

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

УДК 372.881.161.1

DOI 10.25257/KB.2023.1.50-57

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПСИХОАКУСТИКИ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО

The use of psychoacoustics data in teaching Russian as a foreign language

Ж. Е. ЕРМОЛАЕВА¹,**Х. Ф. ВАЛИЕВ²**

¹Московский педагогический
государственный университет,
интернет-портал EduNeo.ru,
Москва, Россия

²Центральный институт авиационного
моторостроения имени П.И. Баранова,
Москва, Россия

Zh.E. ERMOLAEVA¹,**H.F. VALIEV¹**

¹Moscow Pedagogical State University,
Internet-portal EduNeo.ru, Moscow, Russia

²Central Institute of Aviation Motors,
Moscow, Russia

В статье рассматриваются вопросы психоакустики, связанные с трудностями восприятия русской речи иностранцами. Выдвинута гипотеза, что сложность восприятия зависит от частотности слов и частотности языка. Проведен спектральный анализ с использованием озвучки частотных слов русского и английского языков с помощью женских и мужских голосов, созданных с помощью искусственного интеллекта. Даны рекомендации преподавателям, обучающим иностранцев русскому языку, по улучшению качества работы с аудированием

Ключевые слова: нервная система, речь, слух, обучение, спектрография, нейропедагогика

Abstract: The article considers psychoacoustics issues related to the difficulties of perceiving of Russian speech by foreigners. A hypothesis has been proposed that the complexity of perception depends on the words and language frequency. A spectral analysis was carried out using the voice acting of the frequent words of the Russian and English languages by means of female and male voices of artificial intelligence. Recommendations have been given to teachers who teach Russian to foreign students on how to improve the quality of listening comprehension activities.

Key words: nervous system, speech, hearing, teaching, spectrography, neuropedagogy

ВВЕДЕНИЕ

Способность к обучению есть у каждого человека, благодаря строению его мозга и тела. Именно поэтому сейчас так много внимания в педагогической области уделяется связи с нервной системой человека. Нейропедагогика, нейроандрагогика и нейролингводидактика – науки молодые, междисциплинарные, в которых результаты исследований мозга и физиологии используются с целью поиска эффективных и гибких методов и приемов организации учебного процесса для детей, подростков и взрослых [1–5, 6].

Многие проблемы в обучении связаны с существующими проблемами в зонах, обеспечивающих двигательный контроль. А двигательный контроль обеспечивается не только руками, ногами, ртом, но и зрением, соматосенсорикой, обонянием, вкусом и слухом [4]. Чаще всего проблемы с чтением и письмом в любом возрасте связывают с изменением работы слуховой системы обучающегося: от врожденной или приобретенной глухоты до специфики работы слухового аппарата, работы с равновесием и восприятием звуков.

Проблемами восприятия звуков занимается психоакустика.

Вопросы слуховой обработки речи напрямую со слухом не связаны. Однако знания о восприятии речи могут помочь нам в некоторых аспектах работы с теми, кому изучение русской речи как иностранной дается тяжело.

Исследования слухового восприятия речи в Институте физиологии им. И. П. Павлова РАН имеют долгую историю: максимальный интерес начался в 70-е гг. 20 в. В это время происходит активное развитие научных работ в области артикуляции, слухового анализа речевых сигналов, под руководством проф. Л. А. Чистович и проф. В. А. Кожевникова формируется направление, получившее международную известность как "Ленинградская школа психоакустики речи". Эти исследования получили реализацию в сфере сурдопедагогики, в аспекте восстановления слуха, создания качественных имплантов [7, 8].

На сегодняшний день аспект сложности восприятия, воспроизводства русской речи стал особенно актуальным в связи с возросшим числом студентов и слушателей с речевыми, когнитивными проблемами и трудностями обучения (билингвизм, аутизм, дислексия, сложности с обработкой слуховой информации и т. д.).

Этими вопросами активно занимается логопедическая и нейропсихологическая школа: Азова О. А., Ефремова В. Л., Елецкая О. В., Лопатина и др. [7–9].

