

Акустические характеристики гласных из слов детей 14–16 летА. С. Григорьев,^{*} Е. Е. Ляко[†]*Санкт-Петербургский государственный университет,
биологический факультет, кафедра ВНД и психофизиологии,
группа по изучению детской речи. Россия, 199034,
Санкт-Петербург, Университетская наб. д. 7–9*

(Статья поступила 26.06.2017; Подписана в печать 11.09.2017)

В работе впервые на материале русского языка описаны акустические (спектральные и временные) характеристики ударных гласных из слов, вырезанных из спонтанной речи детей в возрасте 14–16 лет, распознанных аудиторами с разной вероятностью. Проведен перцептивный анализ речи детей, направленный на распознавание значения слов взрослыми. Для слов, распознанных с разной вероятностью (0.75–1.0 и 0–0.25) описаны значения длительности ударных гласных, длительности их стационарных участков, величины частоты основного тона (F0), определены значения формантных частот (F1, F2). Построены формантные треугольники кардинальных гласных для русского языка (а, у, и) и определены их площади.

PACS: 43.70.+i; 43.71.+m

УДК: 534.784; 612.85

Ключевые слова: детская речь, перцептивный анализ, спектрографический анализ, частота основного тона, форманты.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из направлений изучения речевого онтогенеза является исследование становления акустических характеристик речи детей [1, 2]. Наибольшее внимание исследователи уделяют описанию акустических характеристик речи младенцев [3]; данные анализа акустических параметров речи детей дошкольного возраста немногочисленны [4], для подростков имеются данные на материале английского языка [5], на материале русского языка данные отсутствуют. Целью нашего исследования явилось описание акустических параметров ударных гласных из слов, вырезанных из спонтанной речи детей 14–16 лет, распознанных аудиторами с разной вероятностью.

1. МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие подростки в возрасте 14–16 лет (n=30, по 5 мальчиков и девочек для каждого возраста). Запись речи проводили на цифровой рекордер «Marantz PMD222» с выносным микрофоном «SENNHEISER e835S», с параллельной видеозаписью поведения ребенка на камеру Sony Handycam HDR-CX330. Запись проведена в помещении общеобразовательной школы во время диалога ребенка с экспериментатором на темы обучения в школе, друзей, занятий в свободное время. Затем из речи детей вырезали слова, из которых составляли тестовые последовательности для предъявления взрослым аудиторам — носителям русского языка.

Каждая тестовая последовательность состояла из 30 слов, по одной тестовой последовательности для детей каждого пола в каждом возрастном срезе (всего 6 тестовых последовательностей). В перцептивном эксперименте приняли участие 128 аудиторов в возрасте 18.79 ± 1.96 лет. Аудиторам было предложено записать в анкету побуквенно услышанные слова напротив номера соответствующего слова (по порядку следования в тесте), а в следующей графе анкеты написать его возможное значение. Истинное значение слова определяли по контексту фразы. После обработки анкет слова, распознанные аудиторами с низкой (0–0.24) и высокой (0.75–1) вероятностью отбирались для дальнейшего инструментального анализа. Инструментальную обработку речевого материала осуществляли на основе спектрографического анализа в звуковом редакторе «Cool Edit Pro». В словах, распознанных с разной вероятностью, определяли средние значения частоты основного тона (ЧОТ, F0), ее максимальные и минимальные значения, вычисляли диапазон ЧОТ [F0max–F0min]; ударный и безударный гласный. Для ударного гласного описывали контекст (согласные и гласные, для учета эффекта коартикуляции), определяли значение ЧОТ гласного — средние, максимальные и минимальные; выделяли стационарный участок. На стационарном участке гласного считали: длительность, значения ЧОТ и ее интенсивность (E0), значения трех формантных частот (F1, F2, F3) и их интенсивности (E1, E2, E3). Строили формантные треугольники с вершинами значений кардинальных гласных /а/, /у/, /и/ и определяли их площади. Площадь формантных треугольников вычисляли по формуле [4]: $Area = 0.5 * \{ (F2[i] * F1[a] + F2[a] * F1[u] + F2[u] * F1[i]) - (F1[i] * F2[a] + F1[a] * F2[u] + F1[u] * F2[i]) \}$, где F1[x] и F2[x] — значения первой и второй формант соответствующих гласных.

