

УДК 811.112.2

Чжоу Гуаньци, Тананайко Светлана Олеговна✉
Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
stananaiko@mail.ru

Специфика коартикуляции в китайских и русских слогах с палатализованным согласным

Аннотация

В статье обсуждаются универсальные и специфические акустические корреляты проявлений коартикуляции в типологически различных языках, русском и китайском, в рамках такой общезвонной черты, как палатализация. В центре внимания находится динамика второй форманты (F2) в русских и китайских слогах структуры CV с палатализованными и палатальными согласными и гласными: заднего ряда для русского языка и медиалью [i], за которой следовали гласные переднего ряда, для китайского. Материалом для исследования послужили студийные аудиозаписи четырёх русских дикторов (2 мужчин, 2 женщины, в возрасте 18–20 лет), носителей русской произносительной нормы и четырёх китайских дикторов (2 мужчин, 2 женщины, в возрасте 18–20 лет), носителей путунхуа – стандартного китайского языка. Дикторы читывали слова, включающие слоги с изучаемыми звуками в контекстах, сходных в обоих языках с общезвонной точки зрения. В ходе исследования были сопоставлены длительность и величина частотного перепада в формантных переходах. Результаты замеров начального и конечного значений F2 на переходном участке и вычисление их разности показали большую величину перепада в китайских слогах по сравнению с русскими. Это может быть обусловлено разным статусом i-образного перехода в изучаемых языках.

Ключевые слова: акустическая фонетика, слог, согласный, гласный, коартикуляция, палатализация, динамика второй форманты

© Чжоу Г., Тананайко С. О. 2024

Для цитирования: Чжоу Г., Тананайко С. О. Специфика коартикуляции в китайских и русских слогах с палатализованным согласным // Теоретическая и прикладная лингвистика. 2024. Вып. 10, № 2. С. 191–200.

Zhou Guanqi, Svetlana O. Tananaiko✉
St Petersburg State University
St Petersburg, Russian Federation
stananaiko@mail.ru

The specifics of coarticulation in Chinese and Russian syllables with a palatalized consonant

Abstract

The article discusses the universal and specific acoustic cues manifesting coarticulation in typologically different languages – Russian and Chinese. The study focuses on the dynamics of the second formant (F2) in Russian and Chinese syllables of CV structure with palatalized and palatal consonants and vowels: non-front vowels for Russian and medial [i] followed by non-front vowels for Chinese. The material was obtained from 4 native speakers of standard Russian (2 men, 2 women, aged 18–20) and 4 native speakers (2 men, 2 women, aged 18–20) of standard Chinese – Putonghua. The speakers read the words including syllables with the targeted sounds in contexts similar for both languages from the viewpoint of General Phonetics. Duration and slope of the formant transitions were compared. The data obtained during F2 measurements at the beginning and end of the transition and calculating their difference showed a steeper F2 slope in Chinese syllables compared to Russian syllables. A possible explanation lies in different status of the i-phase in the two languages.

Keywords: acoustic phonetics, syllable, consonant, vowel, coarticulation, palatalization, second formant dynamics

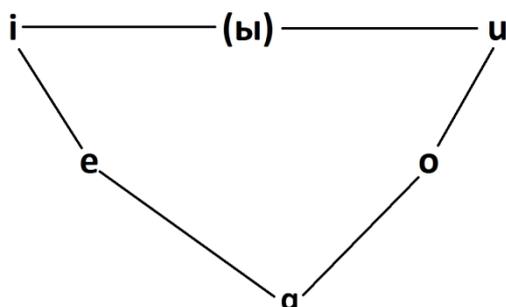
© Zhou G., Tananaiko S. O. 2024

For citation: Zhou G., Tananaiko S. O. (2024). Spetsifika koartikulyatsii v kitayskikh i russkikh slogakh s palatalizovannym soglasnym [The specifics of coarticulation in Chinese and Russian syllables with a palatalized consonant]. *Teoreticheskaya i prikladnaya lingvistika [Theoretical and Applied Linguistics]*, 10 (2), 191–200.

