

RU

Ультразвуковая визуализация как метод уточнения интерпретации формантных данных (на материале различных произносительных вариантов)

Гончарова О. В.

Аннотация. Цель исследования – определить, в какой мере ультразвуковая визуализация языка может использоваться как метод подтверждения и уточнения интерпретации формантных данных при сопоставлении различных произносительных вариантов русского литературного языка. В статье рассматриваются возможности совместного применения акустического анализа и ультразвуковой визуализации на материале московского и южнорусского фоновариантов гласных /а/ и /о/ в ударной и первой предударной позициях; представлены области реализации гласных в плоскости F2-F1, а также данные трассировки контура поверхности языка, позволяющие соотнести формантные характеристики с особенностями артикуляции. Научная новизна исследования заключается в том, что ультразвуковая визуализация рассматривается не изолированно, а как инструмент верификации и уточнения акустической интерпретации формантных сдвигов при анализе регионально обусловленной вариативности вокализма. В результате установлено, что в ударной позиции различия между московским и южнорусским фоновариантами минимальны и подтверждаются сходством артикуляторной конфигурации, тогда как в первой предударной позиции различия проявляются отчетливее: московский вариант характеризуется более компактной, более передней и более высокой реализацией, а южнорусский – большей дисперсией, более низким и более отодвинутым назад типом артикуляции. Показано, что данные УЗИ в целом подтверждают интерпретацию формантных данных и расширяют возможности описания редукции, коартикуляции и вариативности русского вокализма.

EN

Ultrasound tongue imaging as a method for refining formant data interpretation (based on different pronunciation variants)

O. V. Goncharova

Abstract. The research aims to determine the extent to which ultrasound tongue imaging (UTI) can be utilized as a method for confirming and refining the interpretation of formant data when comparing different pronunciation variants of standard literary Russian. The article examines the possibilities of the combined application of acoustic analysis and ultrasound visualization using Moscow and Southern Russian phono-variants of the vowels /a/ and /o/ in stressed and first pre-stressed positions. Vowel realization areas within the F1-F2 plane, alongside tongue surface contour tracing data, are presented, which allow for the correlation of formant characteristics with specific articulatory features. The scientific novelty of the study lies in the fact that ultrasound imaging is considered not in isolation but as a tool for the verification and refinement of acoustic interpretations of formant shifts during the analysis of regionally determined vocalic variation. The results establish that in the stressed position, differences between the Moscow and Southern Russian phono-variants are minimal and are confirmed by the similarity in articulatory configuration. Conversely, in the first pre-stressed position, differences are more pronounced: the Moscow variant is characterized by a more compact, more fronted, and higher realization, while the Southern Russian variant demonstrates greater dispersion and a lower, more retracted type of articulation. It is shown that UTI data generally confirm the interpretation of formant data and expand the possibilities for describing reduction, coarticulation, and variation in Russian vocalism.

Введение

Ультразвуковая визуализация языка (УЗИ) представляет собой метод регистрации динамики артикуляции по отражению высокочастотных акустических волн от границ тканей в подподбородочной области. В экспериментальной фонетике УЗИ языка применяется для описания формы и положения поверхности языка,

анализа временной организации артикуляционных жестов и проверки гипотез о коартикуляции и вариативности (Stone, 2005; Gick, 2002). Задачи ультразвуковой визуализации включают описание гласных и согласных в разных контекстах, анализ возрастных и диалектных различий, а также визуальную обратную связь при коррекции артикуляционных ошибок (Zharkova, Gibbon, Lee, 2017; Cleland, Scobbie, Wrench, 2015).

В большинстве работ ультразвуковое исследование (УЗИ) языка фиксирует поверхность в заданном срезе, вследствие чего основным объектом анализа становится контур, который может быть представлен как набором дискретных точек, так и параметрической кривой. Для характеристики положения языка в пространстве ротовой полости исследователи обращаются к координатам опорных точек и к координатам наиболее поднятого участка спинки языка, а также к анализу траекторий движения точек во времени. Описание формы контура осуществляется через вычисление кривизны и локализацию точки максимального значения. Данный подход обычно применяется при изучении артикуляции гласных, согласных и процессов коартикуляции (Ménard, Aubin, Thibeault et al., 2012; Dawson, Tiede, Whalen, 2016).

УЗИ исследования вносят значительный вклад в понимание речеобразования, позволяя уточнять интерпретацию акустических данных и выявлять скрытую артикуляторную вариативность, недоступную при анализе только акустического сигнала. В частности, в работе, посвященной шотландскому варианту английского языка, были описаны различия в реализации гласного [u], а также обоснована необходимость использования окклюзионной (прикусной) плоскости в качестве системы координат для обеспечения сопоставления данных от разных дикторов (Scobbie, Stuart-Smith, Lawson, 2012). Другим примером служит сопоставительный анализ ультразвуковых и акустических характеристик высоких гласных заднего ряда в южнобританском английском. Полученные результаты демонстрируют существование контекстов (в том числе в позиции перед конечным латеральным аппроксимантом), в которых продвинутое положение тела языка не сопровождается ожидаемым повышением частоты второй форманты (F2), что указывает на сложный и нелинейный характер взаимосвязи между артикуляцией и акустикой (Strycharczuk, Scobbie, 2017, p. 322). Сравнение артикуляторных и акустических параметров гласного в "goose" в различных британских диалектах показало, что ультразвуковые измерения могут фиксировать более выраженные диалектные различия, нежели формантный анализ, что подчеркивает важность включения артикуляторных данных в инструментарий современной фонетики для получения более полной и точной картины вариаций (Lawson, Stuart-Smith, Rodger, 2019). В исследованиях коартикуляции ультразвуковая визуализация применяется для количественной оценки степени устойчивости артикуляторных жестов и определения характера влияния контекста на различные области языка. Так, анализ каталонского материала позволил выявить отношения коартикуляции для определенных наборов согласных и гласных, а также показал, что выбор метрики существенно влияет на полученные различия (Rodríguez, Recasens, 2017, p. 378).

