
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ОСОБЕННОСТИ ОТРАЖЕНИЯ ЭМОЦИЙ В ХАРАКТЕРИСТИКАХ РЕЧИ
И МИМИКЕ ДЕТЕЙ 7–8 ЛЕТ

© 2024 г. Е. А. Клешнев^{1,*}, О. В. Фролова¹, Е. Е. Ляксо^{1,**}

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

* E-mail: kleshnev.egor@gmail.com

**E-mail: lyakso@gmail.com

Поступила в редакцию 21.07.2023 г.

После доработки 18.01.2024 г.

Принята к публикации 05.02.2024 г.

Целью исследования явилось изучение особенностей отражения эмоциональных состояний «нейтральное (спокойное состояние) – печаль – радость – гнев – страх» в речи и мимике детей 7–8 лет и выявление различий в проявлении эмоций мальчиками и девочками данного возраста. Работа выполнена в рамках исследования эмоциональной сферы детей с типичным и атипичным развитием с использованием методики оценки эмоционального развития детей CEDM. В исследовании приняли участие 14 детей (7 мальчиков, 7 девочек) – учеников общеобразовательной школы. Проанализирована способность детей к отражению эмоций в характеристиках голоса и мимики и распознаванию эмоций. С этой целью проведена запись речи и видеозапись мимики и поведения детей, инструментальный и перцептивный анализ эмоциональной речи, автоматический анализ мимической экспрессии. Регистрировали частоту сердечных сокращений детей, определяли ведущее полушарие по речи с использованием дихотического теста. Выявлены особенности отражения эмоциональных состояний мальчиков и девочек в характеристиках речи. Описана специфика отражения эмоциональных состояний детей в мимической экспрессии. Определены связи между психофизиологическими показателями детей и отражением ими эмоциональных состояний в голосе и мимике.

Ключевые слова: эмоции, эмоциональная речь, акустические характеристики, отражение эмоций, школьный возраст, детская речь

DOI: 10.31857/S0869813924040077, **EDN:** CNMFCD

ВВЕДЕНИЕ

Эмоции являются одним из факторов организации адаптивного поведения и отражают функциональное состояние организма. Эмоциональное состояние проявляется в характеристиках голоса, особенностях речи, в невербальном поведении (мимике, пантомимике и т. д.) и в вегетативных компонентах поведенческих реакций [1]. Эмоциональная сфера человека зависит от его возраста, особенностей воспитания и культурной среды [2, 3]. Детям младшего школьного возраста присущ переходный вариант развития эмоций – между спонтанным проявлением, характерным для раннего возраста, и формированием контролируемого поведения, обусловленного включением в новую среду – школу. Эти изменения связаны, с одной стороны, с социальными факторами, с другой – с прогрессивным изменением морфофункциональной организации проек-

ционных и ассоциативных областей коры головного мозга [4, 5]. Школьное обучение подразумевает формирование новых социальных отношений между ребенком и учителем, ребенком и сверстниками. Новый опыт оказывает влияние на выражение эмоциональных состояний, возрастают социальные конфликты, вызывающие негативные эмоции [6]. На протяжении учебы в младшей школе дети больше узнают о социально приемлемых правилах выражения эмоций, обучаясь тому, какие эмоции демонстрировать (а какие подавлять) в специфических социальных ситуациях [7–10].

Префронтальная кора, осуществляющая нисходящий контроль эмоциональных реакций, возникающих в лимбической системе, не достигает необходимого уровня развития к началу школьного обучения ребенка [11, 12]. В исследованиях с использованием современных методов нейровизуализации [13] показано, что возрастные изменения миндалевидного тела, гиппокампа, лобной, теменной областей коры, височной доли правого и левого полушария нелинейны и зависят от пола ребенка.

Большое количество работ посвящено изучению восприятия детьми эмоций при предъявлении визуальных (мимическая экспрессия) и речевых стимулов в норме [7, 14–20] и при нарушениях развития различной этиологии [21–26]. Данные об особенностях проявления эмоций у детей получены главным образом на основании опросников и шкал наблюдения за поведением ребенка [27], оценки мимической экспрессии [28, 29]. В этих работах не выявлена строгая зависимость между полом ребенка и успешностью распознавания им эмоций других людей. Анализ данных 166 работ [30] показал межполовые различия в проявлении эмоций. Показано, что девочки демонстрируют больше положительных эмоций, чем мальчики, мальчики чаще, чем девочки, демонстрируют гнев.

Меньшее число работ посвящено изучению эмоциональной детской речи и распознаванию эмоциональных состояний детей по их речи взрослыми [31]. В немногочисленных работах используется инструментальный анализ эмоциональной детской речи [1, 31, 32]. Показано, что распознавание эмоционального состояния детей по их речи взрослыми зависит от возраста детей, их психоневрологического состояния [33]. Атипичное развитие детей может сопровождаться нарушениями эмоциональной сферы – отражения эмоций в голосе и мимике [25, 34–37].

Для анализа эмоциональной сферы детей с типичным и атипичным развитием в рамках международного исследования разработана методика – Child Emotion Development Method – CEDM [38], включающая тестовые задания на отражение и распознавание эмоциональных состояний. Определены тестовые задания (краткая версия – CEDM-sh), которые способны выполнять дети с типичным и атипичным развитием [38]. Данная работа является частью общего исследования по изучению эмоциональной сферы детей и выполнена с использованием тестовых заданий CEDM-sh для дальнейшего сопоставления результатов с данными, полученными для детей с атипичным развитием.

Цель настоящего исследования – определение особенностей отражения эмоций в речи и мимике детей 7–8 лет, воспитывающихся в русскоязычной среде, выявление различий в проявлении эмоций мальчиками и девочками данного возраста.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 14 детей (7 мальчиков, 7 девочек) в возрасте 7–8 лет (7.3 ± 0.6 лет), учащиеся общеобразовательной школы г. Санкт-Петербурга, для которых русский язык является родным. По заключению педиатра, все дети развивались в соответствии с возрастными нормами. Критериями включения детей в исследование явились:

- 1) подписание родителями информированного согласия на участие ребенка в исследовании, одобренного Этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета;

- 2) возраст детей 7–8 лет, посещение общеобразовательной школы;
- 3) отсутствие нарушений зрения и слуха.

Исследование проведено в условиях общеобразовательной школы г. Санкт-Петербурга с использованием методики «Child Emotion Development Method» (CEDM-sh) [38].

Процедура исследования

В рамках настоящего исследования детям было предложено выполнение заданий на:

- 1) отражение эмоциональных состояний (диалог экспериментатора с ребенком, «актерская» речь – задания ребенку продемонстрировать эмоции в голосе);
- 2) распознавание эмоциональных состояний детьми по видеотесту.

Исследование включало аудиозапись речи и видеозапись поведения детей в модельных ситуациях; определение психофизиологических характеристик ребенка: частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ведущего полушария по слуху и речи методом дихотического прослушивания; анализ речи детей с использованием перцептивного исследования и инструментального анализа; анализ мимической экспрессии детей в ситуации диалога.

Использовали стандартизированный протокол записи [38], который включал:

1. Диалог экспериментатора с ребенком, в процессе которого экспериментатор задавал стандартный набор вопросов о школе, любимых занятиях, увлечениях, друзьях. Задаваемые ребенку вопросы направлены на вызов у него разных эмоциональных состояний [39].

2. Задание на изображение ребенком эмоциональных состояний в голосе – «актерская» речь. Данный подход был апробирован ранее для детей разных возрастных групп [39].

«Актёрская» речь – задание, в котором ребенка просили изобразить голосом пять эмоциональных состояний (нейтральное – печаль – радость – гнев – страх). Дети читали, а затем произносили слова и фразы, изображая голосом каждую из заданных эмоций. Задание включало произнесение слов и фраз, имеющих заданную эмоциональную окраску, и текстов бессмыслиц [38]. Тексты бессмыслицы – это семантически бессмысленные предложения, похожие на настоящие предложения, которые широко используют в исследованиях, направленных на отражение эмоциональных состояний в характеристиках голоса без опоры на лингвистический контекст [39–41].