Вопросы, которые авторы поставили перед собой, как преподаватели: почему русский язык тяжело дается иностранным слушателям? Почему в большинстве случаев требуется язык-посредник, чаще всего английский, при обучении РКИ? Какие факторы влияют на выбор языка для изучения? И как может помочь преподаватель в свете данных психоакустики своим слушателям?

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Для исследований был использован экспериментально-фонетический метод

спектрографии. Звук, произносимый нами – это физическое явление, представляющее собой распространение в виде волн механических колебаний, передаваемое через упругую среду, то есть воздух, и воспринимаемое человеческим слухом.

У колебательного движения есть акустические свойства, которые являются аспектом в изучении звуков языка и речи. По своей структуре колебания, воспринимаемые слухом, могут быть различными. Если они равномерные, периодические, то их называют тоном или музыкальным тоном [1]. В том же случае, когда мы имеем дело с шумом, колебания будут неравномерными, непериодическими.

В звуках речи (языковых звуках) сочетаются элементы тона и шума, при этом тоны возникают в результате колебания голосовых связок в гортани, а также ответных (резонаторных) колебаний воздуха в надгортанных полостях, тогда как шумы – главным образом в результате преодоления воздушной струей разного рода преград в речевом канале. От частоты колебаний зависит немаловажная характеристика – высота звука: чем больше колебательных движений в единицу времени, тем выше звук. В свою очередь, громкость звука, то есть ее интенсивность, зависит от амплитуды (размаха) колебания.

Важно разграничить два понятия:

1. Эффект частотности слов в языках. Эффект частоты слов – это психологический феномен, где время распознавания меньше для слов, видимых чаще, чем для слов, видимых реже. Феномен может быть расширен до различных символов слова в неалфавитных языках, например, в китайском.

Слово считается высокочастотным, если используется в ежедневной речи, например слово *"the"*. Слово считается низкочастотным, если слово не используется в повседневной речи, например, слово *"strait"*. Некоторые языки, такие как китайский, имеют несколько уровней ежедневной речи, которые влияют на частоту слов [11].

2. Частотность языка с точки зрения психоакустики. В некоторых языках больше звуков низких частот, в других – больше

высоких. Также в некоторых языках мало частотных слов (низкочастотные языки), в других - много. Немецкий язык, например, низкочастотный. А в английском – больше высокочастотных звуков.

Гипотеза: В русском языке самый широкий частотный диапазон из всех европейских языков, но низкие частоты преобладают. Благодаря этому наш язык можно назвать красивым по звучанию, но в то же время он достаточно труден для изучения иностранцами. Английский язык за счет высокочастотных звуков и высокочастотных слов обладает лучшей «слышимостью» и декодированием.

Эксперимент: Слова, взятые для спектрограммного анализа – высокочастотные слова русского и английского языков. Голоса подобраны как женские, так и мужские.

В работе использовались основанные на нейронных сетях роботы сайта *texttospeech.ru*. Сайт был выбран по принципу создания идеальных условий. Для русских слов использованы женские голоса «Анжелика», «Жанна», «Оксана» и мужские голоса «Ермилов», «Захар», «Левитан», «Николай». Для английских слов – женские голоса «Эллисон», «Элизабет» и мужской голос «Мичал». Частота дискретизации во всех случаях выбиралась 48 кГц, остальные параметры были по умолчанию.

Для построения спектрограмм использовалась программа *Wolfram Mathematica*.

Спектрограмма при методе отображения *LinearFrequency* показывает зависимость абсолютной мощности сигнала на каждой из частот от времени.

Более темные области отвечают большей абсолютной мощности. По оси абсцисс показано время в секундах. По оси ординат – частота звука в линейном масштабе.

На *рисунке 1* представлена спектрограмма слова «Сказать», произнесенного голосом «Оксана». Фонемы «к» и «ть» редуцированы по громкости и продолжительности. Высокий женский голос, фонема «с» слышима на частотах от 5000 до 16000 Гц. Максимум мощности приходится на диапазон 8000–11000 Гц.

