

О веляризованности русских губных согласных

Галина Евгеньевна Кедрова, Леонид Михайлович Захаров, Николай
Викторович Анисимов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Abstract

The research in question is aimed at the experimental MRI-investigation of articulatory gestures corresponding to Russian bilabial non-palatalized phonemes [b] and [m]. Being estimated as the prominent type of velarized consonants in Russian, these phonemes have been taken as target group in a series of MRI experiments to study palatalisation – velarisation relationship in the Russian phonetic system. An experimental dataset was based upon 2D MR-images, audio- and video recordings taken from 2 native speakers of Russian (male and female) producing VCCV sequences (Russian pseudo-words with the second vowel stressed) containing labial consonants in the vocalic contexts [a]_[a], [a]_[e]. The original experimental method of MRI investigation relied on gated and time-related MR-scanning of numerous repetitions of the same speech sequence for further reconstruction of articulatory movement(s) progressing in time being plotted from MR-images across several repetitions within a session. Experimental data present a considerable grade of image matching for both labial consonants, either nasal or non-nasal, in the [a]_[a] frameset (except soft palate configuration in nasals). However, we revealed distinct differences in tongue position and form of the tongue blade on articulatory contours taken from MR-images of sectional sagittal view of the mouth cavity for the labial phonemes under investigation placed in the [a]_[e] frameset. In this context the main difference between nasal and non-nasal labial consonants' articulations seems to be determined not only by the specific configuration and position of the soft palate (velum), but by the conflicting articulations of consonant's velarisation requirements on the one part, and anticipatory look-ahead coarticulation to the mid-high centralized vowel [e], on the other. We suppose the observed differences being the main reason for several phonotactical constraints observed in the modern Russian language pronunciation practice. Thus, Russian standard pronunciation dictionaries contain only very few words (mainly adopted from other languages) with the hard labial nasal consonant [m] or bi-labial stop consonant [b] preceding vowel [e] in a root or within the single syllable.

1. История вопроса

Вопрос о наличии – отсутствии в русском языке веляризации как базовой фонетической характеристики вызывал и продолжает вызывать споры исследователей. Веляризацию часто связывают с наличием в языке такого явления, как палатализация. Особенно часто эту дихотомию используют в описание фонетической системы русского языка. Например, в соответствующей словарной статье русскоязычного фрагмента Интернет-энциклопедии Wikipedia утверждается, что «в русском языке многие твёрдые согласные, в особенности фонемы /ж/, /ш/ и /л/, веляризованы, за счёт чего более чётко противопоставляются мягким, являющимся палатализованными» [1]. Сам термин «веляризация» определяется при этом следующим образом: «Веляризация — дополнительная артикуляция (точнее, сложная одновременная консонантная артикуляция), при которой задняя часть спинки языка приближается к мягкому нёбу». Аналогичное определение дается понятию «веляризация» и в англоязычном фрагменте Интернет-энциклопедии Wikipedia. В соответствующей статье противопоставление *палатализованный согласный* vs. *веляризованный согласный* рассматривается как базовое для описания всей консонантной системы русского языка.

Действительно, в русском языке фонологическое противопоставление согласных по твёрдости – мягкости является, вне всякого сомнения, системообразующим. Однако вопрос о том, насколько эти фонетические параметры в системе русского консонантизма являются взаимозависимыми и/или дополняющими друг друга, до сих пор остается дискуссионным. В работе О.Ф. Кривновой и В.Б. Кузнецовой «О фонетической природе признака твёрдости-мягкости согласных в русском языке (на основании сравнительного анализа коартикуляции согласных в русском и французском

языках)» [2] эти явления подробно рассматриваются по сонограммам русской речи на материале переходных участков в сочетаниях типа CV. В результате своей работы авторы приходят к выводу, что «фонологическому противопоставлению твёрдых и мягких согласных в русском языке соответствует на исходном (категориальном) фонетическом уровне бинарный признак «отсутствие наличие палатализации, выделяющий в качестве естественной фонетической категории лишь категорию мягких (палатализованных) согласных» [2: 66]. Таким образом, авторами было убедительно показано, что если палатализация действительно является ведущим признаком, затрагивающим все согласные звуки, и фактически формирующим всю систему русского консонантизма, то реализация велярности согласного полностью зависит от его качества и существенно варьируется в зависимости от контекста, т.е. является проявлением аккомодации.