Несмотря на успехи, данный метод сопряжен с рядом ограничений, которые необходимо учитывать при планировании эксперимента и интерпретации полученных данных. Например, важно учитывать, что УЗИ визуализирует только поверхность языка и не позволяет напрямую наблюдать его контакты с твердым небом или стенками глотки; кроме того, видимость кончика и корня языка часто бывает ограничена из-за акустических теней, возникающих от подбородочной области и подъязычной кости (Stone, 2005). С учетом указанных ограничений ультразвуковая визуализация должна рассматриваться не как замена акустического анализа, а как источник артикуляторных данных, позволяющий подтверждать или уточнять интерпретацию формантных характеристик. В связи с этим в статье решаются следующие задачи: провести акустический анализ ударных и первых предударных гласных; представить области их реализации в плоскости F2-F1; получить ультразвуковые изображения положения языка при произнесении сопоставляемых гласных и выполнить трассировку контура его поверхности; соотнести акустические и артикуляторные данные при анализе московского и южнорусского произносительных вариантов и установить, в каких случаях данные УЗИ подтверждают интерпретацию формантных данных, а в каких требуют ее уточнения.

Актуальность исследования определяется возросшим вниманием современной экспериментальной фонетики к сопоставлению акустических и артикуляторных данных при описании вариативности произношения. Работы последних лет показывают, что интерпретация формантных показателей не всегда может считаться достаточной без обращения к данным о положении и конфигурации языка. На русском материале использование УЗИ позволило уточнить вариативность артикуляции ударных гласных в зависимости от твердости и мягкости согласного окружения, в сопоставлении польского, украинского и русского вокализма были выявлены различия в положении спинки и корня языка при внешне близких фонетических категориях (Cavar, Lulich, 2021; Cavar, Rudman, Nagaraj et al., 2025). На материале американского английского показано, что высокий F2 у гласных требует учета не одного признака, а соотношения продвижения языка, лабиализации и коартикуляции (Havenhill, 2024). Исследование мандаринского дифтонга /ou/ обнаружило, что территориальные разновидности языка могут различаться не только по динамике формант, но и по траектории движения языка (Chang, 2024). Работа по французским гласным показала, что акустическая близость категорий не гарантирует совпадения артикуляторных стратегий (Oakley, 2025). Исследования 2024–2025 гг., посвященные динамической модели английских гласных, параметризации УЗИ-данных и сопоставлению артикуляторных и нормализованных формантных траекторий у разных групп говорящих, подтверждают востребованность более точного описания гласного, включающего не только статические значения F1/F2, но также форму, положение и движение языка (Strycharczuk, Kirkham, Gorman et al., 2024; 2025; Strycharczuk, Kirkham, 2025). В связи с этим обращение к русскому материалу представляется своевременным, так как число работ, посвященных сопоставлению региональных произносительных вариантов русского литературного языка с привлечением УЗИ, остается ограниченным. Сопоставление

московского и южнорусского фоновариантов на основе совместного анализа формантных и ультразвуковых данных позволяет уточнить трактовку различий в сильных и слабых позициях, углубить описание редукции и коартикуляции, получить более обоснованное представление о региональной вариативности русского вокализма.

Теоретической базой исследования послужили работы M. Stone (2005) и B. Gick (2002), в которых описаны возможности ультразвуковой визуализации языка в экспериментальной фонетике, способы анализа движения языка и ограничения метода при интерпретации артикуляторных данных. Также значение имеют исследования N. Zharkova, F. E. Gibbon, A. Lee (2017) и J. Cleland, J. M. Scobbie, A. A. Wrench (2015), раскрывающие диагностический и прикладной потенциал УЗИ при выявлении скрытых артикуляторных различий. При описании соотношения акустических и артикуляторных параметров использовались работы J. M. Scobbie, J. Stuart-Smith, E. Lawson (2012), P. Strycharczuk, J. M. Scobbie (2017), E. Lawson, J. Stuart-Smith, L. Rodger (2019), где показано, что различия в артикуляции могут проявляться отчетливее, чем различия по формантным показателям, и потому требуют совместного рассмотрения акустических и ультразвуковых данных. Для выбора способов количественного описания контура языка и интерпретации УЗИ-изображений использовались исследования L. Ménard, J. Aubin, M. Thibeault et al. (2012), K. M. Dawson, M. K. Tiede, D. H. Whalen (2016), C. Rodríguez, D. Recasens (2017), посвященные измерению формы и положения языка, оценке сложности его контура и анализу коартикуляции.