В качестве речевого материала использовали:

1. Слова, отражающие каждое из пяти предложенных эмоциональных состояний, например:

крушить, бить, толкнуть – отражающие состояние гнева;
классно, красиво, круто, супер – отражающие состояние радости;
нормально, ну, и, три – отражающие нейтральное состояние;
грустно, тоскливо, печально – отражающие состояние печали;
страшно, ужасно, ужас, жуть – отражающие состояние страха.

2. Фразы, например:

на улице идет дождь, мне грустно, печальная пора – демонстрируют состояние печали;

я смотрел страшный мультик, на улице темно, мне страшно, хочу забиться под одеяло от ужаса – демонстрируют состояние страха;

я люблю все бить и ломать, когда меня все достали, меня все раздражает – демонстрируют состояние гнева;

у меня все нормально – демонстрирует нейтральное состояние;

я люблю, когда все красиво! – демонстрирует состояние радости.

Произнесение эмоционально окрашенных слов и фраз было наиболее простым заданием для детей данного возраста, так как дети могли опираться на семантическую составляющую заданного текста [39]. Усложнение задания заключалось в возможно-

сти использования текстов бессмыслиц – прозаический текст и текст стихотворения с ритмической организацией.

3. Тексты бессмыслиц:

3.1. Искусственная фраза Л.В. Щербы (1930), созданная на основе русского языка, в которой все корневые морфемы заменены на бессмысленные сочетания звуков [42]:

«Глокая кúздра штéко будланúла бóкра и курдýчит бокрénка».

3.2. Первое четверостишие поэмы Л. Кэрлла «Бармаглот» в переводе С. Маршака (1967), в котором автор использует несуществующие слова:

Варкалось. Хливкие шорьки,

Пырjались по наве,

И хрюкотали зелюки,

Как мюмзики в мове.

Каждому ребенку предлагалось произносить каждый тип речевого материала по два раза, пытаясь как можно выразительнее изобразить эмоциональные состояния.

Исследование проводили в условиях школьного кабинета, продолжительность составляла 40–60 мин. Запись речи осуществляли на магнитофон «Marantz PMD660» с выносным микрофоном «SENNEIZER e835S», лицевой экспрессии – на видеокамеру «SONY HDR-CX560». Расстояние от лица ребенка до микрофона составляло от 3 до 50 см.

Применяемые методики

С целью определения отражения детьми эмоциональных состояний в характеристиках голоса и речи проведен инструментальный анализ речи детей и перцептивное исследование.

1. Спектрографический анализ «актерской» и спонтанной речи детей проводили в звуковом редакторе «Cool Edit Pro 2.0».

Считали: значения частоты основного тона (высота голоса – F0, ЧОТ), ЧОТ среднюю, максимальную (F0max), минимальную (F0min), значения интенсивности E0 (дБ), определяли диапазон ЧОТ как разность между ее максимальными и минимальными значениями (F0max – F0min) для фраз; относительное значение интенсивности (E0max / E0min). В работах по изучению акустических характеристик эмоциональной речи показано [32], что ЧОТ и интенсивность являются наиболее информативными характеристиками.

Определяли акустические характеристики речевых сигналов, правильно отнесенных аудиторами к определенным эмоциональным состояниям (0.75–1.0 – вероятность распознавания эмоционального состояния аудиторами).

2. Перцептивное исследование. Исследование заключалось в определении взрослыми эмоционального состояния детей при прослушивании тестовых последовательностей, содержащих их эмоциональную речь. Речевой материал детей (спонтанную эмоциональную речь и «актерскую» речь) первоначально аннотировали три эксперта на пять эмоциональных состояний на основании протокола исследования и просмотра видеозаписей. Для перцептивного исследования выбирали только те высказывания детей, которые были однозначно отнесены к определенному эмоциональному состоянию тремя экспертами (согласованность между экспертами – коэффициент каппа Коэна 1.0). Спонтанная эмоциональная речь детей представляла собой ответные реплики ребенка в диалоге со взрослым: «Я хожу в музыкальную школу», «Мой друг Коля», «У нас дома кот» – фразы детей со словами, отражающими эмоциональные состояния, были исключены из тестовых последовательностей. «Актерская» речь – тексты бессмыслиц «Глокая куздра», «Бармаглот». «Актерскую» речь, представляющую собой слова и фразы, отражающие эмоциональное состояние, не включали в перцептивный эксперимент для того, чтобы взрослые участники перцептивного эксперимента при прослушивании не могли опираться на лингвистическую составляющую речи детей.

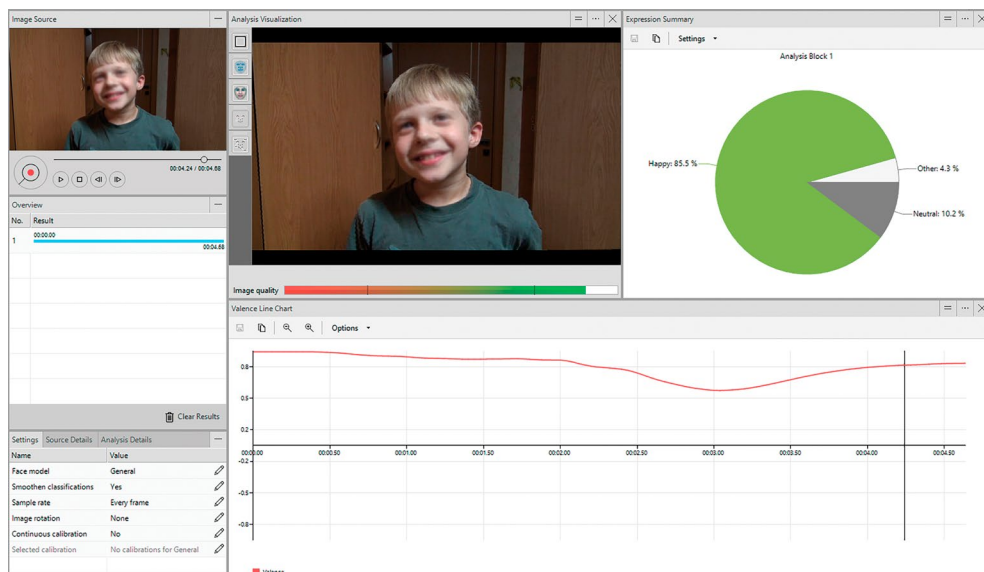


Рис. 1. Программа «FaceReader 8v.» – мимическая экспрессия состояния радости (мальчик 8 лет).

Созданы три тестовые последовательности, включающие по 70 речевых образцов. Интервал между речевыми образцами составлял 5 с. Тестовые последовательности прослушивали взрослые носители русского языка (аудиторы) – 53 человека (возраст 23.9 ± 2.1 лет, 37 женщин, 16 мужчин). Все аудиторы не имели проблем со слухом – 0–25 дБ (метод тональной аудиометрии).

Результаты перцептивного анализа представляли в виде матриц спутывания – таблиц, строки которых соответствуют заданным классам, столбцы – фактическим значениям (реальным классам). Считали: полноту – долю образцов, действительно принадлежащих данному классу, относительно всех образцов этого класса в тестовой выборке; точность – долю образцов, действительно принадлежащих данному классу, относительно всех образцов, которые аудиторы отнесли к данному классу; F-меру – величину, позволяющую оценить соотношение полноты и точности; общую точность распознавания (UAR) для всех эмоциональных состояний.

3. С целью контроля эмоционального состояния ребенка в диалоге с экспериментатором проведен анализ спонтанной мимики детей. С этой целью тремя экспертами отобраны видеофрагменты из диалога экспериментатора с ребенком длительностью одну минуту. Видеофрагменты анализировали в программе «FaceReader 8v.» (Noldus, Нидерланды) (рис. 1). Программное обеспечение FaceReader работает на облачной платформе Microsoft Azure.

