

Оригинальная статья
УДК 372.881.161.1
<http://doi.org/10.32603/2412-8562-2026-12-1-105-125>

Влияние межъязыковых факторов на усвоение фонетики русского языка китайскими студентами. Исследование динамической взаимосвязи между восприятием и воспроизводством взрывных согласных

Анна Чжао¹, Синьлу Ян²✉, Сянсюэ Ван³

^{1, 2, 3}Синьцзянский педагогический университет, Урумчи, Синьцзян, Китай

¹zanna1115@163.com, <https://orcid.org/0009-0001-3141-9600>

²✉xjsdyxl@126.com, <https://orcid.org/0009-0008-0507-5147>

³820162047@qq.com, <https://orcid.org/0009-0007-0084-8916>

Введение. В области изучения второго языка выполнено достаточно исследований, демонстрирующих проблемы, с которыми сталкиваются учащиеся при изучении иностранного языка, но динамическая взаимосвязь между восприятием и воспроизведением китайскими учащимися русских взрывных звуков изучена не полностью. Целью данного исследования является изучение особенностей восприятия и произношения русских взрывных согласных изучающими русский язык как второй, уделяя особое внимание изучению влияния уровня владения языком, артикуляционной позиции и контекстуальным факторам на результаты усвоения.

Методология и источники. В рамках исследования был проведен эксперимент по восприятию и воспроизводству речи с участием 40 китайцев, изучающих русский язык, и 5 носителей русского языка, которые использовали акустические измерения и анализ речи при помощи программы Praat и визуализацию на языке R для измерения времени начала озвончения (VOT).

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что существует трехуровневая разница в точности восприятия губных взрывных согласных, альвеолярных взрывных согласных и палатальных взрывных согласных, при этом глухие согласные воспринимаются лучше, чем звонкие. При выполнении заданий на восприятие и производство звуков результаты учащихся, находящихся на более высокой ступени обучения, значительно лучше, чем у начинающих, что подтверждает вывод о том, что опыт обучения оказывает стимулирующее воздействие при усвоении русских взрывных согласных. Ошибки, совершенные в потоке речи, встречаются чаще, чем при использовании отдельных слов, что показывает помехи, вызванные семантической обработкой информации при воспроизводстве взрывных согласных. Следует отметить, что восприятие и воспроизведение глухих взрывных звуков демонстрирует значительную положительную корреляцию, в то время как для звонких взрывных звуков наблюдается разделение восприятия и воспроизведения, что ставит под сомнение традиционную целостную модель фонологической обработки информации.

© Чжао А., Ян С., Ван С., 2026



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Заключение. Приведенные результаты расширяют «модель обучения речи» и устанавливают иерархию отдельных элементов при усвоении произношения взрывных согласных второго языка. В то же время они предоставляют эмпирические данные для реализации стратегий последовательной тренировки произношения и опоры на контекст при обучении русской фонетике.

Ключевые слова: восприятие, воспроизведение, русский язык, взрывные согласные, китайские студенты

Благодарность: авторы выражают благодарность всем участникам эксперимента, а также признательны анонимным рецензентам за ценные замечания к предыдущей версии статьи.

Финансирование: исследование выполнено при поддержке Фонда гуманитарных и социальных наук Министерства образования КНР (проект № 22YJA740032 «Исследование устной речи и стратегий повышения общезыковых навыков молодых трудовых мигрантов в сельских районах Южного Синьцзяна»).

Для цитирования: Чжао А., Ян С., Ван С. Влияние межъязыковых факторов на усвоение фонетики русского языка китайскими студентами. Исследование динамической взаимосвязи между восприятием и воспроизведением взрывных согласных // ДИСКУРС. 2026. Т. 12, № 1. С. 105–125. DOI: 10.32603/2412-8562-2026-12-1-105-125.

Original paper

The Impact of Cross-Linguistic Factors on the Russian Phonetics Acquisition by Chinese Students. Exploration of the Dynamic Relationship between Perception and Production of Plosive Consonants

Anna Zhao¹, Xinlu Yang²✉, Xiangxue Wang³

^{1, 2, 3}Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang, China

¹zanna1115@163.com, <https://orcid.org/0009-0001-3141-9600>

²✉xjsdyxl@126.com, <https://orcid.org/0009-0008-0507-5147>

³820162047@qq.com, <https://orcid.org/0009-0007-0084-8916>

Introduction. In the field of second language acquisition, there has been sufficient research to demonstrate the challenges faced by cross-linguistic phonetic learning, but the dynamic relationship between Chinese learners' perception and production of Russian plosives has not been fully explored. This study aims to investigate the perception and production patterns of Russian plosives among Chinese L2 learners, with a focus on exploring the influence of proficiency level, articulatory position, and contextual factors on acquisition outcomes.

Methodology and sources. This study conducted a perception and production experiment involving 40 Chinese Russian language learners and 5 native Russian speakers, using Praat speech analysis and R language visualization analysis to measure the voice onset time (VOT) through acoustic measurements.

Results and discussion. Research has found that there is a three-level difference in perceptual accuracy between labial plosives, alveolar plosives and soft palate plosives, with voiceless plosives being perceived better than voiced plosives; The performance of senior learners in dual tasks is significantly better than that of junior learners, confirming that learning experience has a promoting effect on the acquisition of Russian plosives; The error rate produced in flow of speech is higher than that of isolated words, reflecting the interference effect of semantic processing on plosive production. It is worth noting that the

perception and production of voiceless plosives show a significant positive correlation, while voiced plosives exhibit a perception production separation pattern, which challenges the holistic view of traditional phonological processing.

Conclusion. The above findings expand the “speech learning model” and establish a hierarchical effect based on pronunciation parts in the second language acquisition of plosives. At the same time, they provide empirical evidence for implementing pronunciation part sequence training strategies and contextualized training methods in Russian phonetic teaching.

Keywords: perception, production, Russian language, plosive consonants, Chinese students

Acknowledgments: the authors express their gratitude to all participants of the experiment for participating in the study, and are also grateful to the anonymous reviewers for their valuable comments on the previous version of the article.

Source of financing: the study was conducted with the support of the Foundation for Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education of the People's Republic of China (project No. 22YJA740032 “Study of oral speech and strategies for improving general language skills of young migrant workers in rural areas of Southern Xinjiang”).

For citation: Zhao, A., Yang, X. and Wang, X. (2026), “The Impact of Cross-Linguistic Factors on the Russian Phonetics Acquisition by Chinese Students. Exploration of the Dynamic Relationship between Perception and Production of Plosive Consonants”, *DISCOURSE*, vol. 12, no. 1, pp. 105–125. DOI: 10.32603/2412-8562-2026-12-1-105-125 (Russia).

Введение. Рост использования русского языка в Китае предоставляет учащимся больше практических возможностей для повышения уровня владения им. Однако из-за того, что китайский и русский языки принадлежат к разным языковым семьям, у китайских студентов возникают трудности в освоении фонетики русского языка, которые сохраняются в течение длительного времени. Это побуждает исследователей изучать особенности освоения русских звуков китайскими студентами, а также влияние их родного языка на произношение на втором языке (L2). Несмотря на высокую значимость этих исследований, эмпирические данные о восприятии и воспроизведении русских звуков китайскими студентами остаются крайне ограниченными. Особого внимания заслуживают смычные согласные, так как их произношение в русском и китайском языках весьма различно, а сложности их освоения до сих пор недостаточно изучены.

Освоение произношения второго языка в свете теорий усвоения. В процессе усвоения второго языка (L2) на формирование произносительных навыков влияют как фонетические, так и фонологические факторы. Модель обучения речи (SLM) [1] и ее обновленная версия SLM-r [2] предполагают, что учащиеся испытывают трудности в обработке русских смычных согласных из-за различий между фонологическими системами родного и изучаемого языков. Согласно Модели перцептивной ассимиляции (PAM) [3], изучающие соотносят звуки второго языка со звуками первого (L1), а Модель восприятия второго языка (L2LP) [4–5] подчеркивает влияние фонологической системы L1 на произношение L2. Для изучающих русский язык понимание этих механизмов имеет решающее значение в формировании эффективных стратегий овладения произношением.