Материалом послужили записи дикторов – носителей русского литературного языка в возрасте от 22 до 35 лет (студенты старших курсов, аспиранты и преподаватели вузов). Все информанты являлись уроженцами и постоянными жителями Москвы или городов региона Кавказских Минеральных Вод (Пятигорск, Ессентуки, Железноводск, Лермонтов). Перед началом исследования была проведена процедура отбора информантов. Основанием для включения в выборку служили признаки, которые Л. П. Крысин (2021, с. 34–35) использует при характеристике носителей литературного варианта национального языка: русский язык как родной, длительное проживание в городе и образование, полученное на русском языке. На первом этапе записи прошли слепой перцептивный тест, в ходе которого региональные аудиторы оценивали их как совпадающие с локальной нормой или близкие к ней. Далее материал подвергся независимой экспертизе лингвистов-фонетистов: реализации, содержавшие явные диалектные маркеры, были исключены. Стимульный материал состоял из нейтральных повествовательных фраз (например: «Голова у него ясная»; «Я выпью молоко завтра»). Выбор нейтрального регистра был обусловлен необходимостью исключить усиление региональных черт, которое регулярно наблюдается в экспрессивной, эмфатической или побудительной речи (Kaneko, Yamane, 2022; Thomson, Isaacs, 2022; Дубовский, Воробьева, Гончарова и др., 2008). Для обеспечения сбалансированности материала были сформированы две равные подвыборки, в первую вошли реализации по схеме /a–a/, во вторую – по схеме /a–o/. Гласные в данных схемах занимали позиции первого предударного и ударного слогов соответственно. Выбор именно этих моделей обусловлен артикуляторными и акустическими свойствами ударных /a/ и /o/, их регрессивным влиянием на предударный вокализм, а также традицией описания русского вокализма. Противопоставление /o/ и /a/ исторически фиксирует различия редукции и коартикуляции, что обеспечивает сопоставимость результатов с данными диалектологической и орфоэпической литературы.

Методы исследования, использованные в работе, – акустический метод и метод ультразвуковой визуализации языка. Логика совмещения данных методов состоит в том, что акустический анализ фиксирует результат артикуляции в виде формантных характеристик, тогда как ультразвуковая визуализация позволяет наблюдать положение и конфигурацию поверхности языка как один из источников этих акустических различий. Сопоставление акустических и артикуляторных данных необходимо для проверки того, какие различия по F1/F2 действительно соотносятся с различиями артикуляторных стратегий. Таким образом, в работе сравниваются не два независимых описания одного и того же явления, а два взаимодополняющих уровня анализа – акустический и артикуляторный. Акустический метод применялся для анализа формантных характеристик гласных, а также для построения ковариационных эллипсов в плоскости F2-F1 с вычислением средних значений, матрицы ковариаций, собственных значений и собственных векторов, что позволило описать положение, разброс и конфигурацию областей реализации гласных в сопоставляемых произносительных вариантах. Метод ультразвуковой визуализации языка использовался для регистрации положения и формы поверхности языка при произнесении ударных и предударных гласных; запись выполнялась с помощью аппарата TELEMED MicrUs [Telemed MicrUs] и микроконвексного датчика 10 mm Convex ultrasound probe, установленного в подподбородочной области, визуализация, отбор кадров и трассировка контура поверхности языка проводились в программе LinguaSound 3D [Ultrasound Tongue Imaging]. Сравнительно-сопоставительный метод применялся при соотношении акустических и данных УЗИ, а также при выявлении сходств и различий между южнорусским и московским произносительными вариантами.

Теоретическая значимость исследования состоит в уточнении соотношения акустических и артикуляторных параметров гласных при вариативности произносительных реализаций русского литературного языка. Сопоставление формантных измерений (F1, F2) с данными ультразвуковой визуализации языка расширяет основания для интерпретации различий между произносительными вариантами за счет привлечения прямых сведений о конфигурации языка. Анализ соответствий между распределениями F1/F2 и формой/положением поверхности языка позволяет уточнять трактовку формантных сдвигов в терминах артикуляторных стратегий и разграничивать случаи акустического сходства при различной артикуляции. Рассматриваемый подход способствует развитию представлений о редукции и коартикуляции в сильных и слабых позициях и повышает обоснованность выводов о характере регионально обусловленной вариативности вокализма.

Практическая применимость результатов исследования состоит в обосновании протокола экспериментально-фонетического анализа, при котором формантные измерения сочетаются с ультразвуковой регистрацией артикуляции для проверки и уточнения интерпретации акустических данных. Материалы и выводы исследования могут быть использованы при преподавании курсов, связанных с цифровой обработкой речевого сигнала, речевыми технологиями и лингвистическим анализом звуковой речи. Результаты работы могут найти применение и в учебных курсах, посвященных использованию программ акустического анализа и средств визуализации артикуляции, в частности Praat и LinguaSound 3D.

Обсуждение и результаты

Ударный [a]. Анализ ненормализованных значений формант показал, что обе области (ЮФВ – южнорусский фоновариант и МФВ – московский фоновариант) существенно перекрываются: эллипс ЮФВ занимает несколько более низкую позицию по F1 и слегка более отодвинутую назад по F2, тогда как эллипс МФВ смещён вверх и вперёд, но внутри той же акустической зоны. Форма эллипса МФВ чуть более развёрнута по горизонтали, что отражает чуть большую вариативность по F2 при сохранении общего положения. В нормализованном представлении (F1z/F2z) перекрытие становится почти полным, центры обоих эллипсов располагаются в одной области, различия касаются главным образом степени растянутости по горизонтали (МФВ) и по вертикали (ЮФВ) (Иллюстрация 1).