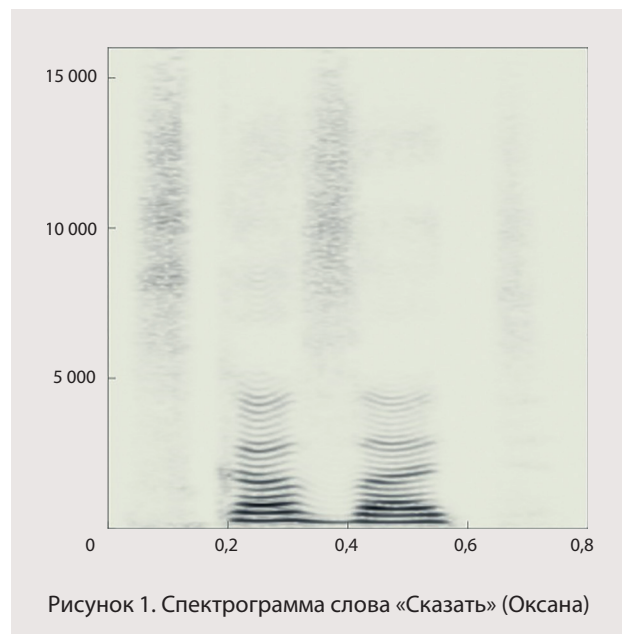


Рисунок 1. Спектрограмма слова «Сказать» (Оксана)

Такой метод не очень удобен для анализа, поскольку не учитывает неравномерную слышимость частот.

Метод отображения спектрограмм *MelFrequency* отражает воспринимаемую громкость звука на каждой из частот в зависимости от времени и учитывает неравномерную слышимость частот.

В дальнейшем используется только метод *MelFrequency*. Более темные области отвечают большей громкости. По оси абсцисс показано время в секундах. По оси ординат показана шкала частот в герцах в логарифмическом масштабе.

На *рисунке 2* представлена спектрограмма слова «Сказать», произнесенного голосом «Захар». Фонемы «с», «к» редуцированы по громкости и продолжительности. Фонема «ть» редуцирована по громкости.

На *рисунке 3* представлена спектрограмма слова «Сказать», произнесенного голосом «Левитан». Фонема «к» и «ть» редуцированы и по громкости и по продолжительности. Очень низкий мужской голос, частоты фонем ниже 8000 Гц

На *рисунке 4* представлена спектрограмма слова «Must», произнесенного голосом «Мичал». Фонема «s» редуцирована по длительности. Фонема «t» редуцирована по громкости.

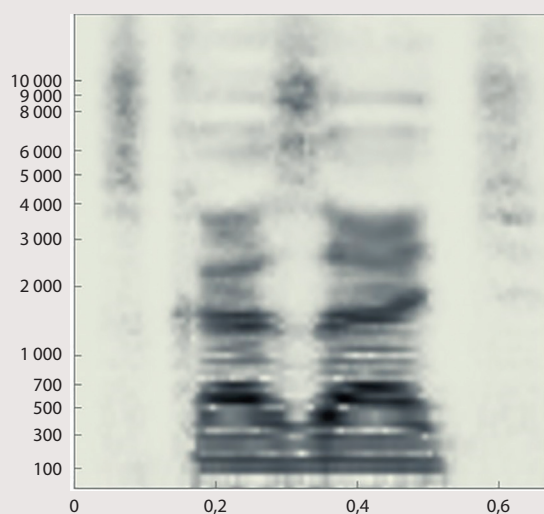


Рисунок 2. Спектрограмма слова «Сказать» (Захар)

