvitiya rechi u shkolnikov s narusheniyem intellekta [Current State of the Problem of Speech Development in Schoolchildren with Intellectual Disabilities]. In: Chernov, S.S. (ed.) *Obucheniye i vospitaniye: metodiki i praktika 2016/2017 uchebnogo goda* [Teaching and Education: Methods and Practice of the 2016/2017 Academic Year]. Novosibirsk: Tsentr razvitiya nauchnogo sotrudnichestva. pp. 43–49.
31. Frolova, O., Nikolaev, A., Grave, P. & Lyakso, E. (2023) Speech features of children with mild intellectual disabilities. In: *ICMI '23 Companion – Companion Publication of the 25th International Conference on Multimodal Interaction*. New York: Association for Computing Machinery. pp. 406–413.
32. Pavlikova, M.I., Frolova, O.V. & Lyakso, E.E. (2021) Intonation Characteristics of Speech in Children with Intellectual Disabilities. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 462. pp. 31–39. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/462/4
33. Lyakso, E.E., Frolova, O.V., Grigoryev, A.S. & Gorodnyy, V.A. (2018) Sravnitel'nyy analiz kharakteristik golosa i rechi detey tipichno razvivayushchikhsya, s rasstroystvami avtisticheskogo spektra, sindromom Dauna i umstvennoy otstalost'yu [Comparative Analysis of Voice and Speech Characteristics in Typically Developing Children and Children with Autism Spectrum Disorders, Down Syndrome and Intellectual Disabilities]. *Rechevyye tekhnologii*. 1-2. pp. 50–62.

34. Memisevic, H. & Hadzic, S. (2013) Speech and language disorders in children with intellectual disability in Bosnia and Herzegovina. *Disability, CBR and Inclusive Development*. 24 (2). pp. 92–99.
35. Aksenova, A.K. & Yakubovskaya, E.V. (1987) Razvitiye svyaznoy ustnoy rechi u umstvenno otstalykh uchashchikhsya na spetsialnykh urokakh [Development of Coherent Oral Speech in Students with Intellectual Disabilities in Special Lessons]. *Defektologiya*. 6. pp. 32–37.
36. Lyakso, E.E., Frolova, O.V., Grechanyy, S.V., Matveyev, Yu.N., Verkholyak, O.V. & Karpov, A.A. (2020) *Golosovoy portret rebenka s tipichnym i atipichnym razvitiyem* [Vocal Portrait of a Child with Typical and Atypical Development]. Saint Petersburg: Izdatelsko-poligraficheskaya assotsiatsiya vysshikh uchebnykh zavedeniy.
37. Pashkovskiy, V.E., Makarov, I.V. & Avtenyuk, A.S. (2021) *Umstvennaya otstalost u detey i podrostkov: Klinicheskiye rekomendatsii* [Intellectual Disability in Children and Adolescents: Clinical Guidelines]. Saint Petersburg: RF Ministry of Healthcare.
38. Lyakso, E., Frolova, O., Kleshnev, E., Ruban, N., Mekala, A.M. & Arulalan, K.V. (2022) Approbation of the child's emotional development method (CEDM). In: *Companion Publication of the 2022 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '22 Companion)*. New York: Association for Computing Machinery. pp. 201–210.
39. Pavlikova, M.I. (2023) Intonatsionnyye kharakteristiki rechi detey mladshego shkolnogo vozrasta v norme i s umstvennoy otstalostyu [Intonation Characteristics of Speech in Primary School Children with Normal Development and Intellectual Disabilities]. In: *Sbornik Trudov XXXV sessii Rossiyskogo akusticheskogo obshchestva* [Proceedings of the 35th Session of the Russian Acoustical Society]. Moscow: GEOS. pp. 142–147.
40. Shevtsova, E.E. & Zabrodina, L.V. (2009) *Tekhnologii formirovaniya intonatsionnoy storony rechi* [Technologies for Forming the Intonation Aspect of Speech]. Moscow: AST: Astrel'.

Информация об авторах:

Павликова М.И. – инженер биологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета (Санкт-Петербург, Россия). E-mail: m.pavlikova@spbu.ru

Фролова О.В. – канд. биол. наук, научный сотрудник группы по изучению детской речи биологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета (Санкт-Петербург, Россия). E-mail: o.v.frolova@spbu.ru

Ляксо Е.Е. – д-р биол. наук, профессор кафедры высшей нервной деятельности и психофизиологии, группа по изучению детской речи биологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета (Санкт-Петербург, Россия). E-mail: e.lyakso@spbu.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Mariya I. Pavlikova, engineer, St Petersburg University (Saint Petersburg, Russian Federation). E-mail: m.pavlikova@spbu.ru

Olga V. Frolova, Cand. Sci. (Biology), research fellow, St Petersburg University (Saint Petersburg, Russian Federation). E-mail: o.v.frolova@spbu.ru

Elena E. Lyakso, Dr. Sci. (Biology), professor, St Petersburg University (Saint Petersburg, Russian Federation). E-mail: e.lyakso@spbu.ru

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.05.2024;
одобрена после рецензирования 03.11.2024; принята к публикации 31.01.2025.

The article was submitted 21.05.2024;
approved after reviewing 03.11.2024; accepted for publication 31.01.2025.