1. Введение [Introduction]

Сопоставление динамики второй форманты в китайском и русском языках (их литературных произносительных вариантах) является важной темой для компаративной фонетики и акустического описания обоих языков. Как известно, само наличие сложных коартикуляционных процессов – это универсальное явление, обусловленное строением речевого аппарата человека. При этом, однако, особенности коартикуляционных процессов специфичны для каждого языка [Кодзасов, 2001]. Повышение второй форманты всех гласных, кроме [i] – это один из показателей палатализации предшествующего гласного. С функциональной точки зрения палатализация может быть как фонологически существенным признаком (в русском языке), так и элементом аллофонного варьирования, вызванным коартикуляцией в общefonетическом плане (напр., в английском языке) [Андросова, 2009]. В данном случае сопоставляется коартикуляция двух генетически не родственных и типологически различных языков: китайский язык, который относится к сино-тибетской семье языков, входящей в сино-кавказскую макросемью, и является по фонологической типологии слоговым, и русский язык, который относится к индоевропейской семье, входящей в ностратическую макросемью, и является по фонологической типологии фонемным [Старостин, 2014].

Рассмотрим фонетическую систему двух сравниваемых языков. Традиционно в русской фонологической системе выделяется 5 или 6 гласных (см. рис. 1). Расхождение касается самостоятельности фонемы /ы/, которая Петербургской фонологической школой признаётся, а Московской фонологической школой отрицается. Дискуссии относительно фонологического статуса /ы/ и основания для расхождения в его трактовках подробно описаны у А. А. Бурыкина [Бурыкин, 2020].



Р и с у н о к 1. Система гласных фонем русского языка
[Figure 1. The system of Russian vowels]

Такой компактный вокализм, несомненно, способствует значительному аллофонному варьированию русских гласных. В частности, хрестоматийным примером такого варьирования является появление полностью или частично продвинутых вперед гласных после мягких согласных.

Русский консонантизм, наоборот, является достаточно объёмным, и в большой мере его размер, от 32 до 36 фонем¹, создаётся за счёт наличия параллельных рядов твёрдых и мягких согласных (см. табл. 1)². Мягкие согласные представляют собой самостоятельные фонемы, и их традиционно трактуют в русской фонетике как палатализованные, а не как палатальные, хотя некоторые мягкие фонемы, например, заднеязычные, по своей артикуляции являются, по сути дела, палатальными, так как их место образования продвинуто вперед до палатальной зоны. Палатальным принято считать только среднеязычный /j/, и, разумеется, после него все процессы аккомодации типологически сходны с теми, что имеют место после мягких согласных.

Т а б л и ц а 1. Система согласных фонем русского языка
[Table 1. The system of Russian consonants]

			губные		перед- неязычные	среднеязыч- ные	заднеязыч- ные
			губно-губные	губно-зубные			
шумные	смычные	чистые	p p' b b'	-	t t' d d'	-	k (k') g (g')
		аффрикаты	-	-	ç ç'	-	-
	щелевые	однофокусные	-	f f' v v'	s s' z z'	-	x (x')
		двухфокусные	-	-	š ž (š':)	-	-
сонанты	смычные		m m'	-	n n'	-	-
	щелевые	серединные	-	-	-	j	-
		боковые	-	-	l l'	-	-
	дрожачие		-	-	r r'	-	-