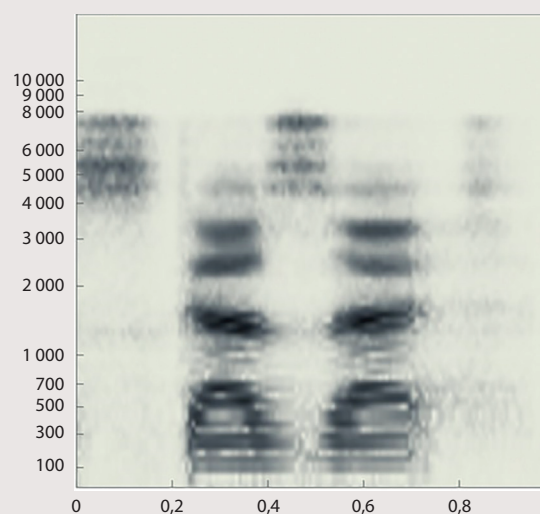


Рисунок 3. Спектрограмма слова «Сказать» (Левитан)

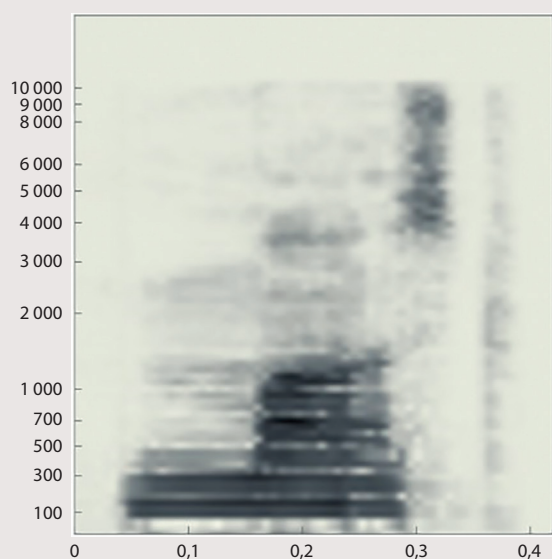


Рисунок 4. Спектрограмма слова «Сказать» (Левитан)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные спектрограммы позволили авторам сделать ряд следующих основных выводов.

1. Русский язык консонантный, английский – вокалический (гласных в английском

больше, да и уделяется им больше внимания – дифтонги, трифтонги). А это значит, что согласный рядом с гласным находится в акцентной позиции, то есть более различим. Если гласных мало, то идет попытка в русском языке «добавить звук», чтобы просто его услышать.

2. Английская речь лабиализована менее русской. В русской речи присутствует огубливание (то есть все звуки близки к зубам и губам). Следовательно, нужно напрягать мышцы для правильной артикуляции.

3. Конечно, сложности слышимости и произношения возникают у иностранцев с теми звуками, которые отсутствуют в английском языке.

4. На специфику восприятия языка иностранцами влияет и частотность языка. Русский язык является низкочастотным, а английский – высокочастотным. В русском языке количество часто употребляемых слов намного меньше, чем в английском. Слово считается часто встречающимся, если оно обычно используется в повседневной жизни. Например, в английском языке это *“the”*. В русском таких слов в разы меньше. Русскоговорящие люди пользуются флексиями. Следовательно, в русском языке

труднее узнавать слова иностранцам – короткие и низкочастотные слова не повторяются, следовательно, следует давать больше лексики и грамматики для понимания.

Для двуязычия требуется разный уровень владения языками, разное проявление эффекта частотности. Слова с более высокой частотностью обрабатываются лучше и быстрее. И ухом при говорении, и глазом при чтении.

5. В английском языке преобладают односложные и двусложные слова. В русском – полный набор. Чем длиннее, тем на большие части разбивается, тем труднее подстроить речевой аппарат, тем дольше идет декодирование.

6. Спектрограммы на двух языках показали сильные редукции в русском языке. На изображениях можно увидеть, какой разрыв слышимости звуков в одном слове, перепады по частоте. Некоторые согласные звуки находятся в более низком диапазоне частот и иногда просто не различимы. Самые короткие звуки и плохо различимые это «к», «п», «т». Звуки «ч», «ш», «щ» по продолжительности звучания соизмеримы с главными, но на более высокой частоте.

7. Восприятие высоты играет центральную роль в определении индивидуальных объектов в акустическом мире и отделении их друг от друга. Высота – это идентификатор, позволяющий отделить данный звук от других объектов.