Нам представляется, что инновационные методы изучения механизмов речевой артикуляции, к которым относится метод МРТ, способны представить новые данные для исследования особенностей проявления веляризованности согласных звуков. Ведь, как мы уже отмечали ранее, несмотря на то, что связь между акустикой и артикуляцией несомненна, всё же и сегодня остается слишком много неясного в интерпретации акустической картины звучащей речи в артикуляционных терминах [3]. В частности, ведущие специалисты в этой области утверждают, что даже в интерпретации динамических спектрограмм только русских гласных звуков остается очень много вопросов и многие вопросы до сих пор не находят адекватного ответа [4].

Уже достаточно давно было замечено, что твёрдые губные согласные /p, b, m, f, v/, находясь в окружении гласных, оказывают одинаковое влияние на предшествующий гласный звук, а согласные /p, b, f, v/ - одинаковое влияние и на последующий гласный [5]. Однако механизм такого влияния до настоящего времени не имел достоверного описания. Используя разработанные нами методики МРТ-исследования процесса производства – артикуляции речи на русском языке [6], мы попытались рассмотреть в деталях артикуляционные профили русских губных согласных [б] и [м] в следующих вокалических контекстах: [aCCá], [aCCé], [aCC'á], [aCC'é].

2. Материал и методики экспериментального исследования

Для получения онлайн-изображений речевых артикуляций в процессе производства речи было проведено МРТ сканирование с помощью МР томографа TOMIKON S50 (BRUKER) по сагиттальному срезу шириной 9 мм и зоне сканирования – 20x12 см. Параметры импульсной последовательности подбирались с расчетом получить МР изображение с приемлемым контрастом и разрешающей способностью не хуже 3.5 мм на пиксел за время сканирования 0.5-0.8 с. Этим требованиям удовлетворяла программа SNAP, построенная на базе импульсной последовательности “градиентное эхо” с параметрами – TR=12 мс, TE=5.5 мс и углом поворота намагниченности 10⁰. Сканирование проводилось многократными (128-256) запусками без пауз. В ходе эксперимента велась контрольная аудиозапись на два канала, один из которых использовался для записи голоса, а другой – для записи импульсов начала сканирования. Это позволило провести простое отнесение МР изображений, получаемых при многократных запусках МР сканера, и соответствующих участков аудиозаписи.

В процессе эксперимента диктор произносил звуковые стимулы – двусложные псевдослова типа VCCV с ударением на втором слоге, повторяя их в удобном для себя темпе, в обычном для томографической съемки положении лежа на спине. Микрофон (фирмы LifeVideo) крепился к приемной катушке (катушка Гельмгольца), используемой для МР съемки шейного отдела и был расположен в непосредственной близости от рта диктора. Такое расположение позволило минимизировать влияние акустического шума, обычно возникающего при МР сканировании из-за вибрации катушек при пропускании через них импульсных токов. Влияния микрофона на качество съемки (из-за наличия в его конструкции кабеля и металлических компонентов, а также протекания тока) мы не обнаружили.

В соответствии со стробоскопическим принципом получения экспериментальных данных в результате применения разработанной нами методики [7] был сформирован банк томографических изображений, полученных после многократных запусков быстро сканирующей импульсной последовательности. Для этого после проведения последовательной МРТ-съемки артикуляторного

тракта с заданным временным сдвигом была осуществлена идентификация изображений, на основе которой проводилась реконструкция процесса изменения конфигурации артикуляторных органов при произнесении экспериментальных стимулов и их взаимного расположения в динамике.