Помимо психолингвистических факторов важную роль в освоении речи второго языка играют биомеханические свойства артикуляционных органов. Русские звонкие смычные согласные требуют точной координации вибрации голосовых связок и смычки ротовой полости. Влияние межъязыковых факторов на усвоение фонетики русского языка китайскими студентами. ... 107
The Impact of Cross-Linguistic Factors on the Russian Phonetics Acquisition by Chinese Students. Exploration...

лости аналогично производству звонких аспират в хинди и урду, где после смычки происходит абдукция голосовых складок, обеспечивая больший воздушный поток и придавая голосу дыхательное периодическое звучание [6]. Обучающимся китайязычным студентам может быть сложно контролировать гортанные и языковые движения из-за отсутствия противопоставления звуков по звонкости в их родном языке. Это приводит к систематическим отклонениям в произнесении звуков китайскими студентами по сравнению с носителями русского языка. Например, отрицательные значения VOT (Voice Onset Time – время начала звучания) у русских звонких смычных согласных (–78 до –70 мс) указывают на особую биомеханику – вибрация голосовых связок начинается до выхода смычки, что трудно точно воспроизвести китайским обучающимся.

Фонологические особенности русских и китайских смычных согласных. Данное исследование представляет инновационную интеграцию трех методов межъязыкового анализа:

- сравнение по МФА (Международный фонетический алфавит);
- акустические измерения;
- перераспределение признаков – для систематического сопоставления систем взрывных согласных в мандаринском китайском и русском языках.

В то время как ранее эти методы применялись разрозненно, их совместное использование позволяет достичь более высокой степени достоверности результатов.

Сравнение по МФА (IPA), как отмечает Фледж (1995) [1], представляет собой простой способ оценки межъязыковой схожести звуков первого (L1) и второго (L2) языка. В системе IPA взрывные согласные китайского языка передаются как /p t k/ (неаспирированные) и /pʰ tʰ kʰ/ (аспирированные), тогда как в русском – как /p t k/ (глухие) и /b d g/ (звонкие). Обозначения глухих согласных /p t k/ совпадают, что свидетельствует о фонетической схожести, тогда как звонкие согласные /b d g/ в русском языке не имеют прямых аналогов в китайском, что потенциально может вызывать затруднения в восприятии у изучающих русский язык.

Акустическое различие служит ключевым показателем, как подчеркивает Фледж (1995) [1], предложивший рассматривать восприятие звуков L2 в континууме, основанном на акустических отличиях от L1. Одним из критически важных параметров при сравнении гортанных противопоставлений в разных языках остается VOT, как показано в ряде предыдущих исследований [7]. В табл. 1 обобщены измерения VOT на мандаринском и русском языках, что свидетельствует об их значительных различиях в характеристиках произношения.

Таблица 1. Значения VOT (мс) для взрывных согласных в мандарине и русском языках в начальной позиции слова (по данным предыдущих исследований)

Table 1. VOT (ms) values for explosive consonants in Mandarin and Russian in the initial position of the word (according to previous studies)

Взрывные согласные в мандарине	p ^h	t ^h	k ^h	p	t	k
Chao and Chen (2008) [8]	82	81	92	14	16	27
Взрывные согласные русского языка	b	d	g	p	t	k
Ringen and Kulikov (2012) [9]	–70	–75	–78	18	20	38

Как показано в табл. 1, значения VOT для глухих неаспирированных взрывных согласных в мандарине (родной язык (L1) – современный стандартный китайский язык (путун-хуа)) (/p t k/) варьируются в диапазоне от 14 до 27 мс, тогда как аспираторные взрывные соглас-

ные (/ph th kh/) демонстрируют значительно большие значения VOT (от 82 до 92 мс). В отличие от этого, глухие взрывные согласные в русском языке (/p t k/) имеют значения VOT, сопоставимые с неаспирированными согласными в мандарине (от 18 до 38 мс), а звонкие взрывные согласные русского языка (/b d g/) демонстрируют отчетливо отрицательные значения VOT (от –78 до –70 мс), что свидетельствует о значительных межъязыковых различиях.

Метод перераспределения признаков предполагает, что восприятие звуков L2 определяется наличием или отсутствием характерных признаков целевого языка. Для китайских изучающих, звонкие смычные согласные русского языка /b d g/ могут восприниматься как новые звуки из-за отсутствия фонемных звонких смычных в китайском. В китайском все смычные согласные – глухие, и они встречаются только в начальной позиции слова, при этом аспирация является ключевым признаком различия (/p t k/ – неаспирированные, /ph th kh/ – аспирированные). Хотя Лэйдфогед (2005) предполагает, что /p t k/ могут озвончаться в безударных слогах [10], Чин (2008) утверждает, что звонкие смычные в китайском языке не существуют как фонемы, хотя может происходить аллофоническое озвончение [7]. Русская система смычных отличается вибрацией голосовых связок при произнесении звонких согласных. Как показано в табл. 2, главное различие между китайскими и русскими согласными заключается в признаке [±voice], который отличает русские звонкие смычные от китайских неаспирированных глухих.

Таблица 2. Начальные взрывные согласные родного языка (L1) и второго языка (L2)
Table 2. Initial explosive consonants of the mother tongue (L1) and second language (L2)

Языки		Глухие взрывные согласные		Звонкие взрывные согласные
		аспирированные	неаспирированные	
L1	Мандарин	p ^h , t ^h , k ^h	p, t, k	–
L2	Русский	–	p, t, k	b, d, g

Взрывные согласные русского языка фонетически отличаются от соответствующих согласных современного стандартного китайского языка (мандарина). Глухие взрывные согласные русского языка являются неаспирированными, тогда как звонкие взрывные согласные сопровождаются вибрацией голосовых связок во время смыкания. В отличие от современного стандартного китайского языка (путунхуа), который представляет собой аспирационный язык и различает взрывные согласные по наличию или отсутствию аспирации, русский язык является языком с противопоставлением по звонкости и различает взрывные согласные по наличию или отсутствию вибрации голосовых связок во время смыкания.

Целью настоящего исследования является изучение того, как китайские обучающиеся русскому языку с различным уровнем подготовки воспринимают и производят русские смычные согласные в начальной позиции слова, а также выявление взаимосвязи между восприятием и произношением. В ходе исследования авторами были поставлены следующие вопросы: как обучающиеся воспринимают глухие и звонкие смычные согласные; как они производят эти согласные; существует ли корреляция между восприятием и произношением.

Методология и источники. Участники исследования были набраны в период с 15 по 31 декабря 2023 г., предварительно заполнив анкету по языковому фону для обеспечения адекватного отбора. Все участники предоставили письменное информированное согласие на участие в исследовании, одобренное этическим комитетом (IRB), курирующим проект. Согласие оформлялось через стандартную форму, включающую описание цели исследования, про-
Влияние межъязыковых факторов на усвоение фонетики русского языка китайскими студентами. ... 109
The Impact of Cross-Linguistic Factors on the Russian Phonetics Acquisition by Chinese Students. Exploration...

цедур, возможных недостатков и преимуществ, а также прав участников. Несовершеннолетние в исследовании не участвовали, поэтому согласие родителей или опекунов не требовалось.

Участники были разделены на две группы: экспериментальную и контрольную. Экспериментальную группу (CL – Chinese Learners) составили 40 чел., изучающих русский язык (29 женщин и 11 мужчин в возрасте от 18 до 23 лет), все – носители китайского языка, выросшие в северном Китае. Все проходили регулярное языковое обучение не менее 10 часов в неделю. Кроме того, участники были разделены по четырем академическим уровням (G1 – первокурсники, G2 – второкурсники, G3 – третьекурсники и G4 – четверокурсники) для анализа динамики восприятия. Контрольную группу (NS – Native Speakers) составили 5 носителей русского языка (3 женщины и 2 мужчины в возрасте от 19 до 24 лет), использовавшие русский язык как основной в повседневном общении.

Все участники либо добровольно согласились на открытое участие в исследовании, либо их данные хранились конфиденциально. Информация об участниках исследования представлена в табл. 3.

Таблица 3. Информация об участниках эксперимента
Table 3. Information about the study participants

Экспериментальная группа, чел.				Контрольная группа, чел.
G1	G2	G3	G4с	
10	10	10	10	5

Для эксперимента на восприятие были использованы 36 пар русских смычных согласных (включая «филлеры») из курса общего русского языка, представленных в виде 84 случайно сгенерированных стимулов. Записи были сделаны пятью носителями русского языка из Москвы. Перед каждым стимулом воспроизводились пауза и звуковой сигнал.