8. Восприятие тихих звуков намного лучше, чем громких.

9. Мужские голоса чаще воспринимаются иностранцами без искажений.

На основании результатов исследования авторы сформировали рекомендации для преподавателей русского языка как иностранного, которые можно использовать при обучении русскому языку.

1. Важную роль при работе с иностранцами, изучающими русский язык, играет аудирование, именно на начальных уровнях изучения языка (А0–А2).

Для правильного декодирования слов русского языка необходима речевая

наслушанность. Слушать речь надо постоянно, без видеоряда. Если работа со студентом идет дистанционно, не в среде изучения языка, то по 20 минут в день неучебного текста (новостных лент, подкастов, аудиокниг). В результате такой работы в мозге для слов, диалогов или монологов будет создана зона восприятия **русской речи**, которая по своей устойчивости станет сравнима с центром восприятия родной речи, формируемой за детские годы.

2. Необходимо работать с диктовками на слух (проговариваем не звуки и буквы, которые пишем, а слова). Слуховые диктанты или стенографические диктанты способствуют развитию памяти и способности к реконструкции и воспроизведению речевых конструкций. Это не спеллинг, как в классике английского языка, это именно запоминание частотных слов и конструкций. Навыки, формируемые при этом – развитие памяти и способности к реконструкции и воспроизведению речевых конструкций.

Модель диктанта может быть следующей. Диктующий – начальник, который вызывает к себе секретаря и диктует ему текст. У секретаря нет времени записывать текст полностью, ему неловко сказать об этом начальнику, поэтому он записывает только ключевые слова и выражения. После того, как текст был произнесен, секретарь идет на свое рабочее место и воспроизводит текст, по возможности близко к оригиналу.

Особенности подачи текста и воспроизведения его студентами: когда мы только вводим этот вид диктанта, то в роли начальника выступает преподаватель, позже, когда студенты освоятся с этим видом диктанта, в роли диктующего могут выступать и студенты.

Зачитывается текст в нормальном темпе речи (замедленный темп возможен только на тех этапах, когда вы знакомите учащихся с этим видом диктанта);

Если предусмотрена индивидуальная работа, то каждый из студентов записывает свой текст; если же работа групповая, то каждая группа записывает ключевые

слова, затем идёт обсуждение и воспроизведение текста-оригинала. Тексты представляются каждой из групп, совместными усилиями выбирается текст той группы, который наиболее точно соответствует оригиналу.

На начальных уровнях, естественно, используются простые тексты, которые со временем усложняются. Преподаватель может выбирать тексты разных стилей и тематик: классические тексты, заявления, объявления, поздравления с праздниками, записки, медицинские рецепты, газетные статьи.

3. На каждом занятии РКИ следует использовать артикуляционные и дыхательные упражнения для активизации речевого аппарата. На начальном уровне изучения языка это обязательное условие, о котором преподаватели часто забывают. Русский язык, из-за низкой частотности слов и, соответственно, плохой их узнаваемости, может вызывать выброс у слушателей определенных гормонов – адреналина и норадреналина. Резкий выброс адреналина вызывает у человека учащение сердцебиения, при этом сужаются сосуды мускулатуры, брюшной полости, слизистых, что способствует расслаблению мускулатуры кишечника, расширению зрачков и т. д. Другой гормон – норадреналин – также сужает сосуды, что приводит к повышению уровня артериального давления. При этом оба гормона вызывают тремор, который может выражаться в разной форме – от легкого дрожания рук и ног, до сильного тремора, когда конечности буквально «не слушаются», страдает интонирование, изменяется спектральный состав звука, следовательно, звук становится сдавленным и плохо слышимым. Именно поэтому на занятиях следует работать с аудированием, включая в работу **метод слушания всем телом (Whole body listening) и метод включения тела в слушание**. Слух и слуховая обработка информации напрямую связаны с равновесием и мозжечком, созданием ситуации безопасности, снижением давления на слух и улучшается кинестезия.

4. Отказаться от работы со студентом при малейших признаках простуды у студента.