Программа «FaceReader 8v.» (Noldus) автоматически на основе заложенных алгоритмов определяет время проявления базовых эмоций в мимике ребенка, средние значения активации и валентности эмоциональных проявлений детей.

4. С целью оценки способности ребенка к определению эмоциональных состояний детям на ноутбуке предъявляли видеотест, содержащий 16 графических изображений, демонстрирующих состояния печали, радости, гнева и нейтральное состояние (по 4 изображения на каждое состояние). Изображения, отражающие состояние страха, не включены в видеотест на основании рекомендаций Этического комитета СПбГУ о проведении исследований с участием детей. Ответы ребенка фиксировали в анкете, затем строили матрицы спутывания.

Для контроля степени активации вегетативной нервной системы (возбуждения ребенка) проводили измерение ЧСС с помощью пульсоксиметра «ChoiceMMed» перед началом записи и после ее завершения.

Ведущее полушарие по речи определяли методом дихотического прослушивания с целью выявления стратегии, используемой ребенком при распознавании и проявлении эмоциональных состояний [43]. Высчитывали коэффициент латерального предпочтения (КЛП):

$$\text{КЛП} = (\text{П} - \text{Л}) \times 100 / (\text{П} + \text{Л}) (\%),$$

где П – количество «правых выборов», т. е. слов из поступивших на правое ухо; Л – количество «левых выборов», т. е. слов из поступивших на левое ухо.

Статистическую обработку данных производили в программе «Statistica 10» с использованием теста Манна – Уитни, ранговой корреляции Спирмена (при уровне значимости $p < 0.05$), регрессионного анализа. Согласованность между экспертами при аннотации данных оценивали на основании коэффициента каппа Козна [44, 45].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Характеристики эмоциональной речи детей. На основе инструментального анализа речи показано, что значения ЧОТ речи детей являются наиболее высокими в состоянии радости – 310 ± 61 Гц (среднее $\pm$ стандартное отклонение) и страха – 299 ± 54 Гц. Значения ЧОТ для нейтрального (спокойного) состояния составляют 254 ± 34 Гц, состояния печали – 271 ± 45 Гц, гнева – 292 ± 59 Гц. Проведено сравнение характеристик спонтанной и «актерской» речи мальчиков и девочек (табл. 1). Достоверные различия выявлены по значениям интенсивности: в «актерской» речи значения интенсивности выше в нейтральном состоянии, состоянии печали, состоянии радости у мальчиков и девочек. Значения вариативности ЧОТ выше в «актерской» речи в состоянии радости и нейтральном состоянии у мальчиков и девочек. В состоянии гнева у мальчиков вариативность ЧОТ и интенсивность больше в «актерской» речи.

Для спонтанной речи выявлены различия в значениях ЧОТ мальчиков и девочек: в состоянии печали – у мальчиков значения ЧОТ выше, чем у девочек ($p < 0.05$ – критерий Манна – Уитни). В спонтанной речи мальчиков выявлены значимые различия между состояниями печали и нейтральным состоянием – $F_{0\max}$ в нейтральном состоянии ниже, чем в состоянии печали ($p < 0.05$); состоянием печали и гнева – вариативность ЧОТ и $F_{0\max}$ в состоянии печали выше, чем в состоянии гнева ($p < 0.05$). В спонтанной речи девочек – в состоянии радости $F_{0\min}$ выше, чем в нейтральном состоянии ($p < 0.05$).

Для «актерской» речи показаны различия в значениях ЧОТ мальчиков и девочек (рис. 3). Значения ЧОТ мальчиков в состояниях печали ($p < 0.001$), радости ($p < 0.001$) и страха ($p < 0.001$) значимо выше значений ЧОТ в этих состояниях у девочек.

Акустические характеристики «актерской» речи мальчиков и девочек в разных эмоциональных состояниях представлены в табл. 2. Нейтральное состояние у мальчиков характеризуется наименьшими значениями ЧОТ и интенсивности, у девочек – меньшими значениями ЧОТ, вариативности ЧОТ по сравнению с состояниями радости, гнева и страха. У мальчиков в состоянии печали значения ЧОТ ниже, чем в состояниях радости и страха, у девочек – ЧОТ ниже, чем в состоянии радости. Состояние радости характеризуется наибольшими значениями вариативности ЧОТ у девочек, у мальчиков – большими значениями вариативности ЧОТ по сравнению с нейтральным состоянием, состояниями гнева и страха. В состоянии гнева у мальчиков значения ЧОТ меньше, чем в состояниях радости и страха.

Таблица 1. Сравнение спонтанной и «актерской» речи мальчиков и девочек

Пол	Мальчики				Девочки		
Эмоции	Н	П	Р	Г	Н	П	Р
F0cp			A > Cp		A > Cp		A > Cp
p			0.002		0.002		0.012
F0max – F0min	A > Cp		A > Cp	A > Cp	A > Cp		A > Cp
p	0.043		< 0.001	0.004	0.001		< 0.001
E0max/ E0min	A > Cp	A > Cp	A > Cp	A > Cp	A > Cp	A > Cp	A > Cp
p	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	0.012	< 0.001

Обозначения: А – «актерская» речь, Сп – спонтанная речь, Н – нейтральное, П – печаль, Р – радость, Г – гнев, p – уровень значимости (критерий Манна – Уитни).

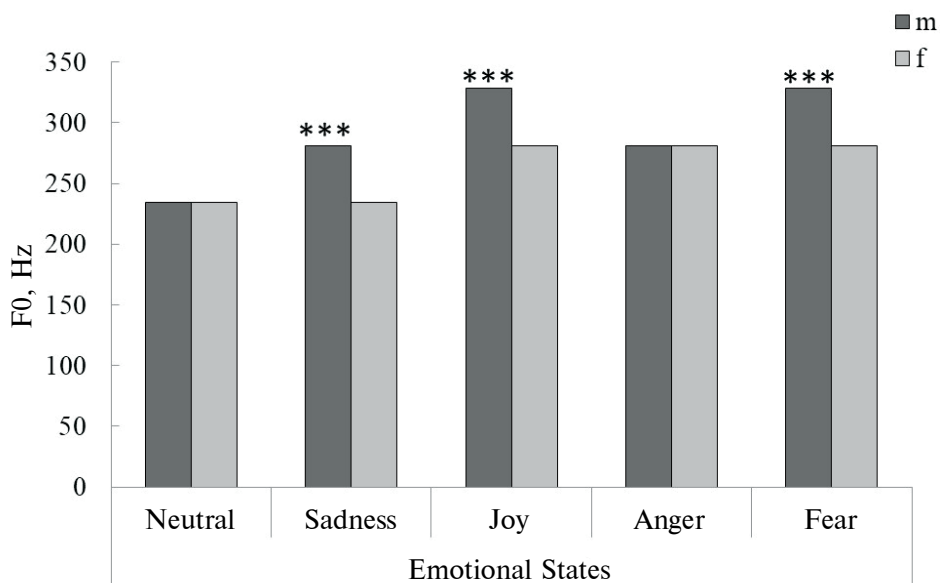


Рис. 2. Значения частоты основного тона «актерской» речи мальчиков и девочек в эмоциональных состояниях – нейтральное, печаль, радость, гнев, страх. По горизонтальной оси отмечены эмоциональные состояния, по вертикальной оси – значения F0, Гц. Столбцы m – значения F0 для мальчиков, столбцы f – значения F0 для девочек. *** – $p < 0.001$ – критерий Манна – Уитни, различия между мальчиками и девочками.