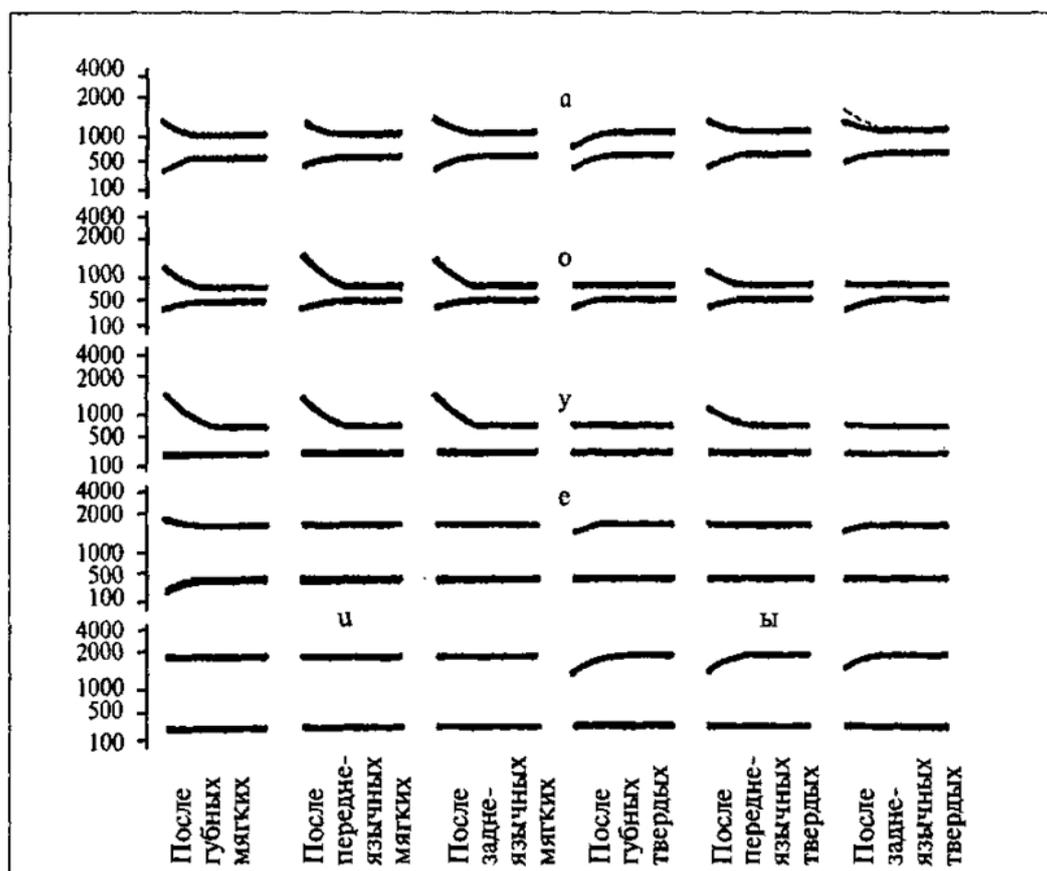
В русском языке слоги типа «мягкий согласный + гласный» являются частотными и типичными, так как оппозиция твёрдых и мягких согласных – это одна из системобразующих оппозиций русского консонантизма, а твёрдые и мягкие согласные образуют фонемные пары (см. табл. 1). Эта оппозиция включает все согласные русского языка, кроме всегда твёрдых /š/, /ž/, /ç/, всегда мягкого /ç'/ и /j/, который в силу своей палатальной природы не может быть твёрдым. В последовательности C'Г, где C' – это мягкий (палатализованный) согласный, а Г – любой гласный, происходит следующее. Наличие перед гласными согласных с основной или дополнительной палатальной артикуляцией (т. е. мягких) неизбежно сдвигает ряд любого гласного, кроме /i/, в направлении [i]- или [j]-образной артикуляции (особенно в начале гласного). По закону аккомодации в начале гласного образуется так называемый [i]-образный переходный участок – фрагмент гласного, на котором происходит переход от передней [i]-образной артикуляции, порождённой предшествующим мягким согласным, к собственным характеристикам непереднего гласного, и чем более задним является основной аллофон гласного, тем более ярко выраженным будет переходный участок. Иногда непередний гласный вообще не реализуется как таковой, а представлен продвинутым вперёд аллофоном, т. е. в процессе его произношения не достигается целевое положение артикуляторов, а гласный

¹ Санкт-Петербургская школа признаёт фонемную самостоятельность мягких заднеязычных и звука [š:], а Московская фонологическая школа эту самостоятельность отрицает. О теоретических расхождениях между МФШ и ПФШ по поводу фонемного статуса мягких согласных см., напр., [Тананайко, 2023].

² Мягкость согласных фонем обозначена запятой верхним индексом.

утрачивает собственный тембр: «Положение языка при произнесении гласных ... зависит от целевых язычных артикуляций соседних согласных, и это может проявляться не только на граничных участках гласного, но и в интервале выдержки. Если имеются существенные различия в целевых положениях языка у соседних звуков, артикуляционная цель гласного может быть и не достигнута. Это наблюдается, например, в русском языке при произнесении задних гласных /у, о, а/ в соседстве с мягкими согласными, целевая артикуляция которых предполагает подъём средней части языка к твердому нёбу, т. е. палатализацию. Аккомодация приводит к тому, что в данном контексте указанные гласные произносятся с более высоким и более передним положением языка сравнительно с произнесением в изолированном положении. ... артикуляционный “недострел” может быть связан ... с сильным контекстным влиянием» [Кодзасов, 2001, с. 68].

Как известно из акустической фонетики [Бондарко, 1998], вторая форманта связана с рядом гласного, поэтому при продвижении задних гласных вперёд после мягких согласных динамика второй форманты будет основным показателем специфики переходных процессов от согласного к гласному в слогах данного типа (см. рис. 2 – гласные обозначены кириллицей).