^{*}E-mail: a.s.grigoriev89@gmail.com[†]E-mail: lyakso@gmail.com

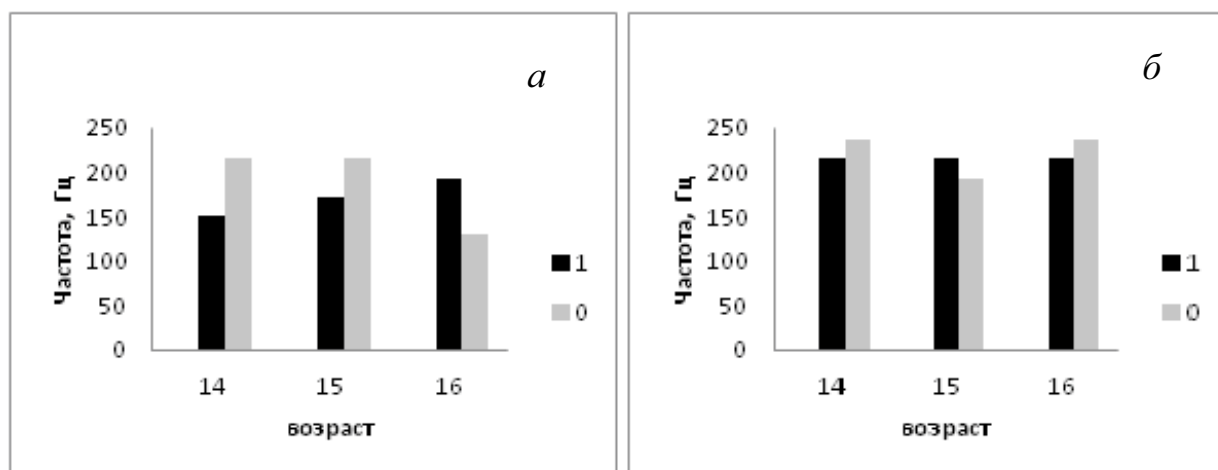


Рис. 1: Значения ЧОТ на стационарном участке ударных гласных из слов детей 14–16 лет, распознанных аудиторами с разной вероятностью (а — для слов, вырезанных из речи мальчиков, б — для слов, вырезанных из речи девочек). 1 — слова, распознанные аудиторами с вероятностью 0.75–1.0, 0 — слова, распознанные аудиторами с вероятностью 0–0.24. По вертикальной оси — значения ЧОТ, Гц, по горизонтальной — возраст детей, лет