В эксперименте на воспроизведение анализировались смычные согласные в начальной позиции слова (/p, b, t, d, k, g/), за которыми следовали гласные [a, o, u] с целью исключения эффекта палатализации. Целевые согласные звучали как в изоляции, так и в контексте. Акустические параметры извлекались с помощью программы Praat, а визуализация данных осуществлялась с использованием ggplot2 в R для сопоставления восприятия и артикуляторных моделей L1 и L2.

Исследование включало задания на идентификацию и различение звуков. Участники использовали наушники Sony MDRZX110NC и прослушивали случайные фонетические стимулы через модуль Praat Experiment MFC. Они нажимали пробел для начала задания и могли делать перерывы по необходимости. В задании на идентификацию участникам предлагалось выбрать услышанный стимул, а в задании на различение – определить, одинаковы ли две услышанные пары слов.

Эксперименты проводились в звукоизолированной лаборатории речи Синьцзянского педагогического университета. Участников просили читать предложения в обычном темпе. Запись звука осуществлялась на микрофон Shure MV-7. Каждое предложение повторялось дважды как экспериментальной, так и контрольной группами. Экспериментальная группа (40 участников) произвела 1440 единиц (18 стимулов × 2 повторения), контрольная группа (5 участников) – 180 единиц.

Время начала звучания (VOT) измерялось с использованием программы Praat версии 6.3.10. Положительное значение VOT определялось как интервал от начала взрыва соглас-

ного до первого нуля пересечения оси у гласного. Границы между согласным и гласным устанавливались с помощью спектрального анализа; сегментация /p/ иллюстрировалась с применением спектрограммы и данных давления в ротовой полости. Этот комбинированный метод обеспечивает точное определение акустических границ при анализе различий между звонкими и глухими смычными согласными в русском языке.

В настоящем исследовании восприятие и воспроизведение русских смычных согласных китайскими обучающимися анализировались с помощью средств визуализации в языке R. Точность восприятия глухих и звонких согласных оценивалась на основе заданий на идентификацию и различение с использованием SPSS 24. Анализ произношения включал распределение значений VOT у изучающих и носителей языка, следуя методологии Лискера и Абрамсона (1964) [11]. Акустические параметры извлекались с использованием программы Praat и визуализировались через пакет ggplot2. Для выявления связи между восприятием и произношением рассчитывались корреляции Спирмена в SPSS 24, анализируя взаимосвязь между точностью восприятия и значениями VOT.

Результаты. 1. Восприятие смычных согласных. 1.1. Различение смычных. Эксперимент включал 40 контрастов согласных: 18 пар стимулов (9×2) в двух последовательностях, 9 одинаковых пар фонем и 13 заполнителей. Контрасты включали pa-ba, po-bo, pu-po, ta-da, to-do, tu-du, ka-ga, ko-go, ku-gu. Результаты представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4. Точность различения девяти различных русских контрастов смычных согласных
Table 4. Accuracy of distinguishing 9 different Russian contrasts of consonants

Согласный 1	Согласный 2	Точность, %
pa	ba	70.03
po	bo	75.74
pu	po	72.29
ta	da	58.55
to	do	64.28
tu	du	60.99
ka	ga	51.73
ko	go	66.64
ku	gu	60.33

Таблица 5. Точность различения одинаковых пар смычных согласных
Table 5. Accuracy of distinguishing identical pairs of consonants

Согласный 1	Согласный 2	Точность, %	Согласный 1	Согласный 2	Точность, %
pa	pa	65.44	ba	ba	78.38
po	po	64.93	bo	bo	74.99
pu	pu	65.07	bu	bu	77.19
ta	ta	66.48	da	da	65.44
to	to	67.47	do	do	64.93
tu	tu	63.66	du	du	65.07
ka	ka	75.53	ga	ga	63.29
ko	ko	75.88	go	go	62.97
ku	ku	76.38	gu	gu	68.86

Как видно из табл. 4, китайским обучающимся труднее всего различать контраст “ka-ga” (51.73 %), в то время как контраст “pa-ba” оказался самым легким (70.03–75.74 %). Общий порядок точности: губные > альвеолярные > велярные.

Уровень правильного распознавания глухих смычных (/p/ 65.07–65.44 %, /t/ 63.66–66.48 %, /k/ 75.53–76.38 %) и звонких (/b/ 74.99–78.38 %, /d/ 64.93–65.44 %, /g/ 62.97–68.86 %) демонстрирует, что звук “go” оказался наиболее трудным для восприятия, тогда как “ba” – наиболее простым.

1.2. Идентификация смычных. Участники идентифицировали 18 русских смычных согласных (каждая повторялась дважды), и на рис. 1 показана точность распознавания.

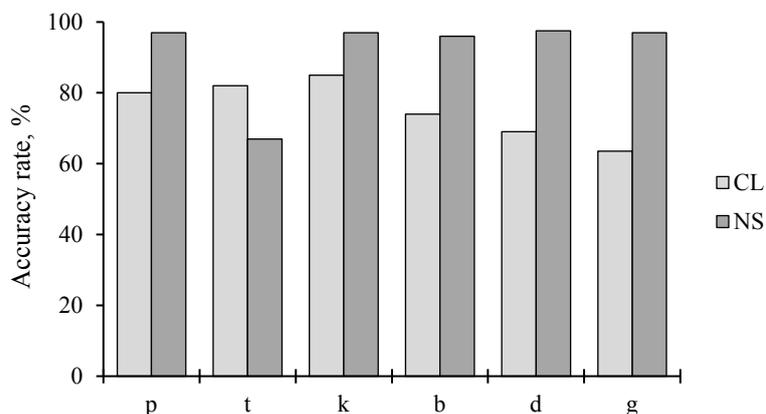


Рис. 1. Сравнительный анализ точности восприятия согласных /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/ в группах CL и NS
Fig. 1. Comparative analysis of the accuracy of perception of consonants /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/ in the CL and NS groups

Как видно из рис. 1, китайские обучающиеся (CL) демонстрировали устойчиво более низкие показатели точности восприятия по сравнению с группой носителей языка (NS). Особенно четко различались глухие согласные (/p/, /t/, /k/), которые воспринимались с большей точностью (от 79.7 до 85.1 %), чем звонкие (/b/, /d/, /g/), для которых точность составила от 63.2 до 75.3 %. Среди глухих согласных наивысшую точность продемонстрировал /k/, а среди звонких – /b/.

Статистический анализ данных показал общую тенденцию повышения точности восприятия с увеличением уровня обучения.

В табл. 6 представлен сравнительный анализ восприятия русских смычных у студентов первого (G1) и четвертого (G4) курсов. Среднее значение (Mean) – это средний процент правильно распознанных звуков: студентами первого курса – 69.11 %, студентами 4 курса – 78.12 %. SD – (Standard Deviation – стандартное отклонение) – показатель разброса данных, который показывает, насколько индивидуальные результаты участников отличаются от среднего значения. G1 – 12.59 (большой разброс, т. е. студенты показывают очень разные результаты), G4 – 6.44 (меньший разброс, результаты более однородные, студенты демонстрируют более стабильные навыки). Разница средних значений – 9.01 %. t (79) – t-критерий Стьюдента, т. е. выборка из восприятия смычных согласных участниками исследования. df (degrees of freedom) = 38 – число степеней свободы, которое рассчитывается так: общее количество участников эксперимента минус 2, в нашем случае 40 – 2 = 38. t = 3.54 определяет, насколько значимы различия между двумя группами. При этом p-value составляет 0.001, что меньше чем 0.05, а это показывает вероятность того, насколько эти различия случайны. Поскольку p = 0.001, что меньше 0.05, означает, что улучшение навыков восприятия у студентов 4 курса не случайно, оно является следствием обучения.

Таблица 6. Сравнение показателей восприятия русских смычных у студентов первого (G1) и четвертого (G4) курсов
Table 6. Comparison of the indicators of perception of Russian consonants among students of the first (G1) and fourth (G4) courses

Точность восприятия	G1		G4		Разница средних значений, %	t (79)
	среднее значение, %	SD, %	среднее значение, %	SD, %		
	69.11	12.59	78.12	6.44	9.01	3.54*

*p = 0.001 < 0.05

2. Воспроизведение смычных согласных. 2.1. Значения VOT русских смычных согласных в изоляции. Распределение значений VOT у китайских обучающихся и носителей русского языка.