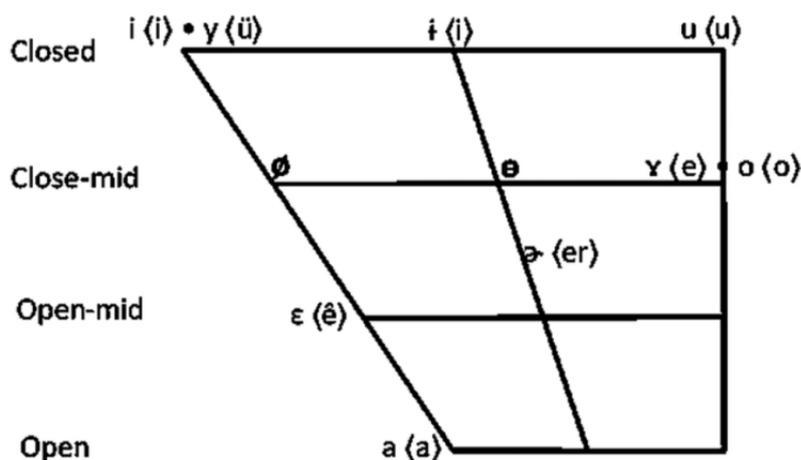
Р и с у н о к 2. Динамика F1 и F2 после разных групп твёрдых и мягких согласных [Бондарко, 1998, с. 79]

[Figure 2. F1 and F2 dynamics after different groups of non-palatalized and palatalized consonants [Bondarko, 1998, p. 79]]

В китайском языке принято выделять консонантные инициалы и вокалические финалы. Китайские финалы включают простые гласные (которые соответствуют монофтонгам) и сложные звуки (соответствующие дифтонгам) [Chen, 2023, p. 162] (см.

рис. 3), а также два носовых сонанта [ŋ], [ŋ̃], которые в данном исследовании не рассматриваются.

Помимо монофтонгических финалей, в путунхуа имеется ещё 9 сложных финалей, это [ei], [ai], [ao], [ou], [ia], [ua], [uo], [ao] и [üe] [Zhang, 2002, p. 57]. Для задач настоящего исследования непринципиально, является ли гласный в китайском слого монофтонгом или частью дифтонга, на специфику формантного перехода второй форманты это не повлияет.



Р и с у н о к 3. Монофтонги китайского языка (путунхуа), обозначенные символами МФА

[F i g u r e 3. Chinese (putonghua) monophthong indicated by the IPA symbols]

Набор инициалей в путунхуа включает 22 звука (см. табл. 2 – серым выделены палатальные согласные).

Т а б л и ц а 2. Инициали в путунхуа, использованы значки МФА [Yuen, 2011, p. 50]
[T a b l e 2. Initials in Mandarin Chinese, IPA used [Yuen, 2011, p. 50]]

Manner \ Place	Unaspirated Stops	Aspirated Stops	Nasals	Fricatives	Voiced Continuants
Labials	b	p ^h	m	f	-
Dentals	d	t ^h	n	-	l
Dental	ts	ts ^h	-	s	-
Sibilants					
Retroflexes	tʂ	tʂ ^h	-	ʂ	ɹ
Palatals	tɕ	tɕ ^h	-	ç	-
Gutturals	ŋ	k ^h	(ŋ)	χ	ʁ~ø

В путунхуа насчитывается 3 палатальных звука. В этом едины как исследователи XX века [Yuen, 2011, p. 50], так и авторы более современных работ [Wang, 2019 ; Wang, 2020] (см. табл. 2, 3).

Т а б л и ц а 3. **Инициали путунхуа, использованы символы МФА [Wang, 2020, p. 5]**
 [T a b l e 3. **Initials in Mandarin Chinese, IPA symbols [Wang, 2020, p. 5]**]

	Labial	Dental	Retroflex	Palatal	Velar
Stop	p p ^h	t t ^h	-	-	k k ^h
Affricative	-	ts ts ^h	tʂ tʂ ^h	tɕ tɕ ^h	-
Fricative	f	s	ʂ ʐ	ç	x
Nasal	m	n	-	-	ŋ
Liquid	-	l	-	-	-

Артикуляторные описания этих звуков всегда фиксируют процесс палатализации, выражающийся в наличии дополнительной среднеязычной артикуляции. Отмечается, что если за звуком не следует гласный переднего ряда верхнего подъёма [i] или [y], то за этим согласным следует палатальный глайд [j] или [ç]. Поэтому слоги, обозначаемые в пиньине как начинающиеся на ji-, qi-, xi-, ju-, qu-, xu-, за которыми следует гласный, с фонетической точки зрения описываются как начинающиеся на [tʂ^j], [tʂ^h^j], [s^j], [tɕ^j], [tɕ^h^j], [s^ç] [Duanmu, 2000]. Необходимо указать, что с точки зрения фонологии китайские альвео-палатальные согласные трактуются по-разному. Например, у Нормана [Norman, 1988] указано, что, поскольку они находятся в дополнительной дистрибуции с зубными [tʂ, tʂ^h, s], с велярными [k, k^h, x] и с ретрофлексными [ʂ, ʐ, ç], их следует рассматривать как аллофоны фонем одного из этих рядов³.