Определена связь между речевым материалом и E0max/E0min: $F(1,339) = 65.737$, $p < 0.0001$ ($R^2 = 0.162$, $\beta = -0.403$) – регрессионный анализ. В спонтанной речи детей значения интенсивности ниже, чем в «актерской» речи. Установлена связь между полом детей и акустическими характеристиками их речи: F0cp $F(1,339) = 34.541$, $p < 0.0001$ ($R^2 = 0.111$, $\beta = -0.333$); F0max – F0min – $F(1,339) = 9.379$, $p < 0.01$ ($R^2 = 0.033$,

Таблица 2. Сравнение акустических характеристик «актерской» речи в разных эмоциональных состояниях у мальчиков и девочек

Пол	Акустические характеристики	Сравнение эмоциональных состояний детей							
Мальчики	F0 _{ср}	Н < П	Н < Р	Н < Г	Н < С	П < Р	П < С	Р > Г	С > Г
	<i>p</i>	0.019	< 0.001	0.016	< 0.001	< 0.001	0.025	< 0.001	0.012
	F0 _{max} – F0 _{min}	Н < П	Н < Р	Н < С	Р > Г	Р > С			
	<i>p</i>	0.048	< 0.001	0.037	< 0.001	< 0.001			
	E0 _{max} /E0 _{min}	Н < П	Н < Р	Н < Г	Н < С				
	<i>p</i>	0.001	0.001	0.004	0.002				
Девочки	F0 _{ср}	Н < Р	Н < Г	Н < С	П < Р				
	<i>p</i>	< 0.001	0.001	< 0.001	0.008				
	F0 _{max} – F0 _{min}	Н < Р	Н < Г	Н < С	П < Р	Р > Г	Р > С		
	<i>p</i>	< 0.001	0.033	0.022	0.004	0.011	0.016		
	E0 _{max} /E0 _{min}	Н < Р	П < Р						
	<i>p</i>	0.021	0.039						

Обозначения: Н – нейтральное, П – печаль, Р – радость, Г – гнев, С – страх; *p* – уровень значимости (критерий Манна – Уитни).

$\beta = -0.181$). Значения ЧОТ и вариативности ЧОТ у мальчиков выше, чем у девочек. Выявлена связь между эмоциональным состоянием детей и акустическими характеристиками «актерской» речи: F0 $F(1,289) = 36.577, p < 0.001 (R^2 = 0.312, \beta = 0.312)$; F0_{max} – F0_{min} $F(1,289) = 12.600, p < 0.05 (R^2 = 0.036, \beta = 0.190)$; E0_{max}/E0_{min} $F(1,289) = 18.699, p < 0.001 (R^2 = 0.052, \beta = 0.229)$ – на основании этих характеристик показаны различия между разными эмоциональными состояниями.

Определение взрослыми эмоциональных состояний детей по их речи (данные перцептивного исследования). При распознавании эмоциональных состояний детей между мужчинами и женщинами не выявлено значимых различий, поэтому данные представлены для общей выборки аудиторов. При прослушивании спонтанной речи детей аудиторы лучше распознают состояние радости (64% правильных ответов) и нейтральное состояние (57%), хуже – состояние печали (50%) и гнева (48%). Общая точность распознавания – 0.52. В спонтанной речи мальчиков аудиторы лучше распознают нейтральное состояние (65%) и состояние гнева (64%), хуже – состояние печали (44%) (табл. 3). По спонтанной речи девочек аудиторы лучше распознают состояние радости (76%). Состояние гнева у девочек хуже распознается аудиторами (4%) (табл. 4).

Таблица 3. Матрица спутывания для определения эмоций по спонтанной речи мальчиков, % ответов аудиторов

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев
Нейтральное	65	18	8	9
Печаль	37	44	7	12
Радость	38	5	52	5
Гнев	8	22	6	64
Полнота	0.65	0.44	0.52	0.64
Точность	0.44	0.49	0.71	0.71
F1-мера	0.52	0.46	0.60	0.67
UAR (Общая точность распознавания) – 0.56				

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов аудиторов при распознавании эмоциональных состояний.

Таблица 4. Матрица спутывания для определения эмоций по спонтанной речи девочек, % ответов аудиторов

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев
Нейтральное	53	26	18	3
Печаль	35	56	3	6
Радость	13	9	76	2
Гнев	58	30	8	4
Полнота	0.53	0.56	0.76	0.04
Точность	0.33	0.51	0.74	0.07
F1-мера	0.41	0.51	0.74	0.07
UAR (Общая точность распознавания) – 0.47				

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов аудиторов при распознавании эмоциональных состояний.

При распознавании эмоционального состояния детей по тексту бессмыслицы «Бармаглот» аудиторы лучше распознают нейтральное состояние (63%) и состояние радости (60%), хуже – состояние страха (52%), печали (54%) и гнева (47%). Общая точность распознавания – 0.55. По речи мальчиков аудиторы лучше распознают страх (85%), хуже – печаль (54%) (табл. 5). По речи девочек аудиторы лучше распознают нейтральное состояние (64%), хуже – состояние гнева (35%) (табл. 6).

При распознавании эмоционального состояния детей по тексту бессмыслицы «Глокая куздра» аудиторы лучше распознают состояние печали (68%), нейтральное состояние (69%) и состояние радости (60%), хуже – состояние гнева (45%) и страха (40%). Общая точность распознавания – 0.56. При определении эмоциональных состояний мальчиков аудиторы лучше распознают состояние печали (73%), хуже – состояние страха (40%) (табл. 7). При распознавании эмоционального состояния девочек аудиторы лучше распознают нейтральное состояние (84%), хуже – состояние гнева (32%) (табл. 8).

Таблица 5. Матрица спутывания для определения эмоций по «актерской» речи мальчиков – «Бармаглот», %

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев	Страх
Нейтральное	61.5	14	13	1,5	10
Печаль	28	54	2	12	4
Радость	25	4	60	4	7
Гнев	23	8	4	65	0
Страх	15	0	0	0	85
Полнота	0.62	0.54	0.60	0.65	0.85
Точность	0.40	0.68	0.76	0.79	0.80
F1-мера	0.49	0.60	0.67	0.71	0.83
UAR – 0.65					

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов аудиторов при распознавании эмоциональных состояний.

Таблица 6. Матрица спутывания для определения эмоций по «актерской» речи девочек – «Бармаглот», %

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев	Страх
Нейтральное	64	19	0	2	15
Печаль	32	54	0	0	14
Радость	31	0	61	1	7
Гнев	27	3	8	35	27
Страх	31	4	19	2	44
Полнота	0.64	0.54	0.61	0.35	0.44
Точность	0.35	0.68	0.69	0.88	0.41
F1-мера	0.45	0.60	0.65	0.50	0.43
UAR – 0.52					

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов аудиторов при распознавании эмоциональных состояний.

*Акустические характеристики речевых сигналов, правильно отнесенных
к эмоциональным состояниям*

Показано, что наиболее значимыми характеристиками при распознавании аудиторами эмоциональных состояний являются минимальные значения ЧОТ, вариативность ЧОТ и интенсивность. Выявлена корреляция между правильным распознаванием эмоционального состояния и акустическими характеристиками речи: $F0_{\min} - F(1,208) = 171.45$, $p < 0.01$ ($R^2 = 0.449$, $\beta = 0.672$); $E0_{\max}/E0_{\min} - F(1,208) = 60.163$, $p < 0.001$ ($R^2 = 0.225$, $\beta = 0.474$); $F0_{\max} - F0_{\min} - F(1,208) = 8.634$, $p < 0.01$ ($R^2 = 0.035$, $\beta = 0.199$).

Нейтральное состояние – $F0_{\min} - 214 \pm 23.5$ Гц; $F0_{\max} - F0_{\min} - 114 \pm 53.9$ Гц; $E0_{\max}/E0_{\min} - 3.5 \pm 3.4$; состояние печали – $F0_{\min} - 214 \pm 32$ Гц; $F0_{\max} - F0_{\min} -$

Таблица 7. Матрица спутывания для определения эмоций по «актерской» речи мальчиков – «Глокая куздра», %

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев	Страх
Нейтральное	54	40	2	0	4
Печаль	9	73	3	1	14
Радость	15	4	67	6	8
Гнев	21	4	4	58	13
Страх	14	29	10	7	40
Полнота	0.54	0.73	0.67	0.58	0.40
Точность	0.48	0.49	0.78	0.81	0.51
F1-мера	0.51	0.58	0.72	0.67	0.45
UAR – 0.58					

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов аудиторов при распознавании эмоциональных состояний.