5. Не повышать голос при чтении или наговаривании текста на занятии – первым при повышении голоса отключается слух. Живую речь трудно контролировать, но на уровне А0–А2 преподаватель обязан это делать, выбирая темп и громкость комфортную для студентов.

6. Аудио (без видео) материалы включать на каждом занятии два раза (в начале и конце, с разными голосами, без шумов). Упражнение, которое отлично влияет на узнавание слов русского языка иностранцами – это не повторение за диктором или учителем, а чтение вслух за диктором. Речь распадается на отрезки, различающиеся по длине, и на дискретные элементы, прерываемые паузами различной деятельности. Паузы важны для слушающего, так как оттеняют и выделяют мысль, делают речь более яркой и четкой. При синтагмах из 8–10 слов слушающий во время пауз как бы «переваривает» материал, увязывая его с тем, что он уже услышал, и до некоторой степени предугадывая то, что ему предстоит услышать. Соответственно, такая сенсорная тренировка помогает восстановить внимание, направленное на слуховые стимулы.

ВЫВОДЫ

На данном этапе изучения акустического аспекта остается много направлений для дальнейших исследований. Использование компьютерных технологий и искусственного интеллекта дают новые возможности для их реализации, в частности, для исследования состояния звукопроизношения у билингвов и иностранцев, изучающих русский язык, у людей с патологиями слуха, у возрастных обучающихся. Это позволит подобрать необходимые комплексы работы с фонетикой, аудированием и артикуляцией для более качественного изучения русского как иностранного.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алдошина И. Основы психоакустики // Звукорежиссер. 1996. № 6.
2. Костромина С. Н. Введение в нейродидактику: учебное пособие. СПб.: Изд-во С-Петербург. ун-та, 2019. 182 с.
3. Цветков А. В. Нейропедагогика для учителя: как обучать по законам работы головного мозга. М., 2017. 128с.
4. Банди А., Лейн Ш. Сенсорная интеграция. М., 2021. 768 с.
5. Кушнир И. С., Цветков А. В. Нейрологопедия. М., 2021. 192 с.
6. Королева И. В., Огородникова Е. А., Пак С. П., Левин С. В., Балякова А. А., Шапорова А. В. Методические подходы к оценке динамики развития процессов слухоречевого восприятия у детей сохлеарными имплантами // Российская оториноларингология, 2013. Т. 64. № 3. С. 75–84.
7. Люблинская В. В., Огородникова Е. А., Королева И. В., Пак С. П., Рыбаков М. В. Опыт использования компьютера при исследовании и тренировке слухоречевого восприятия у пациентов после кохлеарной имплантации // Речевые технологии, 2009. № 1. С. 43–53.
8. Чистович Л., Кожеевникова В. Речь: артикуляция и восприятие. М., Л.: Наука, 1965. 237 с.
9. Азова О. А. Нарушение обработки слуховой информации: исследования и слуховые терапии // Актуальные проблемы логопедии. Сборник научных и научно-методических трудов. Выпуск IV. Научный редактор В. П. Крючков. Саратов, 2018. С. 5–13.
10. Ермолаева Ж. Е., Герасимова И. Н. К вопросу о нейроандрагогике в языковом обучении и консультировании взрослых // Культура и безопасность. 2022. № 4. С. 63–70. DOI:10.25257/KB.2022.4.63-70
11. Nation P. How Large a Vocabulary is Needed for Reading and Listening? // Canadian Modern Language Review. 2006. Vol. 63. № 1. P. 59–82.