2. Эксперимент [Experiment]

2.1. Материал и методика исследования [Material and methods]

В процессе проведения эксперимента осуществлялось сопоставление динамики второй форманты в русских и китайских слогах структуры CV относительно сходного звучания. Слоги включали палатализованные и палатальные согласными и гласными. В русском языке это были слоги с гласными заднего ряда /a, o, u/, в китайском – слоги с медиалью [i] и субфиналью, начинающейся с гласных непереднего ряда⁴. Заднеязычные согласные не рассматривались, поскольку они невозможны в китайском языке в подобном контексте. Материалом послужили студийные аудиозаписи 4 русских дикторов (2 мужчин, 2 женщины, возраст 18–20 лет), носителей русской произносительной нормы и 4 китайских дикторов (2 мужчин, 2 женщины, возраст 18–20 лет), носителей стандартной произносительной нормы китайского языка – путунхуа. Дикторы начитывали слова, включающие слоги с изучаемыми звуками в сходных (в русском и китайском) фонетических контекстах.

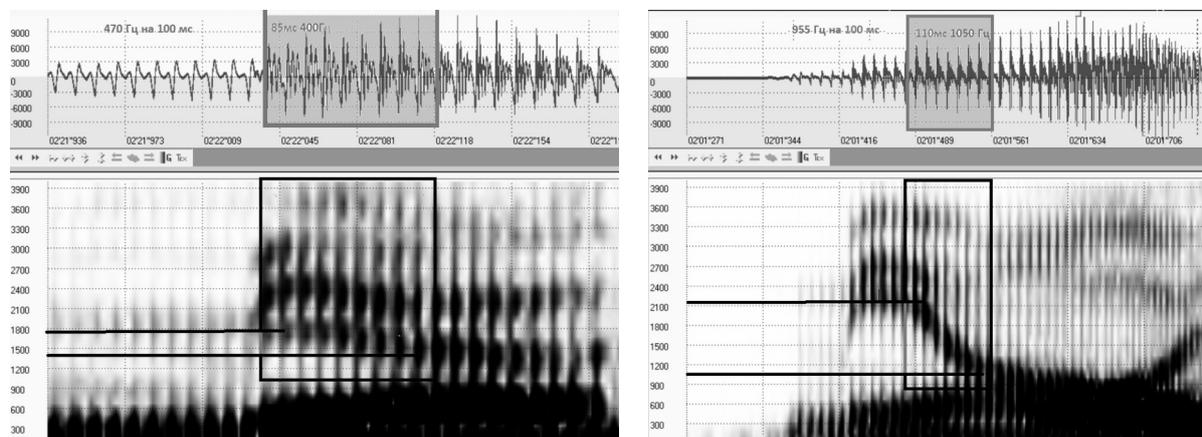
В русском языке были подобраны слова, где изучаемые слоги были ударными, в китайском языке подбирались слова, где изучаемые слоги оказывались сильными формами, и в обоих языках дикторов просили читать слова максимально чётко и разборчиво. Всего было прочитано 88 русских и 88 китайских слов, в которых палатализованные согласные находились перед непередними гласными.

Следующим этапом работы стало изучение динамики F2 в русских и китайских слогах. Для этого измерялись 1) длительность [i]-образного перехода в начале F2 в каж-

³Наличие фонем в китайском языке спорно. На это указывает, например, В. Б. Касевич [Касевич, 1977, с. 45–46].

⁴О структуре слога в китайском языке см. [Спешнев, 1980, с. 11].

дом слоге, 2) перепад по F2 (разница между начальным и конечным значениями F2 на переходном участке). Затем вычислялся перепад по частоте в расчёте на 100 мс, что позволяло сравнить крутизну формантных перепадов для каждого гласного в русском и китайском языках (см. рис. 4, где прямоугольником выделена зона [i]-образного перехода), после чего рассчитывался средний перепад F2 на 100 мс для разных групп согласных.