Как показали предыдущие исследования, значения VOT могут служить акустическим признаком для идентификации смычных согласных. В данном исследовании данные VOT, размеченные в программе Praat, были использованы для построения коробчатых диаграмм (boxplot) с помощью ggplot2 в R (версия 4.2.1), иллюстрирующих распределение значений VOT для глухих и звонких согласных, производимых носителями языка и китайскими обучающимися.

Для оценки статистической значимости различий в VOT глухих согласных между CL и NS был проведен t-тест для независимых выборок. Результаты приведены в табл. 7.

Таблица 7. Сравнение значений VOT глухих согласных у китайских обучающихся (CL) и носителей русского языка (NS)

Table 7. Comparison of VOT values of deaf consonants in Chinese (CL) and native speakers of Russian (NS)

Звонкие VOT	CL		NS		Разница средних значений, мс	t (213)
	среднее значение, мс	SD, мс	среднее значение, мс	SD, мс		
	7.11	30.29	22.89	8.44	15.78	2.91*

*p = 0.001 < 0.05

Табл. 7 демонстрирует статистически значимое различие в усвоении русских звонких взрывных согласных между носителями языка и китайскими изучающими русский язык, что подтверждается t-критерием Стьюдента: t = 2.91 (df = 43), p < 0.05.

Для оценки значимости различий в значениях VOT звонких согласных между группами CL и NS был проведен независимый t-тест. Результаты представлены в табл. 8.

Таблица 8. Сравнение китайских учащихся (CL) и носителей русского языка (NS) по значениям VOT звонких взрывных согласных

Table 8. Comparison of Chinese students (CL) and native speakers of Russian (NS) by VOT values of voiced explosive consonants

Звонкие VOT	CL		NS		Разница средних значений, мс	t (213)
	среднее значение, мс	SD, мс	среднее значение, мс	SD, мс		
	-45.53	50.78	-93.55	19.82	48.02	5.58*

*p=0.001<0.05

Табл. 8 демонстрирует статистически значимое различие в усвоении русских звонких взрывных согласных между носителями языка и китайскими учащимися, что подтверждается результатами t-теста: t = 5.58 (df = 214), p < 0.05.

2.2. Отклонения значений VOT у китайских обучающихся и носителей русского языка.

Полярность VOT служит важным акустическим параметром для различения звонких и глухих смычных согласных в русском языке. В данном исследовании были проанализированы

отклонения в VOT, а также рассчитаны пропорции положительных и отрицательных значений и их средние значения со стандартными отклонениями для обеих групп. Результаты представлены в табл. 9.

Таблица 9. Пропорции положительных и отрицательных VOT и средние значения у CL и NS
Table 9. Proportions of positive and negative VOT and average values for CL and NS

Язык			Тип согласных			
			Положительный VOT		Отрицательный VOT	
			+VOT, %	средний VOT (SD), мс	-VOT, %	средний VOT (SD), мс
Русский	CL	глухие	89.44	17.23 (9.94)	10.56	-74.03 (9.58)
		звонкие	37.22	16.71 (4.84)	62.78	-100.39 (20.45)
	NS	глухие	100	21.89 (8.44)	0	–
		звонкие	0	–	100	-93.55 (19.82)

Табл. 9 показывает, что 10.56 % глухих согласных, произнесенных китайскими учащимися, имели отрицательное значение VOT, в то время как у носителей русского языка таких случаев не наблюдалось. Что касается звонких согласных, 37.22 % китайских учащихся произнесли их с положительным VOT, что свидетельствует о том, что они значительно оглушают звонкие согласные.

Для более детального анализа произношения согласных /p/ /b/ /t/ /d/ /k/ /g/ китайскими учащимися (CL), в исследовании использовался программный пакет R и функция 'geom_bar' из библиотеки 'ggplot2' с параметром 'stat = "identity"' для построения двунаправленной столбчатой диаграммы. На данной диаграмме по горизонтальной оси отображаются места артикуляции, а по вертикальной – соотношение положительных и отрицательных значений VOT, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Визуализация долей положительных и отрицательных значений VOT для /p/ /b/ /t/ /d/ /k/ /g/, произведенных китайскими учащимися (CL)

Fig. 2. The proportion of positive and negative VOT values for /p//b//t//d//k//g/ produced by Chinese students (CL)

Рис. 2 демонстрирует, что среди глухих взрывных согласных наивысшая доля положительных значений VOT наблюдается для /t/ (90.22 %), за ним следуют /p/ (89.4 %) и /k/ (87.6 %). В категории звонких согласных наибольшая доля отрицательных значений VOT приходится на /g/ (62.11 %), далее следуют /d/ (61.3 %) и /b/ (61.02 %). Эти результаты указывают на более точное воспроизведение /t/ среди глухих и /g/ среди звонких согласных у китайских учащихся, что также свидетельствует о смешении этих двух категорий звуков в их сознании.

2.3. Фонетические ошибки китайских студентов, выявленные на спектрограмме.

На основе анализа спектрограмм выполнен детальный анализ артикуляционных ошибок в произношении русских звуков китайскими учащимися.

На рис. 3 представлена комплексная акустическая визуализация слога «па», произнесенного китайским студентом, где отчетливо видны акустические характеристики, свидетельствующие о замене глухого /р/ на звонкий /б/. Спектрограмма показывает темную горизонтальную полосу в нижней части спектра, характерную для звонких согласных, а также отрицательное значение VOT – (–75мс), что подтверждает озвончение.

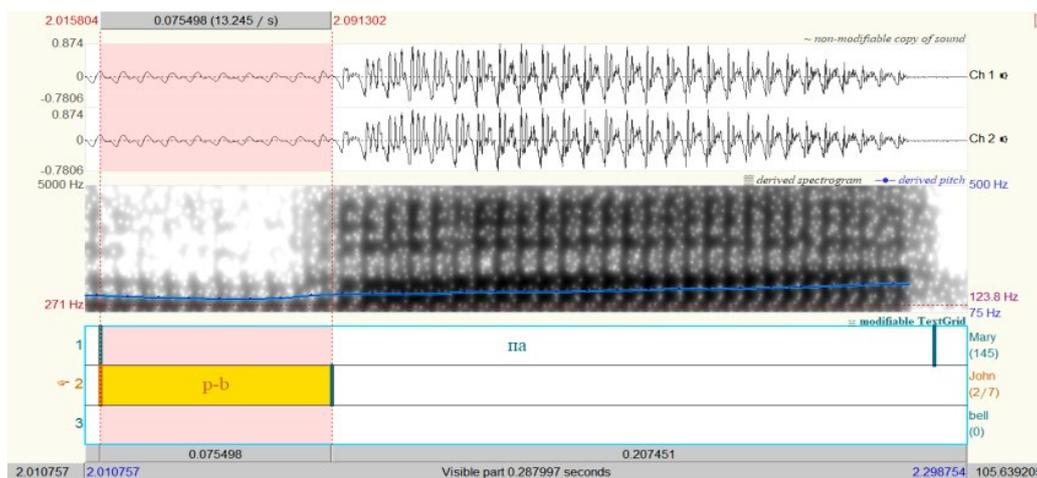


Рис. 3. Спектрограмма искажения русского /р/ в произношении китайского учащегося (CL)
Fig. 3. Spectrogram of the distortion of Russian /р/ in the pronunciation of a Chinese student (CL)

Например, значение VOT для /р/ в слове «па», произнесенного носителем языка, составляет 13 мс. В то время как китайские учащиеся часто произносят глухой взрывной /р/ как звонкий /б/, что приводит к значению VOT –75 мс (рис. 3).

Точно так же значение VOT для /б/ в слове «ба», произнесенного носителем русского языка, составляет –80 мс. В то время как китайские учащиеся часто произносят звонкий взрывной /б/ как глухой /р/, что приводит к значению VOT 11 мс.

2.4. Значения VOT в зависимости от опыта изучения русского языка. На следующем рисунке представлены результаты произношения глухих согласных как звонких учащимися разных курсов.