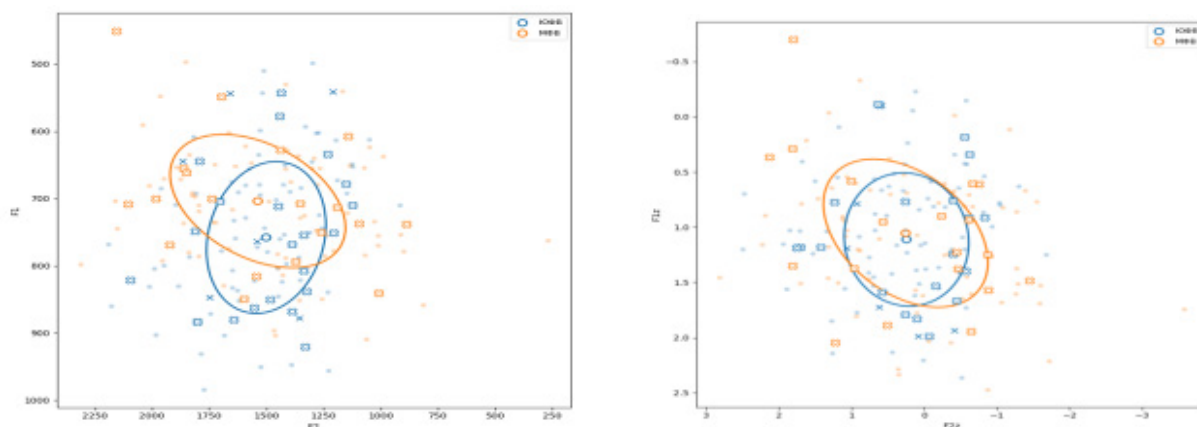


Иллюстрация 1. Области реализации гласных в ударном слоге с гласной [a]:
а) ненормализованные значения формант; б) нормализованные значения формант

Сопоставление акустических выводов о положении языка с ультразвуковыми изображениями показывает, в целом, согласованность акустических параметров и артикуляции. В сильных позициях различия между южнорусским и московским фоновариантами минимальны и не образуют различных артикуляционных типов; в слабых позициях УЗИ-изображения достаточно последовательно воспроизводят те различия по ряду и подъёму, которые были установлены акустически. В результате ультразвуковой материал не меняет интерпретации, а служит артикуляторным подтверждением выводов, полученных акустическим методом.

В ударном слоге с гласной [a] данные ультразвуковой визуализации коррелируют с акустическими параметрами и демонстрируют, что в обоих вариантах фиксируется сходный артикуляторный уклад (Иллюстрация 2).

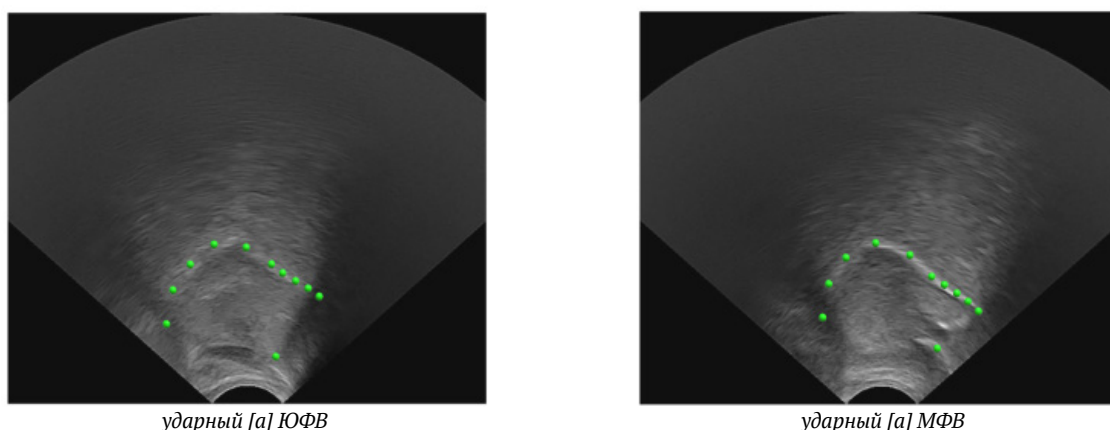


Иллюстрация 2. Ультразвуковое изображение (УЗИ) положения языка при реализации ударного гласного [a].
Зелёные точки обозначают опорные точки трассировки контура поверхности языка

В сопоставляемых реализациях различия затрагивают как положение языка по ряду и степени подъёма, так и конфигурацию его спинки. Для московской реализации характерны несколько более переднее положение языка, несколько большая степень подъёма и меньшая степень изгиба языка. Для южнорусской реализации, напротив, типичны более заднее положение языка, несколько меньшая степень подъёма и больший изгиб языка. Тем не менее различие между ЮФВ и МФВ невелико и относится не к смене артикуляционного типа, а к незначительному смещению внутри общей зоны реализации.

Ударный [o]. Сопоставление областей реализации ударного [o] в двух вариантах показывает, что гласный оформляется в одной и той же зоне заднего ряда, различия касаются главным образом распределения внутри области. В ЮФВ эллипс несколько шире по горизонтали, что отражает присутствие реализаций с более низкими значениями F2, в МФВ-поле несколько компактнее и ближе к центральному задним значениям. Нормализация не изменяет этого соотношения: центры групп остаются в одной области, различия затрагивают форму эллипсов, а не их положение (Иллюстрация 3).

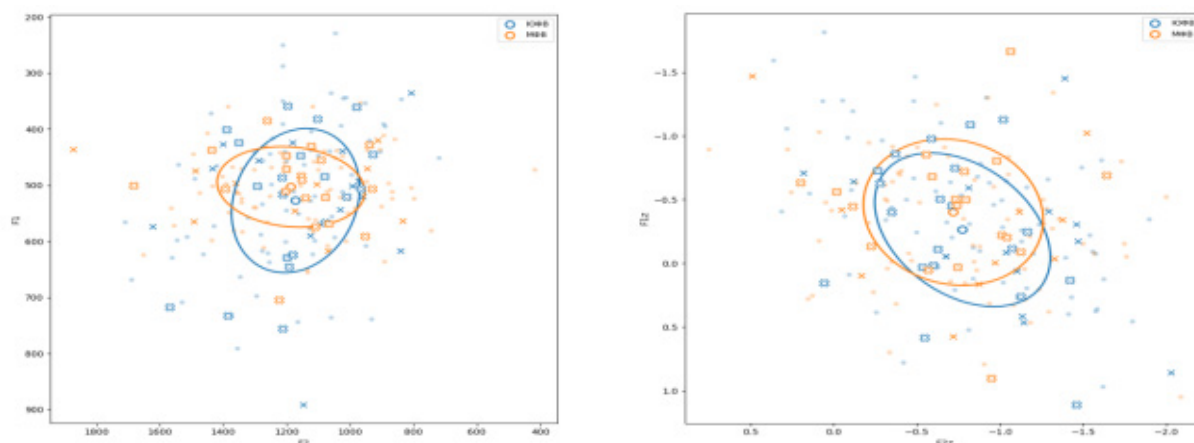


Иллюстрация 3. Области реализации гласного [o] в ударном слоге:
a) ненормализованные значения F1–F2; b) нормализованные значения F1–F2