Таблица 8. Матрица спутывания для определения эмоций по «актерской» речи девочек – «Глокая куздра», %

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев	Страх
Нейтральное	84	7	6	1	2
Печаль	26	64	0	0	10
Радость	45	1	52	0	2
Гнев	36	12	18	32	2
Страх	25	14	19	5	37
Полнота	0.84	0.64	0.52	0.32	0.37
Точность	0.39	0.65	0.55	0.84	0.70
F1-мера	0.53	0.65	0.53	0.46	0.48
UAR – 0.54					

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов аудиторов при распознавании эмоциональных состояний.

127 ± 73 Гц; $E0_{\max}/E0_{\min} - 6 \pm 4.4$; состояние радости – $F0_{\min} - 220 \pm 32.6$ Гц; $F0_{\max} - F0_{\min} - 143.5 \pm 65$ Гц; $E0_{\max}/E0_{\min} - 6.5 \pm 6.8$; состояние гнева – $F0_{\min} - 211 \pm 25.2$ Гц; $F0_{\max} - F0_{\min} - 77.8 \pm 38$ Гц; $E0_{\max}/E0_{\min} - 8.5 \pm 3.3$; состояние страха – $F0_{\min} - 249.7 \pm 27.1$ Гц; $F0_{\max} - F0_{\min} - 78.3 \pm 54.3$ Гц; $E0_{\max}/E0_{\min} - 6.7 \pm 9$.

Нейтральное состояние характеризуется меньшими значениями вариативности ЧОТ по сравнению с состояниями радости и страха ($p < 0.05$); состояние гнева – большими значениями интенсивности по сравнению с нейтральным состоянием ($p < 0.05$); состояние радости – большими значениями вариативности ЧОТ по сравнению с состоянием гнева ($p < 0.05$).

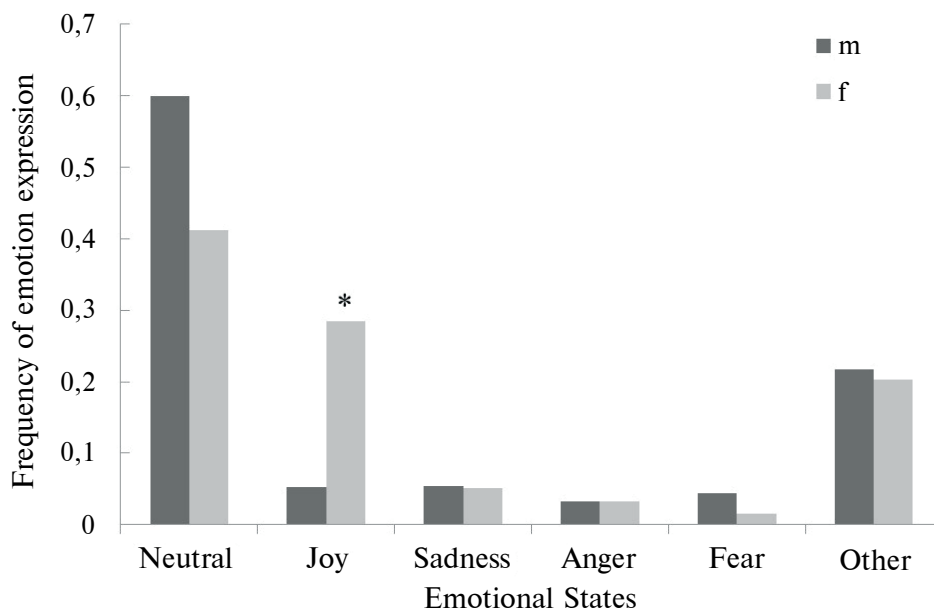


Рис. 3. Частота проявления эмоций в мимике детей. По горизонтальной оси обозначены эмоциональные состояния, по вертикальной оси – частота проявления эмоции в мимике ребенка. Столбцы m – частота проявления эмоций у мальчиков, столбцы f – частота проявления эмоций у девочек. * – $p < 0.05$ – критерий Манна – Уитни, различия между мальчиками и девочками.

Анализ мимической экспрессии детей

Показано, что у девочек и мальчиков преобладающим эмоциональным состоянием в спонтанной мимике является нейтральное состояние (0.6 и 0.41 – частота проявления у мальчиков и девочек соответственно). Состояние радости в мимике девочки (0.29) проявляют чаще, чем мальчики (0.05). Страх в мимике у мальчиков выражается чаще (0.04), чем у девочек (0.01) (рис. 3).

В мимической экспрессии мальчиков преобладают эмоции с негативной валентностью (-0.113 – среднее значение валентности), у девочек – с позитивной валентностью (0.204).

Установлена связь между полом ребенка и частотой проявления в мимике эмоций с позитивной валентностью $F(1,339) = 284.80$, $p < 0.0001$ ($R^2 = 0.456$, $\beta = 0.675$); негативной валентностью $F(1,339) = 223.55$, $p < 0.0001$ ($R^2 = 0.397$, $\beta = -0.630$) – регрессионный анализ. Девочки чаще, чем мальчики, проявляют эмоции с позитивной валентностью.

Распознавание детьми эмоциональных состояний по видеотесту

Дети лучше определяют эмоциональные состояния радости (94% – количество правильных ответов) и печали (92%), хуже распознают нейтральное состояние (74.5%) и состояние гнева (62.5%). Общая точность распознавания – 0.81.

Мальчики (82.2%) лучше девочек (79.2%) распознают эмоциональные состояния по видео тесту ($p < 0.05$) (табл. 9). Девочки лучше распознают состояние печали (100%), чем мальчики (83.3%) ($p < 0.001$) (табл. 10). Мальчики лучше распознают нейтральное состояние (87%), чем девочки (62.5%) ($p < 0.001$).

Таблица 9. Матрица спутывания для определения эмоций по видеотесту мальчиков, %

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев
Нейтральное	87	0	8.7	4.3
Печаль	4.2	83.3	4.2	8.3
Радость	8.3	0	91.7	0
Гнев	12.5	16.7	4.2	66.7
Полнота	0.87	0.833	0.92	0.67
Точность	0.78	0.83	0.84	0.84
F1-мера	0.82	0.83	0.88	0.74
UAR – 0.82				

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов детей при распознавании эмоциональных состояний по видеотесту.

Таблица 10. Матрица спутывания для определения эмоций по видеотесту девочек, %

Состояние	Нейтральное	Печаль	Радость	Гнев
Нейтральное	62.5	16.7	16.7	4.2
Печаль	0	100	0	0
Радость	4	0	96	0
Гнев	16.7	16.7	8.3	58.3
Полнота	0.63	1	0.96	0.58
Точность	0.75	0.75	0.79	0.93
F1-мера	0.68	0.86	0.87	0.72
UAR – 0.79				

Жирным шрифтом выделен % правильных ответов детей при распознавании эмоциональных состояний по видеотесту.

Связи между проявлением эмоциональных состояний, их распознаванием и психофизиологическими характеристиками детей

На основании регрессионного анализа установлены связи между ведущим полушарием по речи ребенка и: распознаванием аудиторами его эмоциональных состояний $F(1,339) = 28.081, p < 0.0001$ ($R^2 = 0.081, \beta = 0.290$); позитивной валентностью в мимике – $F(1,339) = 6.078, p < 0.05$ ($R^2 = 0.176, \beta = 0.133$); правильным распознаванием ребенком изображений, отнесенных к нейтральному состоянию – $F(1,339) = 74.874, p < 0.001$ ($R^2 = 0.192, \beta = -0.438$). Эмоциональные состояния детей с ведущим правым полушарием по речи лучше распознаются аудиторами. Дети, у которых ведущее полушарие по речи левое, проявляют в мимике меньше эмоций с положительной валентностью и лучше распознают нейтральное состояние по видеотесту. Выявлены связи между значениями ЧСС ребенка и акустическими характеристиками речи: вариативностью

ЧОТ – F0max – F0min $F(1,339) = 10.792, p < 0.01$ ($R^2 = 0.03, \beta = 0.176$); E0max/E0min – $F(1,339) = 4.215, p < 0.05$ ($R^2 = 0.012, \beta = 0.110$) – чем больше значения ЧСС, тем выше значения вариативности ЧОТ и интенсивности голоса. Показана связь между ЧСС ребенка после записи «актерской» речи и уровнем активации эмоций в мимике $F(1,339) = 5.6290, p < 0.05$ ($R^2 = 0.163, \beta = 0.128$) – чем более возбужден ребенок, тем ярче он проявляет эмоции.