Р и с у н о к 4. Осциллограмма и спектрограмма слога [m'já] в русском слове мясо [m'ása] (слева) и в китайском слове miao xiao (справа)

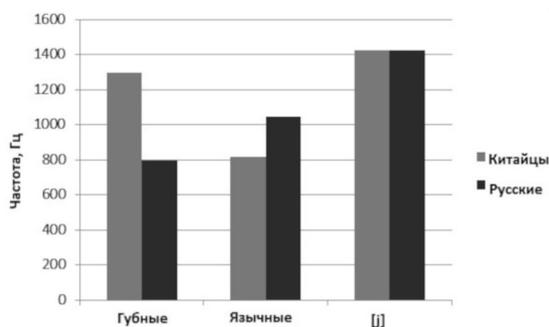
[Figure 4. Waveform and spectrogram of the syllable [mja] in the Russian word 'мясо' [m'ása] (left) and in the Chinese word 'miao xiao' (right)]

2.2. Обсуждение результатов [Results and discussion]

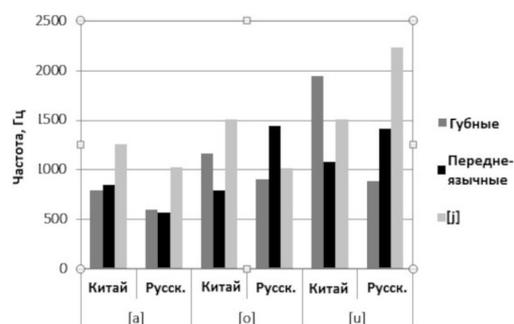
В ходе статистического анализа были получены следующие данные. В обоих языках значение перепада F2 (см. рис. 5) для звука [j] превышает все остальные значения, при этом оно почти одинаково в обоих языках. Это легко объяснимо: именно при артикуляции палатального аппроксиманта [j] язык поднимается максимально высоко, что приводит к сильному перепаду между его второй формантой (около 2500 Гц) и второй формантой непередних гласных. Однако более детальный анализ показывает, что значение перепада после [j] неодинаково для различных гласных в обоих языках (см. рис. 6): для [a] и [o] оно меньше в русском, чем в китайском, а для [u] наоборот, в русском значение больше. Превышение русского перепада для [u] таково, что именно оно уравнивает среднее арифметическое значение перепадов для обоих языков. Для губных согласных (см. рис. 5) перепад больше в китайском, чем в русском. Для переднеязычных в целом (см. рис. 5) в русском языке перепад больше, чем в китайском, но это превышение достигается за счёт (см. рис. 6) динамики F2 у лабиализованных гласных [o] и [u]; для [a] картина обратная, в русском перепад больше, т. е. в русском языке F2 значение ниже, чем в китайском, иначе говоря, русский [a] реализуется как более задний по сравнению с китайским в данных консонантных контекстах.

Зависимость перепада от гласного очевидна (см. рис. 7): перепад тем больше, чем гласный сильнее отодвинут назад: в обоих языках меньше всего он для [a], больше для [o] и максимален для [u], что объясняется артикуляторными и, следовательно, акустическими характеристиками соответствующих звуков: из трёх изучаемых гласных у гласного [u] вторая форманта минимальна, а у [a] – максимальна. При этом для всех гласных перепад в китайском несколько превышает перепад в русском, и это превышение максимально для [a] и минимально для [u]. Вероятно, это указывает на бóльшую самостоятельность элемента [i] в китайском языке по сравнению с русским. В китайском языке этот элемент слога является медиалью, т. е. отдельным звуком (или фонемой, если при-

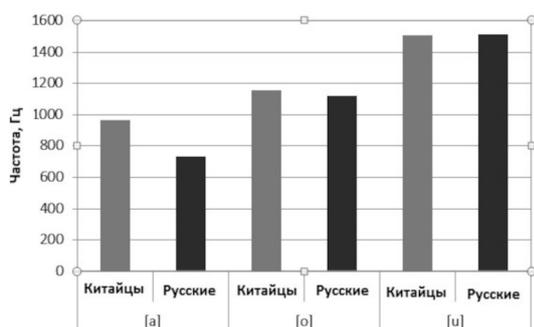
нять точку зрения, что в китайском языке есть фонемы). В русском языке элемент [i] представляет собой переходный участок гласного, возникающий после мягкого согласного, и фонологически несамостоятелен.