REFERENCES

1. Aldoshina I. Fundamentals of psychoacoustics. *Zvukorezhisser* – Sound engineer. 1996, no. 6.
2. Kostromina S.N. *Vvedenie v neiroididaktiku* [Introduction to neurodidactics]. Saint Petersburg, Publishing House of Saint Petersburg University, 2019, 182 p. (in Russ.).
3. Tsvetkov A.V. *Neiropedagogika dlia uchitelia: kak obuchat' po zakonam raboty golovnogo mozga* [Neuropedagogics for teachers: how to teach according to the laws of the brain]. Moscow, 2017, 128 p. (in Russ.).
4. Bandi A., Lein Sh. *Sensornaia integratsiia* [Sensornaia integratsiia]. Moscow, 2021, 768 p. (in Russ.).
5. Kushnir I.S., Tsvetkov A.V. *Neirollogopediia* [Neurologopedia]. Moscow, 2021, 192 p. (in Russ.).
6. Koroleva I.V., Ogorodnikova E.A., Pak S.P., Levin S.V., Baliakova A.A., Shapорова A.V. Methodological approaches to assessment of progress in auditory-speech processing in children with cochlear implants. *Rossiiskaia otorinolaringologiia* – Russian Otorhinolaryngology. 2013, vol. 64, no. 3, pp. 75–84 (in Russ.).
7. Lyublinskaya V.V., Ogorodnikova E.A., Koroleva I.V., Pak S.P., Rybakov M.V. Experience of using a computer in the study and training of auditory-speech perception in patients after cochlear implantation. *Rechevye tekhnologii* – Speech Technologies, 2009, no. 1, pp. 43–53 (in Russ.).
8. Chistovich L., Kozhevnikova V. *Rech': artikuliatsiia i vospriatie* [Speech: articulation and perception]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1965. 237 p. (in Russ.).

9. Azova O.I. Auditory processing disorder: research and listening therapies. *Aktualnye problemy logopedii. Sbornik nauchnykh i nauchno-metodicheskikh trudov. Vypusk IV. Nauchnyi redaktor V. P. Kriuchkov* [Actual problems of speech therapy. Collection of scientific and methodological works. Is. IV. Scientific editor V.P. Kryuchkov]. Saratov, 2018, pp. 5–13 (in Russ).
10. Ermolaeva Zh.E., Gerasimova I.N. On the issue of neuroandragogy in adult language teaching and counseling. *Kultura i bezopasnost – Culture and safety*. 2022, no. 4, pp. 63–70. DOI:10.25257/KB.2022.4.63-70
11. Nation P. How Large a Vocabulary is Needed for Reading and Listening? *Canadian Modern Language Review*. 2006, vol. 63, no. 1, pp. 59–82 (in Eng.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жаннетта Евгеньевна ЕРМОЛАЕВА✉

Кандидат филологических наук, доцент,
доцент кафедры лингводидактики РКИ и билингвизма
МПГУ, главный редактор портала EduNeo.ru,
Москва, Российская Федерация
SPIN-код: 5409-291
AuthorID: 755692
✉ zhannetta13@gmail.com

Харис Фаритович ВАЛИЕВ

Кандидат физико-математических наук,
Центральный институт авиационного
моторостроения имени П.И. Баранова,
Москва, Российская Федерация
✉ haris_valiev@mail.ru

Поступила в редакцию 17.03.2023

Принята к публикации 23.03.2023

Для цитирования:

Ермолаева Ж. Е., Валиев Х. Ф. Использование данных психоакустики при преподавании русского языка как иностранного // Культура и безопасность. 2023. № 1. С. 50–57. DOI:10.25257/KB.2023.1.50-57

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zhannetta E. ERMOLAEVA✉

PhD in Philology, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of linguodidactics
(RaFL) and the Department of bilingualism of Moscow
Pedagogical State University, editor-in-chief of EduNeo.ru,
Moscow, Russian Federation
SPIN-код: 5409-291
AuthorID: 755692
✉ zhannetta13@gmail.com

Haris F. VALIEV

PhD in Physics and Mathematics,
Central Institute of Aviation Motors,
Moscow, Russian Federation
✉ haris_valiev@mail.ru

Received 17.03.2023

Accepted 23.03.2023

For citation:

Ermolaeva Zh. E., Valiev H.F. The use of psychoacoustics data in teaching Russian as a foreign language. *Kultura i bezopasnost – Culture and safety*. 2023, no. 1, pp. 50–57. DOI:10.25257/KB.2023.1.50-57