В позиции ударного слога с [o] параметры двух групп в целом совпадают. В обеих выборках гласный реализуется в задней зоне: средние значения F2z имеют устойчиво отрицательные величины (около $-0,75$), что указывает на сохранение заднего артикуляционного типа. Значения F1z в двух группах близки и отражают одинаковую степень раскрытия.

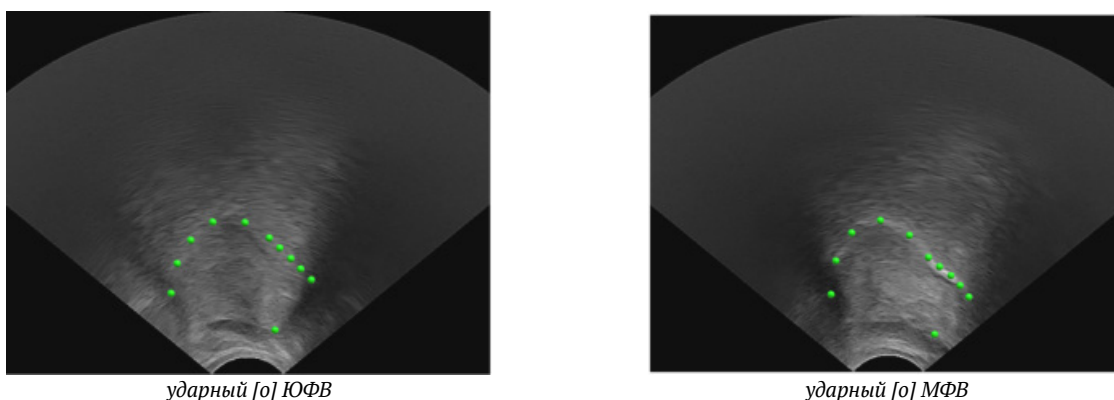


Иллюстрация 4. Ультразвуковое изображение (УЗИ) положения языка при реализации ударного гласного [o]. Зелёные точки обозначают опорные точки трассировки контура поверхности языка

На Иллюстрации 4 представлены УЗИ-кадры положения языка при реализации ударного [o] в двух произносительных вариантах (ЮФВ и МФВ). На обоих рисунках контур имеет сходную конфигурацию, основной подъём приходится на среднюю–заднюю часть языка, тогда как передний участок контура расположен ниже, что визуально соответствует заднерядной артикуляции [o]. При этом на рисунке ЮФВ вершина дуги контура выглядит несколько более смещённой назад, тогда как на рисунке МФВ максимум подъёма воспринимается как более центральный / слегка смещённый вперёд при сохранении общей формы, но в целом общая конфигурация контура совпадает и УЗИ-наблюдения согласуются с акустическим описанием ударного [o] (Иллюстрация 4).

Первый предударный слог (перед ударным «а»). В позиции первого предударного слога перед ударным [a] параметры реализации гласного различаются по степени спектральной упорядоченности, по длительности и по характеру связи временных и дистанционных показателей. Сопоставление областей реализации на плоскости F1–F2

демонстрирует, что для ЮФВ характерен более крупный эллипс рассеяния, прежде всего за счёт большей дисперсии по F1z, для МФВ, напротив, область более компактна и сдвинута вперёд за счёт более высоких значений F2, что указывает на более передний артикуляционный тип (Иллюстрация 5).

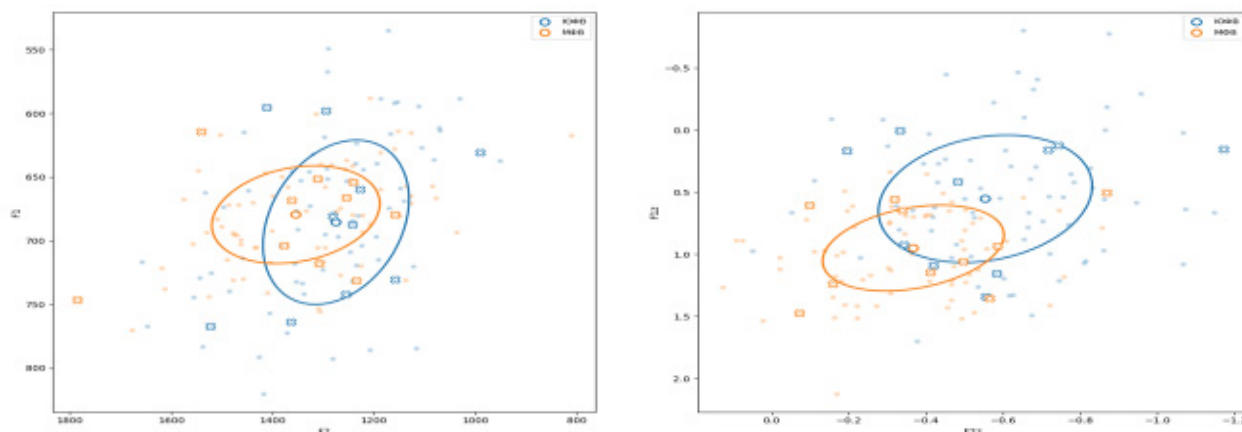
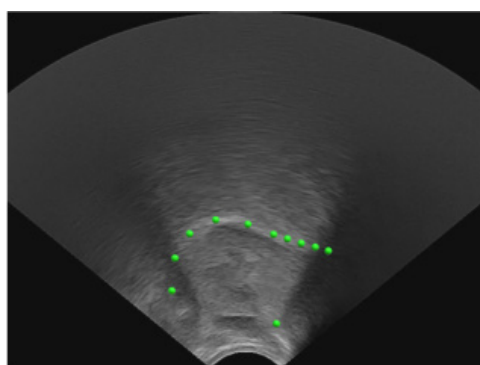
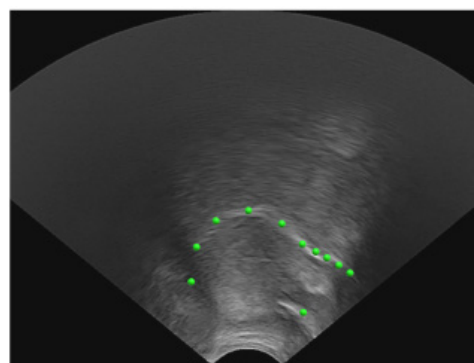