Показано, что дети, которые проявляют больше эмоций с положительной валентностью, хуже распознают эмоциональные состояния гнева и нейтральное состояние по видеотесту. Установлены связи между частотой проявления эмоций с положительной валентностью в мимике ребенка и количеством правильно распознанных ребенком изображений, демонстрирующих нейтральное состояние $F(1,339) = 14.380, p < 0.05$ ($R^2 = 0.044, \beta = -0.201$) и состояние гнева $F(1,339) = 24.826, p < 0.0001$ ($R^2 = 0.073, \beta = -0.271$).

Частота проявления детьми эмоций с негативной валентностью связана с количеством правильно распознанных ребенком изображений, отражающих состояние гнева $F(1,339) = 56.763, p < 0.0001$ ($R^2 = 0.153, \beta = 0.391$). Дети, которые проявляют большее эмоций с негативной валентностью, лучше распознают гнев на изображениях.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе на основании стандартизированной методики CEDM-sh получены данные об особенностях отражения эмоций в речи и мимике детей 7–8 лет.

Показаны различия в акустических характеристиках речи детей, отражающей разные состояния: «нейтральное – печаль – радость – гнев – страх». Наши данные согласуются с результатами, полученными в исследованиях детской и взрослой речи на материале разных языков [32, 38, 39, 46–49]: для состояний гнева и страха характерны высокие значения ЧОТ, диапазона ЧОТ и интенсивности, для состояния печали – средние (в сравнении с другими эмоциональными состояниями) значения ЧОТ, диапазона ЧОТ, для нейтрального состояния – низкие значения ЧОТ, ее диапазона и интенсивности [46]. Связь между проявлением эмоциональных состояний и акустическими характеристиками эмоциональной детской речи, выявленная в работе для детей 7–8 лет, согласуется с данными, полученными на материале русского и тамильского языков для детей 8–12 лет [39].

Повышение значений ЧОТ, значений диапазона ЧОТ и интенсивности исследователи связывают со степенью эмоционального возбуждения [31]. Так, для детей дошкольного возраста отмечают связь между эмоциональным возбуждением в состоянии радости и повышением ЧОТ, диапазона ЧОТ и интенсивности [50]. Физиологические изменения, обусловленные активацией вегетативной нервной системы, находят отражение в акустических характеристиках эмоциональной речи [49, 51]. Для всех эмоциональных состояний, кроме нейтрального (спокойного), характерно повышение ЧСС [52], что согласуется с результатами нашего исследования, в котором было показано, что изменение ЧСС связано с акустическими характеристиками речи детей, на которые опираются аудиторы при правильном распознавании эмоциональных состояний.

Перцептивное исследование показало, что взрослые носители языка более успешно определяют базовые эмоции по «актерской» речи детей, чем по спонтанной речи. Эти данные согласуются с результатами кросс-культурного исследования на материале русского и тамильского языков по распознаванию эмоций в спонтанной и «актерской» речи детей 8–12 лет [39]. При прослушивании спонтанной речи мальчиков аудиторы лучше распознавали состояние гнева и нейтральное состояние, хуже – состояние печали; по спонтанной речи девочек лучше распознавали состояние радости, хуже – состояние гнева. По «актерской» речи девочек взрослые также определяли состояние гнева хуже, чем другие эмоциональные состояния. В целом по «актерской» речи детей взро-

слыше хорошо определяли нейтральное состояние, что соответствует данным по распознаванию «актерской» речи взрослых людей, полученным на материале русского языка [53]. В исследованиях Морозова отмечается, что состояние страха по «актерской» речи взрослых распознается лучше, чем радость [53]. В нашей работе такая закономерность показана только для «актерской» речи мальчиков (текст «Бармаглот»), что может быть связано с возрастом информантов и условиями записи.

Дети 7–8 лет при выполнении заданий по методике CEDM (ситуация диалога с экспериментатором) чаще демонстрируют мимику, соответствующую нейтральному состоянию. Девочки чаще, чем мальчики, проявляют эмоции с позитивной валентностью – радость. В исследованиях для детей, растущих в разных культурных средах, показано, что мальчики данного возраста чаще проявляют гнев, а девочки – радость [30]. Значимые различия между мальчиками и девочками в проявлении положительных эмоций отсутствуют в младенческом и дошкольном возрасте, в проявлении гнева межполовые различия не выражены в младенчестве, появляются в дошкольном возрасте, а в подростковом возрасте девочки демонстрируют больше отрицательных эмоций, чем мальчики. Мужчины чаще демонстрируют нейтральное состояние и гнев, женщины – состояние радости [32].

По изображениям, включенным в видеотест, дети лучше определяли состояния радости и печали, чем нейтральное состояние и гнев. Установлена связь между способностью ребенка проявлять негативные эмоции в мимике и распознавать состояние гнева по изображениям. В зарубежных работах [14, 16] показано, что дети 7–8 лет по выражению лица распознают состояние радости лучше, чем состояние гнева и печали. Русские дети 8–9 лет более успешно распознают радость, чем печаль, а печаль – чем гнев [20]. Та же закономерность выявлена для немецких детей дошкольного возраста [15].

Выявлены связи между психофизиологическими особенностями детей и их способностью к проявлению эмоций в речи – аудиторы лучше распознают эмоциональные состояния по речи детей с ведущим правым полушарием по речи, что согласуется с представлениями о роли правого полушария в отражении эмоциональных состояний в речи человека [54]. Правое полушарие связывают с проявлением и регуляцией эмоций в голосе – изменением вариативности ЧОТ и интенсивности [55, 56].

Таким образом, получены нормативные данные об особенностях отражения и восприятия эмоциональных состояний типично развивающимися детьми 7–8 лет, растущими в русскоязычном окружении. Выявлены различия в проявлении эмоций мальчиками и девочками данного возраста. Описаны акустические характеристики эмоциональной речи детей, указаны наиболее информативные характеристики, на которые опираются аудиторы для определения эмоционального состояния по голосу ребенка – $F0_{max} - F0_{min}$, $E0_{max}/E0_{min}$, выявлена связь между этими характеристиками и значениями ЧСС.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены различия в акустических характеристиках речи мальчиков и девочек, отражающей эмоциональные состояния: «нейтральное – печаль – радость – гнев – страх». Показано, что значения частоты основного тона мальчиков выше, чем у девочек, в состояниях печали, радости и страха.

2. Определены особенности распознавания взрослыми эмоциональных состояний детей по речи. Точность распознавания эмоциональных состояний по речи мальчиков выше, чем по речи девочек, лучше аудиторы распознают эмоциональные состояния по «актерской» речи.

3. Описаны особенности отражения эмоциональных состояний детей в мимической экспрессии: в ситуации диалога с экспериментатором девочки чаще проявляют состояние радости в мимике, чем мальчики.

4. Выявлены связи между ведущим полушарием по речи ребенка и его отражением эмоциональных состояний в характеристиках голоса, между значениями ЧСС и акустическими характеристиками голоса.

Полученные данные об особенностях отражения эмоциональных состояний детьми младшего школьного возраста будут дополняться большей выборкой детей, живущих в русскоязычном окружении, и могут быть использованы для сравнительного анализа при исследовании эмоциональной сферы детей с нарушениями развития.

ВКЛАДЫ АВТОРОВ

Идея и дизайн эксперимента (Е. Е. Л.), проведение эксперимента и сбор данных (Е. А. К., О. В. Ф.), обработка данных (Е. А. К.), написание и редактирование текста (Е. А. К., О. В. Ф., Е. Е. Л.).