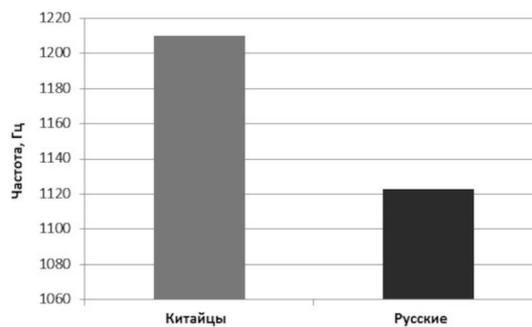
Р и с у н о к 5. Динамика F2 после различных типов согласных, данные усреднены по всем гласным
[Figure 5. F2 dynamics after different types of consonants, the data are averaged across all vowels]



Р и с у н о к 6. Динамика F2 после различных типов согласных перед разными гласными
[Figure 6. F2 dynamics after different types of consonants before different vowels]



Р и с у н о к 7. Динамика F2 для различных гласных, данные усреднены по всем типам согласных
[Figure 7. F2 dynamics for different vowels, the data are averaged across all types of consonants]



Р и с у н о к 8. Динамика F2 в китайском и русском языках, усреднённые данные
[Figure 8. F2 dynamics in Chinese and Russian, average data]

Средние значения перепада F2 (см. рис. 8), т. е. значения, усреднённые по всем группам согласных и по всем гласным, в китайском языке несколько больше, чем в русском.

3. Заключение [Conclusion]

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что слоговая структура китайского языка и нечленимость слога как значимой единицы не обязательно предполагают большую артикуляторную и, следовательно, акустическую взаимозависимость звуков по сравнению с русским языком. В данном случае имеет значение разный статус элемента [i] в русском и китайском слогах. В русском языке он представляет собой [i]-образный переход, который неизбежно появляется в результате коартикуляции у глас-

ных заднего ряда после мягких согласных и с точки зрения фонемного членения входит в гласный, следовательно, перцептивно является не самостоятельным звуком, а показателем мягкости предшествующего согласного. В китайском языке [i] – это медиаль, которая является отдельным элементом слога.

Анализ направления движения и крутизны перепада по F2 наряду с явным сходством – выраженным движением от большего значения к меньшему, прямой зависимостью от глубины ряда гласного, а также максимальным повышением после палатального согласного – показал и различия, состоящие в разной реакции на губные и переднеязычные согласные, и несовпадающее соотношение перепадов с гласными. Это обусловлено разницей качества задействованных согласных и гласных в изучаемых языках.

Библиографический список

- Андросова, 2009 – Андросова С. В., Гнатюк Е. В., Шуйская Т. В. К вопросу о палатализации согласных в национальных вариантах английского языка // Вестник Санкт-Петербургского ун-та. 2009. Сер. 9. Филология. Востоковедение. Журналистика. Вып. 3. С. 129–137.
- Бурькин, 2020 – Бурькин А. А. Дискуссионные проблемы русской фонологии и способы их решения (с позиций фонологической школы Л. В. Щербы) // Теоретическая и прикладная лингвистика. 2020. Вып. 6, № 3. С. 17–33. https://doi.org/10.22250/2410-7190_2020_6_3_17_33
- Бондарко, 1998 – Бондарко Л. В. Фонетика современного русского языка. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. 276 с.
- Касевич, 1977 – Касевич В. Б. Элементы общей лингвистики. М.: Наука 1977. 146 с.
- Кодзасов, 2001 – Кодзасов С. В., Кривнова О. Ф. Общая фонетика. М.: Изд-во РГГУ, 2001. 591 с.
- Спешнев, 1980 – Спешнев Н. А. Фонетика китайского языка. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980, 141 с.
- Старостин, 2014 – Старостин Г. С. Языковые макросемьи // postnauka.ru (2014). URL: https://www.youtube.com/watch?v=Or4seOfhRt8&ab_channel=%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0 (дата обращения: 24.05.2024).
- Тананайко, 2023 – Тананайко С. О., Денисьева М. В. Перцептивные характеристики звука [ʃ':] в русском языке // Теоретическая и прикладная лингвистика. 2023. Вып. 9, № 1. С. 117–125. https://doi.org/10.22250/24107190_2023_9_1_117
- Chen, 2023 – Chen Yu. A contrastive study of English and Mandarin vowel systems and its implications for TESOL // Proc. of the 4th International Conference on Educational Innovation and Philosophical Inquiries P. 160–165, Beijing, 2023. <https://doi.org/10.54254/2753-7064/8/20230990>
- Duanmu, 2000 – Duanmu S. The phonology of Standard Chinese. Oxford: Oxford University Press, 2000. 308 p.
- Norman, 1988 – Norman J. Chinese. Cambridge: Cambridge University Press. 292 p.
- Wang, 2019 – Wang Xinchun, Chen Jianhong. English speakers' perception of Mandarin consonants: The effect of phonetic distances and L2 experience // Proc. of the 19th International Congress of Phonetic Sciences, Melbourne, Australia 2019 / S. Calhoun, P. Escudero, M. Tabain & P. Warren (Eds.). Canberra, Australia: Australasian Speech Science and Technology Association Inc. P. 250–254.
- Wang, 2020 – Wang X., Chen J. The acquisition of Mandarin consonants by English learners: The relationship between perception and production // Languages. 2020. Vol. 5, Iss. 2. P. 1–20. <https://doi.org/10.3390/languages5020020>
- Yuen, 2011 – Yuen R. A grammar of spoken Chinese. Beijing: The Commercial Press, 2011. 855 p.
- Zhang, 2002 – Zhang J. A comparative study of English and Chinese vowels and its pedagogical significance // Journal of PLA University of Foreign Languages. 2002. Vol. 25, Iss. 1. P. 56–59.