Иллюстрация 5. Области реализации гласного в первом предударном слоге перед ударным [a]:
а) ненормализованные значения F1-F2; б) нормализованные значения F1-F2

Сопоставление вариантов показывает, что южный предударный [a] реализуется в более широкой и менее упорядоченной акустической зоне, с большей дисперсией. Московский предударный [a] реализуется дольше, в более передней и компактной зоне, с изменением второй форманты.



1-й предударный перед ударным [a] ЮФВ



1-й предударный перед ударным [a] МФВ

Иллюстрация 6. Ультразвуковое изображение (УЗИ) положения языка при реализации первого предударного гласного перед ударным [a]. Зеленые точки обозначают опорные точки трассировки контура поверхности языка

На УЗИ-изображении положения языка при реализации первого предударного гласного перед ударным [a] (Иллюстрация 6) в варианте ЮФВ зона максимального подъема языка располагается ближе к заднему участку контура, при этом передний участок контура остаётся относительно ниже; в варианте МФВ общая конфигурация сохраняется, но контур заметно смещён вперёд, максимум подъёма воспринимается как более центральный, линия контура в передней части продвинута вперёд по сравнению с ЮФ. Тем самым УЗИ-материал полностью поддерживает основной акустический вывод по данной позиции: в первом предударном слоге перед ударным [a] московский фоновариант реализует более высокий и более передний редуцированный гласный, тогда как южнорусский – более низкий и более отодвинут назад.

Первый предударный (перед ударным «о»). Первый предударный слог (перед ударным [o]) реализуется в обоих вариантах как краткий редуцированный гласный заднего типа, однако акустические показатели свидетельствуют о различиях в степени подъёма и в распределении по горизонтали. Сопоставление областей реализации на плоскости F1-F2 показывает, что в южнорусской группе гласный располагается при более высоких значениях F1z и при несколько более разнообразных значениях F2z. В московской группе та же позиция оформляется при более низких значениях F1z и при меньшем разбросе по F2z, что отражает более высокий и более упорядоченный по горизонтали тип предударного гласного (Иллюстрация 7).

Таким образом, ЮФВ отличается большей горизонтальной вариативностью, московский вариант – более высоким оформлением и меньшим разбросом по F2.

На УЗИ-изображении (Иллюстрация 8) в обоих вариантах контур формирует дугу с подъемом средне-заднего участка спинки; при этом в ЮФВ отмечается более низкое положение языка; в МФВ контур более приподнятый и выглядит менее отодвинутым назад, чем в ЮФВ.

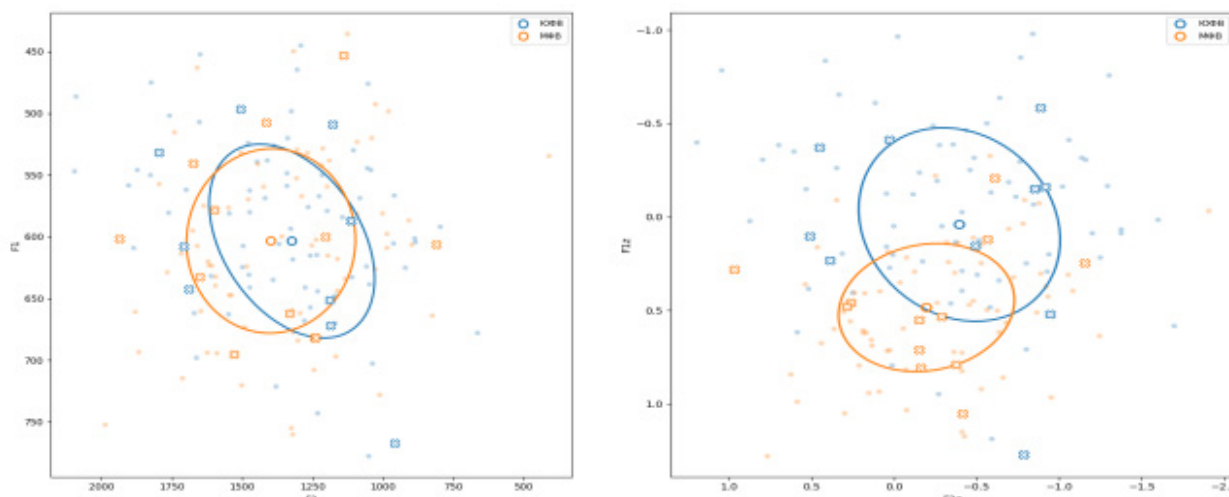
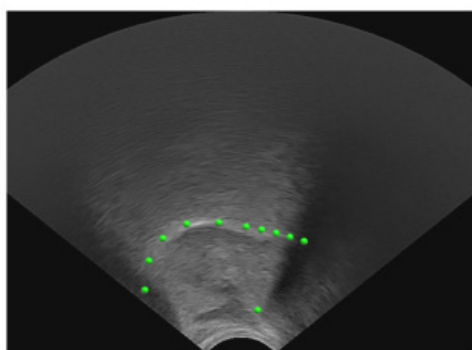
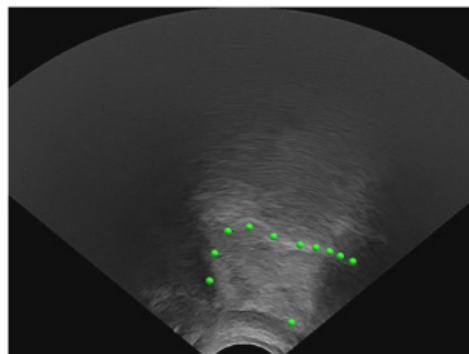