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Российского научного фонда (проект № 22-45-02007). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все исследования проводились в соответствии с принципами биомедицинской этики, изложенными в Хельсинкской декларации 1964 г. и последующих поправках к ней. Они также были одобрены Этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета, протокол № 115-02-3 от 19.04.2023 г.

Каждый участник (для детей – от их родителей) исследования дал добровольное письменное информированное согласие после получения разъяснений о потенциальных рисках и преимуществах, а также о характере предстоящего исследования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляксо ЕЕ, Фролова ОВ (ред) (2020) Голосовой портрет ребенка с типичным и атипичным развитием. СПб. Издат-полиграф ассоциация высш учебн завед. [Lyakso EE, Frolova OV (eds) (2020) Voice portrait of a child with typical and atypical devel. Publ house-polygraph association of higher educat institut. (In Russ)].
2. Ekman P (1982) Methods for measuring facial action. Handbook of methods in nonverbal behavior research. New York. Cambridge Univer Press.
3. Izard CE (1977) Theories of Emotion and Emotion-Behavior Relationships. Hum Emot 19–42. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2209-0_2
4. Hudspeth WJ, Pribram KH (1990) Stages of Brain and Cognitive Maturation. J Educ Psychol 82: 881–884. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.4.881>
5. Hudspeth WJ, Pribram KH (1992) Psychophysiological indices of cerebral maturation. Int J Psychophysiol 12: 19–29. [https://doi.org/10.1016/0167-8760\(92\)90039-E](https://doi.org/10.1016/0167-8760(92)90039-E)
6. Hernández MM, Eisenberg N, Valiente C, Spinrad TL, Berger RH, VanSchyndel SK, Silva KM, Diaz A, Thompson MS, Gal DE, Southworth J (2018) Bidirectional associations between emotions and school adjustment. J Pers 86: 853–867. <https://doi.org/10.1111/jopy.12361>
7. De Bordes PF, Hasselman F, Cox RFA (2021) Children's perception of facial expressions. Dev Psychol 57: 506–518. <https://doi.org/10.1037/DEV0000979>
8. Thrasher C, Grossmann T (2021) Children's emotion perception in context: The role of caregiver touch and relationship quality. Emotion 21: 273–282. <https://doi.org/10.1037/EMO0000704>

9. Jones DC, Abbey BB, Cumberland A (1998) The Development of Display Rule Knowledge: Linkages with Family Expressiveness and Social Competence. *Child Dev* 69: 1209–1222. <https://doi.org/10.1111/J.1467-8624.1998.TB06168.X>
10. Sauter DA, Panattoni C, Happé F (2013) Children's recognition of emotions from vocal cues. *Br J Dev Psychol* 31: 97–113. <https://doi.org/10.1111/J.2044-835X.2012.02081.X>
11. Casey BJ, Heller AS, Gee DG, Cohen AO (2019) Development of the emotional brain. *Neurosci Lett* 693: 29–34. <https://doi.org/10.1016/J.NEULET.2017.11.055>
12. Plessen KJ, Kabicheva G (2010) Hjernens og følelser – fra barn til voksen. *Tidsskr den Nor Laegeforening* 130: 932–935. <https://doi.org/10.4045/TIDSSKR.09.0255>
13. Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Castellanos FX, Liu H, Zijdenbos A, Paus T, Evans AC, Rapoport JL (1999) Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nat Neurosci* 1999 210 2: 861–863. <https://doi.org/10.1038/13158>
14. Widen SC (2013) Children's interpretation of facial expressions: The long path from valence-based to specific discrete categories. *Emot Rev* 5: 72–77. <https://doi.org/10.1177/1754073912451492>
15. Covic A, Von Steinbüchel N, Kiese-Himmel C (2020) Emotion Recognition in Kindergarten Children. *Folia Phoniatr Logop* 72. <https://doi.org/10.1159/000500589>
16. Brechet C (2017) Children's Recognition of Emotional Facial Expressions Through Photographs and Drawings. *J Genet Psychol* 178: 139–146. <https://doi.org/10.1080/00221325.2017.1286630>
17. Kawahara M, Sauter DA, Tanaka A (2021) Culture shapes emotion perception from faces and voices: changes over development. *Cogn Emot* 35: 1175–1186. <https://doi.org/10.1080/02699931.2021.1922361>
18. Дмитриева ЕС, Гельман ВЯ (2018) Восприятие эмоциональной слуховой и зрительной информации и успешность обучения младших школьников. *Психол наука и образов* 23: 29–39 [Dmitrieva ES, Gel'man VYa (2018) Perception of emotional auditory and visual information and the success of learning in younger schoolchildren. *Psiholog nauka i obrazovan* 23: 29–39. (In Russ)].
19. Дмитриева ЕС, Гельман ВЯ, Зайцева КА, Орлова АМ (2006) Исследование восприятия эмоциональной составляющей речевого сигнала при разной длительности стимула. *Физиол челов* 32: 36–41. [Dmitrieva ES, Gel'man VYa, Zajceva KA, Orlova AM (2006) Study of the perception of the emotional component of a speech signal at different stimulus durations. *Fiziol chelov* 32: 36–41. (In Russ)].
20. Дмитриева ЕС, Андерсон МН, Гельман ВЯ (2016) Сравнительное исследование зрительного и слухового восприятия эмоций детьми младшего школьного возраста. *Эксперим психол* 9: 38–52. [Dmitrieva ES, Anderson MN, Gel'man VYa (2016) A comparative study of visual and auditory perception of emotions in children of primary school age. *Eksper psihol* 9: 38–52. (In Russ)].
21. Paine AL, van Goozen SHM, Burley DT, Anthony R, Shelton KH (2023) Facial emotion recognition in adopted children. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 32: 87–99. <https://doi.org/10.1007/S00787-021-01829-Z/TABLES/3>
22. Cannon SA, Chatterjee M (2019) Voice Emotion Recognition by Children with Mild-to-Moderate Hearing Loss. *Ear Hear* 40: 477–492. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000637>
23. Maire J, Galera C, Roux S, Bioulac S, Bouvard M, Michel G (2019) Facial emotion recognition in children with or without Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: Impact of comorbidity. *Encephale* 45: 114–120. <https://doi.org/10.1016/J.ENCEP.2018.01.006>
24. Liu Z, Liu J, Zhang Z, Yu H, Hu F (2020) Facial Emotion Recognition and Polymorphisms of Dopaminergic Pathway Genes in Children with ASD. *Behav Neurol* 4: 6376842. <https://doi.org/10.1155/2020/6376842>
25. Portnova GV, Skorokhodov IV, Mayorova LA (2023) The Levels of Auditory Processing during Emotional Perception in Children with Autism. *J Integr Neurosci* 22: 112. <https://doi.org/10.31083/J.JIN2205112/2279F1232C14CCC07A661F8C52328386>
26. Löytömäki J, Laakso ML, Huttunen K (2023) Social-Emotional and Behavioural Difficulties in Children with Neurodevelopmental Disorders: Emotion Perception in Daily Life and in a Formal Assessment Context. *J Autism Dev Disord* 53: 4744–4758. <https://doi.org/10.1007/S10803-022-05768-9/FIGURES/3>
27. Li HCW, Lopez V (2005) Children's Emotional Manifestation Scale: development and testing. *J Clin Nurs* 14: 223–229. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2702.2004.01031.X>