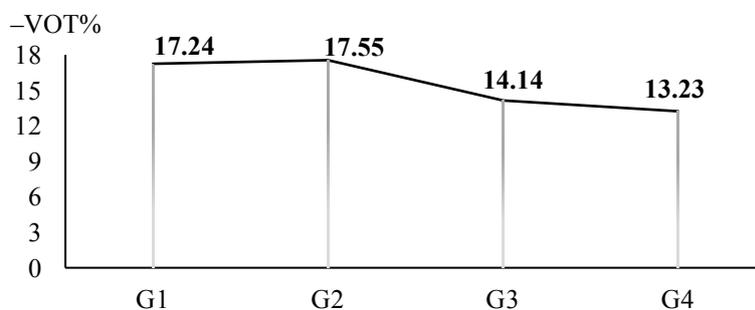


Рис. 4. Визуализация долей отрицательных значений VOT при произнесении русских глухих согласных китайскими учащимися с разным уровнем языкового опыта

Fig. 4. The proportion of negative VOT values when pronouncing Russian deaf consonants by Chinese students with different levels of language experience

Результаты рис. 4 демонстрируют, что китайские учащиеся проявляют тенденцию к снижению частоты оглушения глухих согласных по мере накопления опыта. Хотя у студентов второго курса (G2) наблюдается незначительное увеличение по сравнению с первым курсом (G1), студенты четвертого курса (G4) демонстрируют наименьший уровень этой подмены, что свидетельствует о более точной артикуляции глухих согласных с увеличением опыта обучения.

Также происходит снижение общей тенденции оглушения звонких согласных китайскими учащимися с повышением их уровня владения языком. Наименьшее количество таких случаев зафиксировано у студентов четвертого курса (G4), что указывает на повышение точности в произношении звонких взрывных согласных с ростом языкового опыта.

3. Значения VOT русских взрывных согласных у учащихся. 3.1. Распределение значений VOT у китайских учащихся (CL) и носителей русского языка (NS). Для оценки значимости различий по глухим согласным между группами CL и NS был проведен независимый t-тест. Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10. Сравнение китайских учащихся (CL) и носителей русского языка (NS) по значениям VOT глухих согласных

Table 10. Comparison of Chinese students (CL) and native speakers of Russian (NS) by VOT values of deaf consonants

Глухие (VOT)	CL		NS		Разница средних значений, мс	t (64)
	среднее значение, мс	SD, мс	среднее значение, мс	SD, мс		
	9.11	30.64	19.92	16.61	10.81	1.81*

*p = 0.038 < 0.05

Табл. 10 демонстрирует статистически значимое различие в усвоении русских глухих взрывных согласных между носителями языка и китайскими учащимися, что подтверждается результатами t-теста: $t = 1.81$ ($df = 43$), $p < 0.05$.

Точно так же для оценки статистической значимости различий между группами CL и NS по звонким согласным был проведен независимый t-тест. Результаты приведены в табл. 11.

Таблица 11. Сравнение китайских учащихся (CL) и носителей русского языка (NS) по значениям VOT звонких согласных

Table 11. Comparison of Chinese students (CL) and native speakers of Russian (NS) by VOT values of voiced consonants

Voiced VOT	CL		NS		Разница средних значений, мс	t (40)
	среднее значение, мс	SD, мс	среднее значение, мс	SD, мс		
	-34.40	46.28	-71.56	4.96	37.16	2.78*

*p = 0.009 < 0.05

Табл. 11 демонстрирует статистически значимое различие в усвоении русских звонких взрывных согласных между носителями языка и китайскими учащимися, что подтверждается результатами t-теста: $t = 2.78$ ($df = 43$), $p < 0.05$.

3.2. Отклонения значений VOT у китайских учащихся и носителей русского языка. Полярность VOT (положительная/отрицательная) различает звонкие и глухие взрывные согласные. Китайские учащиеся демонстрируют нетипичную отрицательную VOT для глухих согласных и положительную VOT для звонких. Для оценки точности артикуляции были проанализированы типы VOT, их доля, средние значения и стандартные отклонения у китайских учащихся (CL) и носителей языка (NS). Результаты приведены в табл. 12.

Таблица 12. Доля положительных и отрицательных значений VOT и средние значения у CL и NS
Table 12. The proportion of positive and negative VOT values and the average values for CL and NS

Язык			VOT тип			
			Положительный VOT		Отрицательный VOT	
			+VOT, %	средний VOT(SD), мс	-VOT, %	средний VOT(SD), мс
Русский	CL	глухие	90.14	15.61 (12.06)	9.86	-70.17 (16.31)
		звонкие	69.87	11.81 (30.83)	30.13	-68.97 (40.45)
	NS	глухие	100	13.92 (33.61)	0	–
		звонкие	0	–	100	-78.36 (7.33)

Как показано в табл. 12, китайские учащиеся демонстрировали отрицательные значения VOT в 9.86 % произнесения глухих согласных, в то время как у носителей языка таких случаев не наблюдалось (0 %). В то же время положительные значения VOT были зафиксированы у 69.87 % учащихся при произнесении звонких согласных, что значительно выше по сравнению с 0 % у носителей языка. Это указывает на вероятность 9.86 % озвончения глухих согласных и 69.87 % оглушения звонких согласных среди китайских учащихся.

Для анализа произношения согласных /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/ китайскими учащимися использовался пакет R – ggplot2 с построением двунаправленной диаграммы с помощью функции geom_bar и параметра stat = "identity". По горизонтальной оси отображены места артикуляции, по вертикальной – соотношение положительных и отрицательных значений VOT (рис. 5).

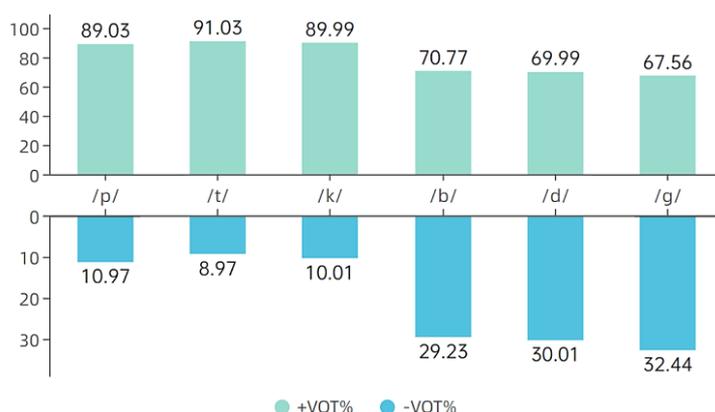


Рис. 5. Визуализация долей положительных и отрицательных значений VOT для /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/, произведенных китайскими учащимися
Fig. 5. The proportion of positive and negative VOT values for /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/ produced by Chinese students

Рис. 5 показывает, что среди глухих согласных /t/ имеет наивысший процент положительных значений VOT (91.03 %), затем следуют /k/ (89.99 %) и /p/ (89.03 %), что указывает на более точное воспроизведение /t/. Среди звонких согласных /g/ демонстрирует наивысший процент отрицательных значений VOT (32.44 %), опережая /d/ (30.01 %) и /b/ (29.23 %), что указывает на лучшее воспроизведение /g/. Эти данные свидетельствуют о смешении категорий согласных у китайских учащихся, при этом /t/ и /g/ являются наиболее точно воспроизводимыми в своих категориях.

3.3. Фонетические ошибки китайских учащихся на спектрограмме. Был выполнен детальный анализ артикуляционных ошибок в произношении русских согласных китайскими учащимися в сравнении с произнесением тех же согласных носителями языка.

На рис. 6 и 7 представлена комплексная акустическая визуализация русского слова *было*, выполненная в программе фонетического анализа Praat. Такая визуализация используется для измерения VOT.

Верхняя панель – осциллограмма отражает амплитуду звуковой волны во времени. Розовая область выделяет участок звука /ы/. Видны различия в интенсивности – более сильные колебания в начале при произнесении согласного /б/ и конце слова. Средняя панель – спектрограмма представляет частотно-временной анализ звука. На вертикальной оси представлена частота звука – от 0 до 500 Гц. Горизонтальная ось показывает время. Темные полосы – форманты, т. е. резонансные частоты голосового тракта. Синие линии (F1, F2, F3) показывают динамику формант. Черные участки внизу показывают звонкий согласный /б/. Нижняя панель – текстовая разметка. Желтый прямоугольник отражает маркировку звука /ы/.