Иллюстрация 7. Области реализации гласного в первом предударном слоге перед ударным [o]:
а) ненормализованные значения F1-F2; б) нормализованные значения F1-F2



1-й предударный перед ударным [o] ЮФВ



1-й предударный перед ударным [o] МФВ

Иллюстрация 8. Ультразвуковое изображение (УЗИ) положения языка при реализации первого предударного гласного перед ударным [o]. Зелёные точки обозначают опорные точки трассировки контура поверхности языка

Сопоставление полученных данных показывает, что наибольшая степень сходства между московским и южнорусским фоновариантами наблюдается в ударной позиции, где акустические и артикуляторные показатели в целом совпадают. Основная зона дифференциации связана с первым предударным слогом: для московского материала характерны более передние и более компактные реализации, для южнорусского – более вариативные, более низкие и более отодвинутые назад. Совместный анализ формантных и ультразвуковых данных позволяет уточнить интерпретацию выявленных расхождений и показать, какие из них имеют устойчивое артикуляторное подтверждение.

Заключение

Проведённый акустический анализ ударных и первых предударных гласных /а/ и /о/ показал, что в ударной позиции московский и южнорусский фоноварианты демонстрируют минимальные различия, тогда как в первой предударной позиции вариативность проявляется более отчётливо – прежде всего по степени компактности распределений, положению по ряду и степени подъёма. Представление областей реализации гласных в плоскости F2-F1 подтвердило, что для ударных [а] и [о] характерно значительное перекрытие акустических зон в двух произносительных вариантах, тогда как для первых предударных реализаций различия оказываются более выраженными: московский вариант тяготеет к более компактной и более передней зоне, южнорусский – к более широкой и менее упорядоченной области реализации.

Полученные ультразвуковые изображения и выполненная трассировка контура поверхности языка позволили описать артикуляционные особенности сопоставляемых гласных в ударной и первой предударной позициях. УЗИ-данные показали, что в ударных слогах конфигурация языка в целом сходна, а в предударных позициях различия между вариантами затрагивают степень подъёма и смещение языка вперёд/назад.

Соотнесение акустических и артикуляторных данных показало согласованность: акустическое сходство ударных гласных сопровождается сходством артикуляторного уклада, а различия, зафиксированные по F1/F2 в слабых позициях, находят подтверждение в УЗИ-изображениях, отражающих более переднюю и более высокую реализацию в московском варианте и более заднюю и более низкую – в южнорусском.

Установлено, что в представленном материале данные ультразвуковой визуализации преимущественно подтверждают интерпретацию формантных данных. Вместе с тем сопоставление акустики и УЗИ показывает, что привлечение артикуляторного канала важно как способ проверки надёжности формантной интерпретации, особенно при анализе редуцированных гласных и регионально обусловленной вариативности.

Перспективы дальнейшего исследования связаны с расширением состава анализируемых гласных и фонетических контекстов, увеличением числа дикторов, а также с переходом от анализа отдельных статических кадров к исследованию динамики артикуляции. Перспективным представляется дальнейшее изучение редукции, коартикуляции и вариативности вокализма на основе совместного анализа УЗИ и формантных данных, а также уточнение количественных параметров сопоставления акустических и артикуляторных характеристик в разных произносительных вариантах русского литературного языка.

Материалы исследования | Research materials

1. Ultrasound Tongue Imaging // icSpeech. <https://icspeech.com/ultrasound-tongue-imaging.html>
2. Telemed MicrUs – Windows/Android portable Ultrasound System // Telemed. <https://www.telemedultrasound.com/en/micrus-scanner/>