28. *Lyakso E, Frolova O, Matveev Y* (2020) Facial expression: Psychophysiological study. *Handb Res Deep Learn Image Anal Under Constrained Unconstrained Environ* 266–289.
<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6690-9.CH014>
29. *Jones AC, Gutierrez R, Ludlow AK* (2021) Emotion production of facial expressions: A comparison of deaf and hearing children. *J Commun Disord* 92: 106113.
<https://doi.org/10.1016/J.JCOMDIS.2021.106113>
30. *Chaplin TM, Aldao A* (2013) Gender differences in emotion expression in children: A meta-analytic review. *Psychol Bull* 139: 735–765.
<https://doi.org/10.1037/A0030737>
31. *Lyakso E, Frolova O* (2015) Emotion state manifestation in voice features: Chimpanzees, human infants, children, adults. *Lect Notes Comput Sci (includ Subser Lect Notes Artif Intell Lect Notes Bioinformat)* 9319: 201–208.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-23132-7_25
32. *Lyakso E, Frolova O, Ruban N, Mekala AM* (2021) Child's Emotional Speech Classification by Human Across Two Languages: Russian & Tamil. *Lect Notes Comput Sci (includ Subser Lect Notes Artif Intell Lect Notes Bioinformat)* 12997 LNAI: 384–396.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-87802-3_35
33. *Lyakso EE, Frolova OV, Nikolaev AS, Grigorev AS* (2022) Perceptual Analysis by Adults of the Speech of Children with Autism Spectrum Disorders, Down's Syndrome, and Intellectual Disabilities. *Neurosci Behav Physiol* 52: 582–590.
<https://doi.org/10.1007/S11055-022-01279-3>
34. *Frolova O, Nikolaev A, Grave P, Lyakso E* (2023) Speech Features of Children with Mild Intellectual Disabilities. *ACM Int Conf Proceed Ser* 406–413.
<https://doi.org/10.1145/3610661.3616236>
35. *Deschamps PKH, Been M, Matthys W* (2014) Empathy and empathy induced prosocial behavior in 6 and 7 year-olds with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord* 44: 1749–1758.
<https://doi.org/10.1007/s10803-014-2048-3>
36. *Charman T, Ricketts J, Dockrell JE, Lindsay G, Palikara O* (2015) Emotional and behavioural problems in children with language impairments and children with autism spectrum disorders. *Int J Lang Commun Disord* 50: 84–93.
<https://doi.org/10.1111/1460-6984.12116>
37. *Baron-Cohen S, Golan O, Ashwin E* (2009) Can emotion recognition be taught to children with autism spectrum conditions? *Philos Trans R Soc B* 364: 3567–3574.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0191>
38. *Lyakso E, Frolova O, Kleshnev E, Ruban N, Mary Mekala A, Arulalan KV* (2022) Approbation of the Child's Emotional Development Method (CEDM). *ACM Int Conf Proceed Ser* 201–210.
<https://doi.org/10.1145/3536220.3563371>
39. *Lyakso E, Ruban N, Frolova O, Mekala MA* (2023) The children's emotional speech recognition by adults: Cross-cultural study on Russian and Tamil language. *PLoS One* 18: e0272837.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0272837>
40. *Castro SL, Lima CF* (2010) Recognizing emotions in spoken language: a validated set of Portuguese sentences and pseudosentences for research on emotional prosody. *Behav Res Methods* 42: 74–81.
<https://doi.org/10.3758/BRM.42.1.74>
41. *Gilam G, Hendler T* (2016) Deconstructing anger in the human brain. *Curr Top Behav Neurosci* 30: 257–273.
https://doi.org/10.1007/7854_2015_408
42. *Glokaya kuzdra*. : languagehat.com.
<https://languagehat.com/glokaya-kuzdra/>
43. *Вартанян ИА, Галунов ВИ, Дмитриева ЕС, Морозов ВП* (1988) Восприятие речи. Вопросы функциональной асимметрии мозга. СПб. Наука. [*Vartanyan IA, Galunov VI, Dmitrieva ES, Morozov VP* (1988) Speech perception. Issues of functional brain asymmetry. SPb. Nauka. (In Russ)].
44. *McHugh ML* (2012) Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med* 22: 276.
<https://doi.org/10.11613/bm.2012.031>
45. *Rashidah N, Juremi MD, Zulkifley MA, Hussain A, Diyana WM, Zaki W* (2017) Inter-rater reliability of actual tagged emotion categories validation using Cohen's Kappa coefficient. *J Theor Appl Inf Technol* 2017.
<https://jaitit.org/>
46. *Laukka P, Thingujam NS, Iraki FK, Elfenbein HA, Rockstuhl T, Chui W, Althoff J* (2016) The expression and recognition of emotions in the voice across five nations: A lens model analysis based on acoustic features. *J Pers Soc Psychol* 111: 686–705.
<https://doi.org/10.1037/PSPI0000066>

47. *Liu P, Pell MD* (2012) Recognizing vocal emotions in Mandarin Chinese: a validated database of Chinese vocal emotional stimuli. *Behav Res Methods* 44: 1042–1051.
<https://doi.org/10.3758/S13428-012-0203-3>
48. *Juslin PN, Laukka P* (2003) Communication of emotions in vocal expression and music performance: different channels, same code? *Psychol Bull* 129: 770–814.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.5.770>
49. *Scherer KR* (1995) Expression of emotion in voice and music. *J Voice* 9: 235–248.
[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80231-0](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80231-0)
50. *Nwokah EE, Davies P, Islam A, Hsu H, Fogel A* (1993) Vocal affect in three-year-olds: A quantitative acoustic analysis of child laughter. *J Acoust Soc Am* 94: 3076–3090.
<https://doi.org/10.1121/1.407242>
51. *Scherer KR* (2003) Vocal communication of emotion: A review of research paradigms. *Speech Commun* 40: 227–256.
[https://doi.org/10.1016/S0167-6393\(02\)00084-5](https://doi.org/10.1016/S0167-6393(02)00084-5)
52. *Ekman P, Levenson RW, Friesen WV* (1983) Autonomic Nervous System Activity Distinguishes Among Emotions. *Science* 221: 1208–1210.
<https://doi.org/10.1126/SCIENCE.6612338>
53. *Морозов ВП* (2013) Эмоциональный слух. Экспериментально-психологические исследования. *Психол журн* 34: 45–62. [*Morozov VP* (2013) Emotional hearing. Experimental-psychological research. *Psihol zhurn* 34: 45–62. (In Russ)].
54. *Patel S, Oishi K, Wright A, Sutherland-Foggio H, Saxena S, Sheppard SM, Hillis AE* (2018) Right Hemisphere Regions Critical for Expression of Emotion Through Prosody. *Front Neurol* 9.
<https://doi.org/10.3389/FNEUR.2018.00224>
55. *Shapiro BE, Dancy M* (1985) The role of the right hemisphere in the control of speech prosody in propositional and affective contexts. *Brain Lang* 25: 19–36.
[https://doi.org/10.1016/0093-934X\(85\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0093-934X(85)90118-X)
56. *Lindell AK* (2006) In your right mind: Right hemisphere contributions to language processing and production. *Neuropsychol Rev* 16: 131–148.
<https://doi.org/10.1007/S11065-006-9011-9/METRICS>

Peculiarities of the Emotions Manifestation by 7–8 Old Children in Speech and Facial Expressions

E. A. Kleshnev^{a, *}, O. V. Frolova^a, and E. E. Lyakso^{a, **}

^a Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

*e-mail: kleshnev.egor@gmail.com

**e-mail: lyakso@gmail.com

The purpose of the research was to study the characteristics of the reflection of emotional states “neutral (calm state) — sadness — joy — anger — fear” in the speech and facial expressions of children 7–8 years old and to identify differences in the expression of emotions by boys and girls of this age. The work was carried out as part of a study of the emotional sphere of children with typical and atypical development using the CEDM method for assessing the emotional development of children. 14 children (7 boys, 7 girls) — primary school students — took part in the study. The ability of children to reflect emotions in the characteristics of voice and facial expressions and to recognize emotions was analyzed. For this purpose, speech recording and video recording of children’s facial expressions and behavior, instrumental and perceptual analysis of emotional speech, and automatic analysis of facial expression were carried out. The children’s heart rate was recorded, and the dominant hemisphere was determined by speech using a dichotic test. The features of the reflection of the emotional states of boys and girls in the characteristics of speech are revealed. The specificity of reflecting the emotional states of children in facial expression is described. The connections between the psychophysiological indicators of children and their reflection of emotional states in their voice and facial expressions were determined.

Keywords: emotions, emotional speech, acoustic features, reflection of emotions, school age, children’s speech, auditory perception