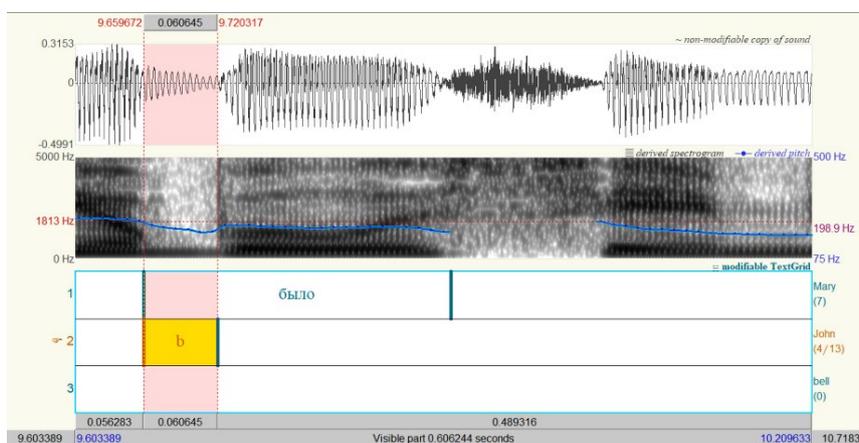


Рис. 6. Спектрограмма русской согласной /б/, произнесенной носителем русского языка
Fig. 6. Spectrogram of the Russian consonant /b/ pronounced by a native speaker of the Russian language

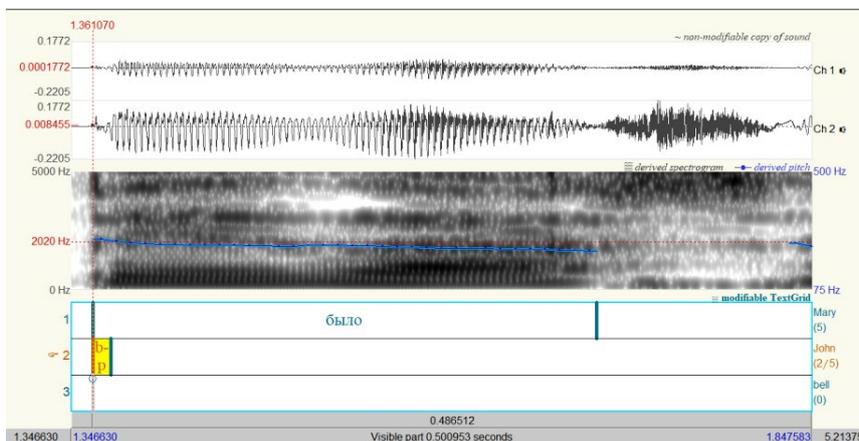


Рис. 7. Спектрограмма искажения произнесения русской /б/ в произношении китайского учащегося (CL)
Fig. 7. Spectrogram of distortion of the pronunciation of Russian /b/ in the pronunciation of a Chinese student (CL)

Сравнение рис. 6 и 7 демонстрирует, что значение VOT для /б/ в слове «было», произнесенного носителем, составляет –61 мс. В то время как китайские учащиеся склонны произносить звонкую /б/ как беззвонкую /р/, что дает значение VOT 12 мс.

4. Корреляция между восприятием и произношением русских взрывных согласных.

В данном исследовании рассматривается взаимосвязь средней точности восприятия глухих взрывных согласных /р/, /т/, /к/ (независимые переменные) и соответствующих значений

VOT (зависимые переменные) у китайских учащихся, изучающих русский язык. Учитывая объем выборки ($N > 50$), для оценки нормальности распределения данных был использован тест Колмогорова–Смирнова, который показал ненормальное распределение ($p < 0.05$), что привело к применению корреляционного анализа Спирмена. Результаты представлены в табл. 13.

Таблица 13. Коэффициент корреляции восприятия и произношения глухих взрывных согласных
Table 13. Correlation coefficient between perception and pronunciation of deaf explosive consonants

Показатель	Значение
Коэффициент корреляции, rs	0.543*
Значимость (двусторонняя), p	<.001
Количество измерений, N	720

* корреляция значима на уровне $p < 0,01$, N – общее количество измерений VOT (40 участников эксперимента*18 стимулов = 720)

Как видно из табл. 13, корреляционный анализ Спирмена выявил значимую положительную корреляцию ($rs = 0.543$, $p < 0.001$) восприятия и произношения русских глухих взрывных согласных у китайских учащихся. Точность восприятия прямо коррелирует со значениями VOT в произношении, что позволяет предсказывать артикуляционные параметры на основе перцептивных навыков.

Для визуализации взаимосвязи между восприятием и произношением глухих согласных использовался пакет effect в среде R для построения диаграммы рассеяния, где по оси Y отложены значения VOT, а по оси X – точность восприятия (рис. 8).

Рис. 8 показывает положительную корреляцию точности восприятия и произношения глухих согласных, причем большинство данных сосредоточено в стандартном диапазоне значений VOT (0 – 40 мс). Также наблюдаются вариации, включая выбросы (например, отрицательные значения VOT), обусловленные артикуляционными отклонениями отдельных участников.

Для звонких согласных полярность VOT (положительная/отрицательная) служит критерием фонологической классификации. В настоящем исследовании анализировалась взаимосвязь точности восприятия (независимая переменная) и долей отрицательных значений VOT (зависимая переменная) у звонких согласных. Поскольку тест Колмогорова–Смирнова ($p < 0.05$) показал ненормальное распределение, был применен корреляционный анализ Спирмена. Результаты представлены в табл. 14.

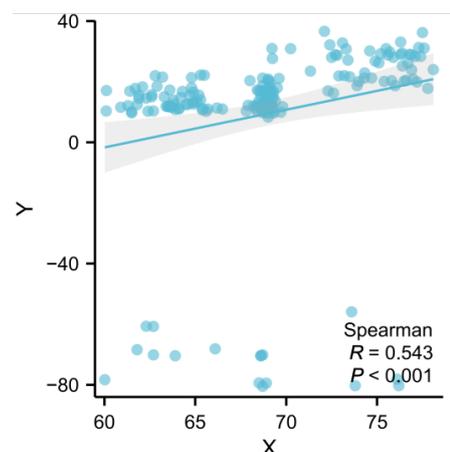


Рис. 8. Корреляция восприятия и произношения глухих взрывных согласных
Fig. 8. Correlation between perception and pronunciation of deaf explosive consonants

Таблица 14. Корреляция восприятия и произношения звонких взрывных согласных
Table 14. Correlation between perception and pronunciation of voiced explosive consonants

Показатель	Значение
Коэффициент корреляции, rs	0.097
Значимость (двусторонняя), p	0,197
Количество измерений, N	720

Как видно из табл. 14, корреляционный анализ Спирмена не выявил статистически значимой связи ($r_s = 0,097$, $p = 0,197$) между восприятием и произношением русских звонких взрывных согласных у китайских учащихся. Это свидетельствует о том, что точность восприятия звонких согласных не коррелирует с правильностью их артикуляции, что может указывать на различные механизмы обработки звонких и глухих согласных при изучении русского языка китайскими студентами.

Обсуждение. 1. Восприятие русских взрывных согласных. В исследовании анализировалось восприятие глухих и звонких взрывных согласных у учащихся, изучающих русский язык как второй язык с различным уровнем языкового опыта. Результаты показали, что в заданиях на различение наиболее точно распознавались губные согласные, тогда как в заданиях на идентификацию наблюдалась наименьшая точность для звонких согласных (наиболее проблемным оказался звук /g/), что согласуется с данными по французскому языку как второму [12; 13]. Студенты старших курсов показали более высокую точность по сравнению с первокурсниками, что подтверждает выводы Эванса, Абрамсона и их коллег [14; 15]. Особенно сложными для восприятия оказались велярные взрывные, что подтверждает гипотезу AVC Харламова (2022): сохранение звонкости при смыкании в задней части полости рта требует более сложной артикуляционной настройки. Харламов объясняет, что аэродинамическое ограничение звонкости (AVC) влияет на произношение заднеязычных взрывных, поскольку они формируются в условиях малого объема за смычкой, ограничивая возможность компенсации повышенного давления [16]. Это контрастирует с результатами Чанга (2019) по французскому языку, где /g/ распознавался учащимся лучше, что говорит о влиянии языково-специфических факторов восприятия, помимо места артикуляции [13].