Источники | References

1. Дубовский Ю. А., Воробьёва О. В., Гончарова О. В., Мартынова Е. О., Садовая А. Е., Шишмер Л. Ф. Русская просодия на Северном Кавказе: коллективная монография: в 2 т. / под общ. ред. Ю. А. Дубовского. Пятигорск: Изд-во Пятигорского государственного лингвистического университета, 2008. Т. 1.
2. Крысин Л. П. Очерки по социолингвистике. М.: ФЛИНТА, 2021.
3. Cavar M. E., Lulich S. M. Variation in the articulation of Russian stressed vowels and the mechanics of palatalization in consonants // *Phonological Data and Analysis*. 2021. Vol. 3. No. 3. <https://doi.org/10.3765/pda.v3art3.31>
4. Cavar M. E., Rudman E. M., Nagaraj N., Peters L. High Central Vowels in Polish, Ukrainian and Russian // *Journal of the International Phonetic Association*. 2025. Vol. 55. No. 1-2. <https://doi.org/10.1017/S0025100325000040>
5. Chang Y. H. S. Acoustic and articulatory variation of Mandarin diphthong /ou/ // *Concentric: Studies in Linguistics*. 2024. Vol. 50. No. 1. <https://doi.org/10.1075/consl.00032.cha>
6. Cleland J., Scobbie J. M., Wrench A. A. Using ultrasound visual biofeedback to treat persistent primary speech sound disorders // *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2015. Vol. 29. Issue 8-10. <https://doi.org/10.3109/02699206.2015.1016188>
7. Dawson K. M., Tiede M. K., Whalen D. H. Methods for quantifying tongue shape and complexity using ultrasound imaging // *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2016. Vol. 30. Issue 3-5. <https://doi.org/10.3109/02699206.2015.1099164>
8. Gick B. The use of ultrasound for linguistic phonetic fieldwork // *Journal of the International Phonetic Association*. 2002. Vol. 32. Issue 2. <https://doi.org/10.1017/S0025100302001007>
9. Havenhill J. Articulatory and acoustic dynamics of fronted back vowels in American English // *Journal of the Acoustical Society of America*. 2024. Vol. 155. No. 4. <https://doi.org/10.1121/10.0025461>
10. Kaneko I., Yamane N. Emotional Prosody of Love and Sorrow: L1 English, TTS and EFL Learners // *Proceedings of the 12th Pronunciation in Second Language Learning and Teaching Conference*, held June 2021 virtually at Brock University, St. Catharines, ON / ed. by J. Levis, A. Guskaroska. USA: Iowa State University Digital Press, 2022. <https://doi.org/10.31274/psllt.13259>
11. Lawson E., Stuart-Smith J., Rodger L. A comparison of acoustic and articulatory parameters for the GOOSE vowel across British Isles Englishes // *Journal of the Acoustical Society of America*. 2019. Vol. 146. No. 6. <https://doi.org/10.1121/1.5139215>
12. Ménard L., Aubin J., Thibeault M., Richard G. Measuring tongue shapes and positions with ultrasound imaging: a validation experiment using an articulatory model // *Folia Phoniatrica et Logopaedica*. 2012. Vol. 64. No. 2. <https://doi.org/10.1159/000331997>
13. Oakley M. The Articulatory and Acoustic Representation of Second-Language French Vowels // *Language and Speech*. 2025. Vol. 68. No. 4. <https://doi.org/10.1177/00238309241259748>
14. Rodríguez C., Recasens D. An evaluation of several methods for computing lingual coarticulatory resistance using ultrasound // *Journal of the Acoustical Society of America*. 2017. Vol. 142. No. 1. <https://doi.org/10.1121/1.4991319>
15. Scobbie J. M., Stuart-Smith J., Lawson E. Back to front a socially stratified ultrasound tongue imaging study of Scottish English u // *Italian Journal of Linguistics*. 2012. Vol. 24. No. 1.
16. Stone M. A guide to analysing tongue motion from ultrasound images // *Clinical Linguistics and Phonetics*. 2005. Vol. 19. No. 6-7. <https://doi.org/10.1080/02699200500113558>
17. Strycharczuk P., Kirkham S. Articulatory strategies in male and female vowel production // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2025. Vol. 68. No. 12. https://doi.org/10.1044/2025_JSLHR-25-00185
18. Strycharczuk P., Kirkham S., Gorman E., Nagamine T. Dimensionality reduction in lingual articulation of vowels: Evidence from lax vowels in Northern Anglo-English // *Language and Speech*. 2025. Vol. 68. No. 3. <https://doi.org/10.1177/00238309251320581>
19. Strycharczuk P., Kirkham S., Gorman E., Nagamine T. Towards a dynamical model of English vowels: Evidence from diphthongisation // *Journal of Phonetics*. 2024. Vol. 107. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2024.101349>

20. Strycharczuk P., Scobbie J. M. Fronting of Southern British English high back vowels in articulation and acoustics // Journal of the Acoustical Society of America. 2017. Vol. 142. No. 1. <https://doi.org/10.1121/1.4991010>
21. Thomson R. I., Isaacs T. Evaluations of Foreign Accented Speech: Subjective Bias or Speech Signal Characteristics? // Theoretical and Practical Developments in English Speech Assessment, Research, and Training: Studies in Honour of Ewa Waniek-Klimczak / ed. by V. G. Sardegna, A. Jarosz. Cham: Springer, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98218-8_3
22. Zharkova N., Gibbon F. E., Lee A. Using ultrasound tongue imaging to identify covert contrasts in children's speech // Clinical Linguistics & Phonetics. 2017. Vol. 31. No. 1. <https://doi.org/10.1080/02699206.2016.1180713>

Информация об авторах | Author information



Гончарова Оксана Владимировна¹, к. филол. н., доц.

¹ Пятигорский государственный университет



Oxana Vladimirovna Goncharova¹, PhD

¹ Pyatigorsk State University

¹ goncharovaov@pgu.ru

Информация о статье | About this article

Дата поступления рукописи (received): 09.03.2026; опубликовано online (published online): 03.04.2026.

Ключевые слова (keywords): русский вокализм; редукция гласных; коартикуляция; региональная произносительная вариативность; артикуляция гласных; Russian vocalism; vowel reduction; coarticulation; regional pronunciation variation; vowel articulation; ultrasound tongue imaging.