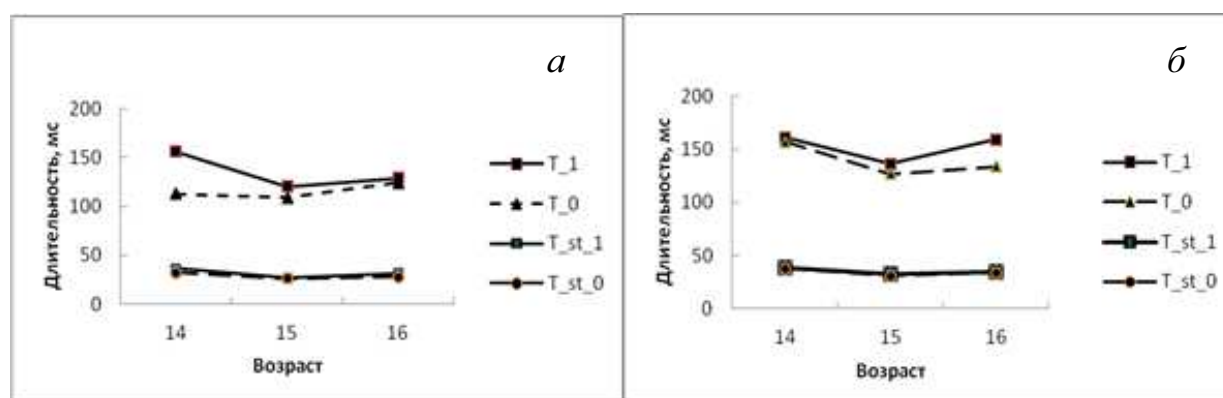


Рис. 2: Значения полной длительности ударных гласных, и длительности стационарных участков гласных из слов а — мальчиков и б — девочек, распознанных аудиторами с высокой и низкой вероятностью. По вертикальной оси — длительность в мс, по горизонтальной оси — возраст детей, лет

2. РЕЗУЛЬТАТЫ

Для слов, распознанных аудиторами с разной вероятностью, установлены различия в значениях ЧОТ. Слова из речи мальчиков, распознанные аудиторами с высокой вероятностью, для возраста 14 и 15 лет характеризуются более низкими значениями ЧОТ, чем слова, распознанные с низкой вероятностью. Для 16 лет наблюдается обратная картина: слова, распознанные с высокой вероятностью, характеризуются более высоким значением ЧОТ (рис. 1,а.). Слова из речи девочек, распознанные аудиторами с высокой и низкой вероятностью, по значениям ЧОТ отличаются незначительно (рис. 1,б).

Значения длительности ударных гласных слов из речи мальчиков (рис. 2,а) и речи девочек (рис. 2,б), и стационарных участков гласных из слов, распознан-

ных аудиторами с высокой и низкой вероятностью не различаются.

Для ударных гласных из слов, распознанных с высокой вероятностью построены формантные треугольники (рис. 3).

Определены значения площади формантных треугольников, построенных для гласных из слов, распознанных с высокой вероятностью (рис. 4). Наибольшую площадь имеет формантный треугольник ударных гласных из слов девочек 15 лет. При сравнении площадей формантных треугольников из слов мальчиков и девочек показано, что площади формантных треугольников девочек в возрасте 14 и 15 лет больше площадей формантных треугольников из речи мальчиков соответствующих возрастов; в 16 лет площадь формантного треугольника из речи мальчиков больше площади формантного треугольника из речи девочек.

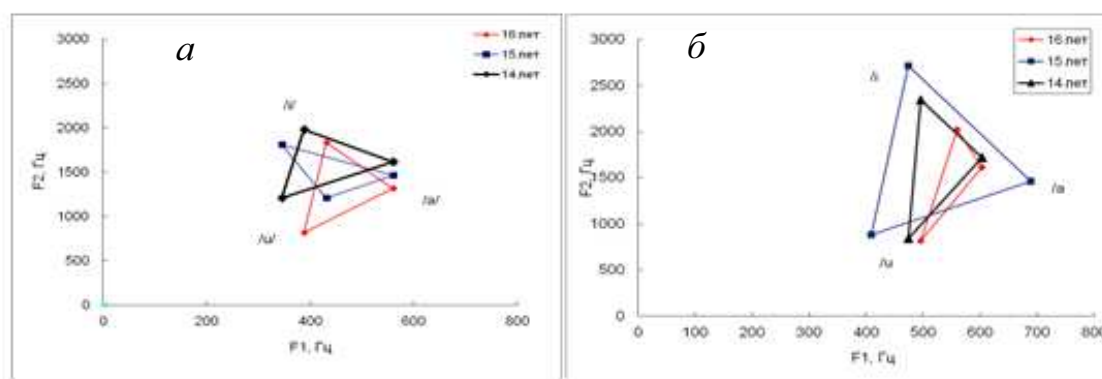


Рис. 3:

Формантные треугольники ударных гласных /а/, /у/, /и/ на двухформантной плоскости с координатами F1, F2 из слов *а* — мальчиков и *б* — девочек 14–16 лет. По горизонтальной оси — значения первой форманты, Гц, по вертикальной — второй форманты, Гц; Красный цвет — данные для 16 лет, синий цвет — для 15 лет, черный — для 14 лет