2. Произношение русских взрывных согласных. С использованием языка программирования R визуализировались особенности произношения русских звонких и глухих взрывных согласных китайскими учащимися, что выявило систематические отклонения от нормы носителей в условиях изолированной и связной речи. Выявленные ошибки соответствуют закономерностям межъязыкового фонетического усвоения [14], прежде всего проявляясь в оглушении звонких и озвончении глухих согласных. Эти артикуляционные затруднения объясняются сложностью координации физиологических механизмов, таких как контроль назальных/оральных утечек и расширение глоточной полости, необходимых для поддержания транслоттального воздушного потока [15]. Теоретическую основу предоставляет модель L2LP [8], согласно которой фонологическая система китайского языка, противопоставляющая аспирированные и неаспирированные глухие согласные, но не оперирующая истинной звонкостью, способствует переносу L2-фоном на категории L1. Исследование включает: 1) сравнительный фонологический анализ систем взрывных согласных в русском и китайском языках; 2) визуализацию акустических параметров средствами языка R и 3) эмпирическую проверку педагогических выводов через анализ связи между восприятием и произношением.

3. Корреляция восприятия и произношения русских взрывных согласных. Результаты показывают значимую положительную корреляцию восприятия и произношения глухих согласных, но не звонких. Этот вывод подтверждает данные Лю (2009) [12], но противоречит

исследованиям Чжана (2019) [17], Гуаня (2020) [18] и Мура (2008) [19]. Согласно модели Фледжа (1995) [1], ограниченное фонетическое восприятие препятствует точному произношению, поскольку учащиеся опираются на аналогии из родного языка, а биомеханические различия в строении речевого аппарата, включая длину и натяжение голосовых связок, также могут способствовать вариативности результатов [20].

Заключение. Настоящее исследование посвящено восприятию и производству русских взрывных согласных китайскими учащимися, сочетая фонетический анализ с биодинамическими принципами для углубленного понимания усвоения фонологической системы второго языка. Полученные результаты проливают свет на взаимодействие лингвистических и биомеханических факторов в процессе речевого обучения.

Эксперименты по восприятию выявили иерархию точности (губные > альвеолярные > велярные согласные), что соответствует аэродинамическим ограничениям звонкости (AVC) в биодинамическом процессе артикуляции [21]. Велярные согласные оказались наиболее сложными из-за биомеханических требований к поддержанию подскладочного давления при смыкании, что подтверждается результатами моделирования речевого тракта [22]. Кроме того, задания на идентификацию выявили значительный разрыв между учащимися и носителями языка, особенно в случае произнесения ими звонких согласных, что указывает на неполное усвоение фонем учащимися и соответствует модели перцептивной ассимиляции [3].

Анализ произношения выявил систематические ошибки, включая оглушение звонких и озвончение глухих согласных, объясняемые биомеханическими ограничениями в координации голосовых связок [23]. Например, склонность китайских учащихся к произнесению русского /b/ с положительным значением VOT указывает на неполную активацию гортанных мышц для поддержания звонкости при смыкании – это подтверждается электромиографическими исследованиями управления речевой моторикой [24].

Примечательно, что выявлена значимая положительная корреляция восприятия и произношения глухих согласных ($r_s = 0.543$, $p < 0.001$), что согласуется с обновленной моделью речевого обучения Фледжа (SLM-r), согласно которой восприятие и произношение развиваются совместно [2]. Эта взаимосвязь подчеркивает важность интеграции биомеханической обратной связи в фонетическую подготовку, как это демонстрируется в современных биоакустических исследованиях сенсомоторной адаптации [22].

С точки зрения биолингвистики, результаты подчеркивают роль артикуляционной биомеханики в формировании фонологической системы второго языка. В будущих исследованиях можно использовать ультразвуковую визуализацию или методы измерения воздушного потока для прямого наблюдения за движением языка и гортани при произнесении взрывных согласных, что даст более глубокое понимание механизмов ошибок у изучающих язык.

Для применения этих результатов в педагогической практике предлагается интеграция биодинамических систем обратной связи, таких как электропалатография и ультразвуковая визуализация языка, которые предоставляют визуальное отображение артикуляционных жестов и способствуют развитию проприоцептивного осознания у учащихся целевых фонетических конфигураций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Flege J. E. Second-language speech learning: theory, findings, and problems // *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-Language Research*. Baltimore: NY Press, 1995. P. 233–277.
2. Flege J. E., Bohn O-S. The revised speech learning model (SLM-r) // *Second Language Speech Learning: Theoretical and Empirical Progress* / in R. Wayland (ed.). Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2021. P. 3–83.
3. Best C. T. A direct realist view of cross-language speech perception // *Speech Perception and Linguistic Experience: Theoretical and Methodological Issues in Cross-Language Speech Research* / W. Strange (ed.). Timonium: NY Press, 1995. P. 167–200.
4. Escudero P., “The linguistic perception of SIMILAR L2 sounds”, *Phonology in Perception* / Boersma P. and Hamann S. (eds.). Berlin; NY: De Gruyter Mouton, 2009. pp. 151–190. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110219234.151>.
5. Van Leussen J.-W., Escudero P. Learning to perceive and recognize a second language: the L2LP model revised // *Front. Psychol.* 2015. Vol. 6: 1000. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.01000.
6. Schertz J., Khan S. Acoustic cues in production and perception of the four-way stop laryngeal contrast in Hindi and Urdu // *J. of Phonetics*. 2020. Vol. 81: 100979. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2020.100979>.
7. Chin T. *Sounds Systems of Mandarin Chinese and English: A Comparison*. Beijing: Beijing Language and Culture Univ. Press, 2008.
8. Chao K. Y., Chen L. M. A Cross-Linguistic Study of Voice Onset Time in Stop Consonant Productions // *Int. J. Comput. Linguistics Chin. Lang. Process*. 2008. Vol. 13. P. 215–232. DOI: 10.30019/IJCLCLP.200806.0005.
9. Ringen C., Kulikov L. Voicing in Russian Stops: Cross-Linguistic Implications // *J. of Slavic Linguistics*. 2012. Vol. 49, no. 2. P. 207–217.
10. Ladefoged P., Johnson K. *A Course in Phonetics*. 7th ed. Beijing: Beijing Univ. Press, 2005.
11. Lisker L., Abramson A. S. A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements // *Word*. 1964. Vol. 20, no. 3. P. 384–422.
12. Liu J. *Perception Training Effects of French Voiceless and Voiced Stop Consonants: Master's Degree Thesis*. Shandong Univ., Shandong, 2009.
13. Chang Ch. *Study on the Acquisition of French Stop Consonants by Chinese Learners and the Impact of Voiced Stop Dialect Background on Their Acquisition Effectiveness: Master's Degree Thesis*. Shanghai International Studies Univ., Shanghai, 2019.
14. Evans B. G., Alshangiti W. The perception and production of British English vowels and consonants by Arabic learners of English // *J. of Phonetics*. 2018. Vol. 68. P. 15–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2018.01.002>.
15. Abramson A. S., Whalen D. H. Voice Onset Time (VOT) at 50: Theoretical and Practical Issues in Measuring Voicing Distinctions // *J. of Phonetics*. 2017. Vol. 63. P. 75–86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2017.05.002>.
16. Kharlamov V. Phonetic Effects in the Perception of VOT in a Prevoicing Language // *Brain Science*. 2022. Vol. 12, iss. 3: 427. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci12040427>.
17. Zhang M. *Research on the Impact of Chinese Phonetic Learning Strategies on Phonetic Acquisition by Russian Students: Master's Degree Thesis*. Liaoning Univ., Liaoning, 2019.
18. Guan X. *Analysis and Research on the Relationship between Speech Perception and Speech Production: Master's Degree Thesis*. Harbin Institute of Technology, Harbin, 2020.
19. Moore B. C. J., Tyler L. K., Marslen-Wilson W. Introduction. The perception of speech: from sound to meaning // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 2008. Vol. 363 (1493). P. 917–921. DOI: 10.1098/rstb.2007.2195.