References

- Androsova, S. V., Gnatiuk, E. V., Shuiskaya, T. V. (2009). K voprosu o palatalizatsii soglasnykh v natsionalnykh variantakh angliyskogo yazyka [Palatalizing in some accents of English: Universal and typological features]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 9. Filologiya.*

- Vostokovedenie. Zhurnalistika [Vestnik of Saint Petersburg University. Series 9. Philology. Asian Studies. Journalism]*, 3, 129–137. (In Russ.).
- Burykin, A. A. (2020). Diskussionnye problemy russkoy fonologii i sposoby ikh reshenia (s pozitsiy fonologicheskoy shkoly by L. V. Shcherba) [Discussion problems of Russian phonology and ways of their solution (From the standpoint of the Phonological School of L. V. Shcherba)]. *Teoreticheskaya i prikladnaya lingvistika [Theoretical and Applied Linguistics]*, 6(3), 17–33. (In Russ.). https://doi.org/10.22250/2410-7190_2020_6_3_17_33
- Bondarko, L. V. (1998). *Fonetika sovremennogo russkogo yazyka [Modern Russian phonetics]*. St Petersburg : St Petersburg University Press. (In Russ.).
- Kasevich, V. B. (1977). *Elementy obshchey lingvistiki [The elements of general linguistics]*. Moscow : Nauka Press. (In Russ.).
- Kodzasov, S. V., Krivnova O. F. (2001). *Obshchaya fonetika [General phonetics]*. Moscow : RGGU Press. (In Russ.).
- Speshnev, N. A. (1980). *Fonetika kitayskogo yazyka [Chinese phonetics]*. Leningrad : Leningrad University Press. (In Russ.).
- Starostin, G. S. (2014). Yazykovyye makrosemyi [Language macrofamilies]. *postnauka.ru*. Retrieved May 24 2024 from <https://www.youtube.com/watch?v=Or4seOfhRt8&ab_channel=%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0>. (In Russ.).
- Tananaiko, S. O., Denisieva, M. V. (2023). Pertseptivnye kharakteristiki zvuka [š':] v russkom yazyke [Perceptual features of the sound [š':] in Russian]. *Teoreticheskaya i prikladnaya lingvistika [Theoretical and Applied Linguistics]*, 9(1), 117–125. (In Russ.). https://doi.org/10.22250/24107190_2023_9_1_117
- Chen, Yu. A contrastive study of English and Mandarin vowel systems and its implications for TESOL. *Proc. of the 4th International Conference on Educational Innovation and Philosophical Inquiries* (pp. 160–165). Beijing. <https://doi.org/10.54254/2753-7064/8/20230990>
- Duanmu, S. *The Phonology of Standard Chinese*. Oxford : Oxford University Press.
- Norman, J. *Chinese*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Wang, X., Chen, J. (2019). English speakers' perception of Mandarin consonants: The effect of phonetic distances and L2 experience. In S. Calhoun, P. Escudero, M. Tabain & P. Warren (Eds.), *Proc. of the 19th International Congress of Phonetic Sciences, Melbourne, Australia 2019* (pp. 250–254). Canberra, Australia : Australasian Speech Science and Technology Association Inc.
- Wang X., Chen J. (2020). The acquisition of Mandarin consonants by English learners: The relationship between perception and production. *Languages*, 5(2), 20. <https://doi.org/10.3390/languages5020020>
- Yuen, R. (2011). *A grammar of spoken Chinese*. Beijing : The Commercial Press.
- Zhang, J. (2002). A comparative study of English and Chinese vowels and its pedagogical significance. *Journal of PLA University of Foreign Languages*, 25(01), 56–59.