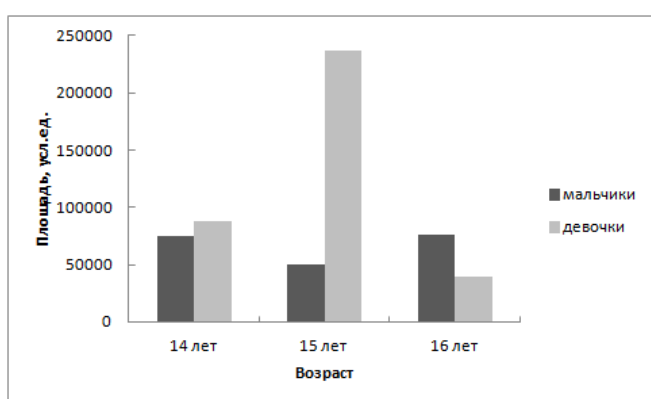


Рис. 4: Площадь формантных треугольников ударных гласных из слов, распознанных с высокой вероятностью. По вертикальной оси — площадь в условных единицах, по горизонтальной — возраст детей, лет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведенном исследовании выявлены отличия между значениями ЧОТ в словах из речи мальчиков, распознанных с высокой и низкой вероятностью, отличия в площадях формантных треугольников из речи детей разных полов в возрасте 15 и 16 лет. Впервые на материале русского языка описаны значения длительности ударных гласных и их стационарных участков для детей в возрасте 14–16 лет.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 15-06-0024а, 16-06-00024а).

- [1] Ballard K. J., Djaja D., Arciuli J., James D. J. H., van Doorn J. *Journal Speech Lang Hear Res.* 2012. **55**. P. 1716.
- [2] Brehm S. B., Weinrich B. D., Sprouse D. S., May S. K., Hughes M. R. *Journal of Voice.* 2012. **26**, N 6. P. 721.
- [3] Ляксо Е. Е. *Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова.* 2003. **89**, № 3. P. 207.

- [4] Ляксо Е. Е., Григорьев А. С. *Д. Российский физиологический журнал имени И. М. Сеченова.* 2013. **99**, № 9. С. 1097.
- [5] Vorperian H., Kent R. *Journal Speech Lang Hear Res.* 2007, December. **50**, N 6. P. 1510.

Acoustic characteristics of vowels from the words of children 14–16 years old

A. S. Grigorev^a, E. E. Lyakso^b

Saint-Petersburg State University, Faculty of Biology, Department of High nervous activity and psychophysiology, The child speech research group

Saint-Petersburg, 199034, Russia

E-mail: ^aa.s.grigoriev89@gmail.com, ^blyakso@gmail.com

In the study for the first time on the material of the Russian language, acoustic (spectral and temporal) characteristics of stressed vowels from word cut from spontaneous speech of children aged 14–16 years, recognized by auditors with different probability, are

described on the basis of the Russian language. Perceptual analysis of children's speech was conducted, aimed at recognizing the meaning of adolescent's words by adults. For words recognized with different probabilities (0.75–1.0 and 0–0.25), the values of the duration of the stressed vowels, the duration of their stationary sections, the pitch frequency value (F0) are described, the values of the formant frequencies (F1, F2). Formant triangles of coordinated vowels for the Russian language (a, y, u) are constructed and their areas are defined.

PACS: 43.70+i; 43.71+m

Keywords: child speech, perceptual analysis, spectrographic analysis, pitch frequency, formants.

Received 26 June 2017.

Сведения об авторах

1. Григорьев Алексей Сергеевич — аспирант; тел.: (812) 321-33-61, e-mail: a.s.grigoriev89@gmail.com.
 2. Ляксо Елена Евгеньевна — доктор биол. наук, доцент, профессор; (812) 321-33-61, e-mail: lyakso@gmail.com.
-