20. Investigating voice onset time in Pakistani English speech / A. M. Abbasi, I. Husain, I. Bakhsh, N. K. Khosh, A. Khan // *Speech Communication*. 2025. Vol. 168: 103174. DOI: 10.1098/rstb.2007.2195.
21. Nagle C. L. Examining the temporal structure of the perception-production link in second language acquisition: A longitudinal study // *Language Learning*. 2018. Vol. 68, iss. 1. P. 234–270. DOI: <https://doi.org/10.1111/lang.12275>.
22. Titze I. R. Principles of voice production. NJ: Prentice Hall, 1994.
23. Zhu L. G., Wang H. Y. Exploring Input and Output Issues of Second Language Learners from a Phonological Perspective // *J. of Xi'an Int. Studies Univ.* 2019. Vol. 3, iss. 2. P. 55–60.
24. Baken R. J., Orlikoff R. F. Clinical measurement of speech and voice. 2nd ed. San Diego: Singular Publ., 2000.

Информация об авторах.

Чжао Анна – магистрант (иностранные языки и прикладная лингвистика) факультета иностранных языков Синьцзянского педагогического университета, ул. Гуаньцзин, д. 100, р-н Шуймогоу, Урумчи, Синьцзян, Китай. Автор четырех научных публикаций. Область научных интересов: анализ дискурса, усвоение языка.

Ян Синьлу – профессор (2024) факультета иностранных языков Синьцзянского педагогического университета, ул. Гуаньцзин, д. 100, р-н Шуймогоу, Урумчи, Синьцзян, Китай. Автор 20 научных публикаций. Область научных интересов: анализ дискурса, усвоение языка.

Ван Сянсюэ – магистрант (иностранные языки и прикладная лингвистика) факультета иностранных языков Синьцзянского педагогического университета, ул. Гуаньцзин, д. 100, р-н Шуймогоу, Урумчи, Синьцзян, Китай. Область научных интересов: анализ дискурса, усвоение языка.

*О конфликте интересов, связанном с данной публикацией, не сообщалось.
Поступила 01.07.2025; принята после рецензирования 08.10.2025; опубликована онлайн 20.02.2026.*

REFERENCES

1. Flege, J.E. (1995), "Second-language speech learning: theory, findings, and problems", *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-Language Research*, NY Press, Baltimore, USA, pp. 233–277.
2. Flege, J.E. and Bohn, O-S. (2021), "The revised speech learning model (SLM-r)", *Second Language Speech Learning: Theoretical and Empirical Progress*, in Wayland, R. (ed.), Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, pp. 3–83.
3. Best, C.T. (1995), "A direct realist view of cross-language speech perception", *Speech Perception and Linguistic Experience: Theoretical and Methodological Issues in Cross-Language Speech Research*, in Strange, W. (ed.), NY Press, Timonium, USA, pp. 167–200.
4. Escudero, P. (2009), "The linguistic perception of SIMILAR L2 sounds", *Phonology in Perception*, in Boersma, P. and Hamann, S. (eds.), De Gruyter Mouton, Berlin; NY, USA, pp. 151–190. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110219234.151>.
5. Van Leussen, J.-W. and Escudero, P. (2015), "Learning to perceive and recognize a second language: the L2LP model revised", *Front. Psychol.*, vol. 6: 1000. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.01000.
6. Schertz, J. and Khan, S. (2020), "Acoustic cues in production and perception of the four-way stop laryngeal contrast in Hindi and Urdu", *J. of Phonetics*, vol. 81: 100979. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2020.100979>.

7. Chin, T. (2008), *Sounds Systems of Mandarin Chinese and English: A Comparison*, Beijing Language and Culture Univ. Press, Beijing, CHN.
8. Chao, K.Y. and Chen, L.M. (2008), "A Cross-Linguistic Study of Voice Onset Time in Stop Consonant Productions", *Int. J. Comput. Linguistics Chin. Lang. Process*, vol. 13, pp. 215–232. DOI: 10.30019/IJCLCLP.200806.0005.
9. Ringen, C. and Kulikov, L. (2012), "Voicing in Russian Stops: Cross-Linguistic Implications", *J. of Slavic Linguistics*, vol. 49, no. 2, pp. 207–217.
10. Ladefoged, P. and Johnson, K. (2005), *A Course in Phonetics*, 7th ed., Beijing Univ. Press, Beijing, CHN.
11. Lisker, L. and Abramson, A.S. (1964), "A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements", *Word*, vol. 20, no. 3, pp. 384–422.
12. Liu, J. (2009), "Perception Training Effects of French Voiceless and Voiced Stop Consonants", Master's Degree Thesis, Shandong Univ., Shandong, CHN.
13. Chang, Ch. (2019), "Study on the Acquisition of French Stop Consonants by Chinese Learners and the Impact of Voiced Stop Dialect Background on Their Acquisition Effectiveness", Master's Degree Thesis, Shanghai International Studies Univ., Shanghai, CHN.
14. Evans, B.G. and Alshangiti, W. (2018), "The perception and production of British English vowels and consonants by Arabic learners of English", *J. of Phonetics*, vol. 68, pp. 15–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2018.01.002>.
15. Abramson, A.S. and Whalen, D.H. (2017), "Voice Onset Time (VOT) at 50: Theoretical and Practical Issues in Measuring Voicing Distinctions", *J. of Phonetics*, vol. 63, pp. 75–86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2017.05.002>.
16. Kharlamov, V. (2022), "Phonetic Effects in the Perception of VOT in a Prevoicing Language", *Brain Science*, vol. 12, iss. 3: 427. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci12040427>.
17. Zhang, M. (2019), "Research on the Impact of Chinese Phonetic Learning Strategies on Phonetic Acquisition by Russian Students", Master's Degree Thesis, Liaoning Univ., Liaoning, CHN.
18. Guan, X. (2020), "Analysis and Research on the Relationship between Speech Perception and Speech Production", Master's Degree Thesis, Harbin Institute of Technology, Harbin, CHN.
19. Moore, B.C.J., Tyler, L.K. and Marslen-Wilson, W. (2008), "Introduction. The perception of speech: from sound to meaning", *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, vol. 363 (1493), pp. 917–921. DOI: 10.1098/rstb.2007.2195.
20. Abbasi, A.M., Husain, I., Bakhsh, I., Khosh, N.K. and Khan, A. (2025), "Investigating voice onset time in Pakistani English speech", *Speech Communication*, vol. 168: 103174. DOI: 10.1098/rstb.2007.2195.
21. Nagle, C.L. (2018), "Examining the temporal structure of the perception-production link in second language acquisition: A longitudinal study", *Language Learning*, vol. 68, iss. 1, pp. 234–270. DOI: <https://doi.org/10.1111/lang.12275>.
22. Titze, I.R. (1994), *Principles of voice production*, Prentice Hall, NJ, USA.
23. Zhu, L.G. and Wang, H.Y. (2019), "Exploring Input and Output Issues of Second Language Learners from a Phonological Perspective", *J. of Xi'an Int. Studies Univ.*, vol. 3, iss. 2, pp. 55–60.
24. Baken, R.J. and Orlikoff, R.F. (2000), *Clinical measurement of speech and voice*, 2nd ed., Singular Publ., San Diego, USA.

Information about the authors.

Anna Zhao – Postgraduate (Foreign Languages and Applied Linguistics) at the School of Foreign Languages, Xinjiang Normal University, No. 100, Guanjing Road, Shuimogou District, Urumqi, Xinjiang, China. The author of 4 scientific publications. Area of expertise: discourse analysis, language acquisition.

Yang Xinlu – Professor (2024) at the School of Foreign Languages, Xinjiang Normal University, No. 100, Guanjing Road, Shuimogou District, Urumqi, Xinjiang, China. The author of 20 scientific publications. Area of expertise: discourse analysis, language acquisition.

Wang Xiangxue – Master's student (Foreign Languages and Applied Linguistics) at the School of Foreign Languages, Xinjiang Normal University, No. 100, Guanjing Road, Shuimogou District, Urumqi, Xinjiang, China. Area of expertise: discourse analysis, language acquisition.

*No conflicts of interest related to this publication were reported.
Received 01.07.2025; adopted after review 08.10.2025; published online 20.02.2026.*