3. Результаты исследования

Используя вышеописанные методики, были получены МРТ-снимки разных фаз произнесения экспериментальных стимулов для двух дикторов. После проведения атрибуции из массива МРТ-изображений были выбраны снимки, соответствующие фазе смычки при реализации губных согласных звуков и разным фазам производства гласного окружения. Сагиттальные срезы артикуляционного уклада согласных звуков в сочетаниях а[б:]á, а[м:]á, а[б:]é, а[м:]é в произнесении диктора З. (мужской голос) и диктора К. (женский голос), полученные в ходе МРТ-съемки, представлены на рисунках 1 – 6.



Рис. 1. Диктор З.: а[мм]á



Рис. 2. Диктор З.: а[бб]á

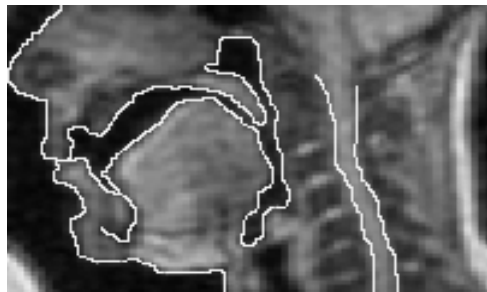


Рис. 3. Диктор К.: а[мм]а

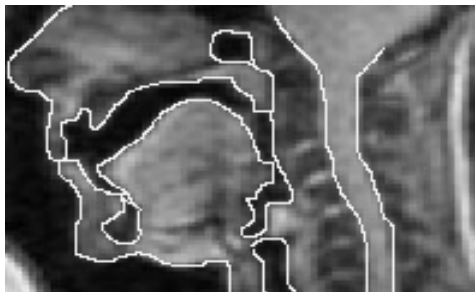


Рис. 4. Диктор К.: а[бб]а



Рис. 5. Диктор З.: а[мм]é



Рис. 6. Диктор З.: а[бб]é

4. Обсуждение результатов исследования

При анализе полученных изображений артикуляционных жестов обращает на себя внимание, что, если артикуляционные профили согласных [м] и [б] в окружении гласного звука [а] оказались чрезвычайно близки у каждого из дикторов – см. рис. 1, 2, 3, 4, то перед гласным [е] в псевдословах а[б:]ё, а[м:]ё в произнесении диктора 3. артикуляция этих согласных достаточно существенно различается (рис. 5, 6).

Таким образом, можно отметить, что согласный звук [б] перед гласным [е] выступает не только как веляризованный в полном соответствии с дефиницией этого понятия, приведенной выше, но и как звук фарингализованный, что соответствует особому обозначению веляризованности в сочетании с фарингализованностью в транскрипции IPA (для такого типа веляризованных согласных звуков даже вводится особый знак: ~ (тильда)). Частично это можно было бы объяснить аффецированным произнесением, характерным для условий томографической съёмки, а также положением тела диктора (лёжа на спине) [8]. Однако в аналогичных условиях в идентичном вокалическом контексте веляризация губного носового согласного существенно меньше. Мы считаем, что это обусловлено тем, что сама возможность веляризации для губного носового ([м]) существенно ограничена из-за интенсивного опускания нёбной занавески вкупе с исходно более высоким положением спинки языка, которое обусловлено, в первую очередь, коартикуляционными процессами. Это предположение подтверждает сравнение артикуляционных профилей, соответствующих квазистационарной фазе произнесения последующего за согласным гласного звука [а] или гласного звука [е], которые представлены на рис. 7 и 8).



Рис. 7. Диктор 3.: амм[а]



Рис. 8. Диктор 3.: амм[е]

Изолированное произнесение этим же диктором гласных [а] (нижнего подъёма) и [е] (средне-верхнего подъёма), артикуляторные профили которых представлены на рис. 9 и 10, может также служить подтверждением высказанного выше предположения.



Рис. 9. Диктор 3.: гласный звук [а]

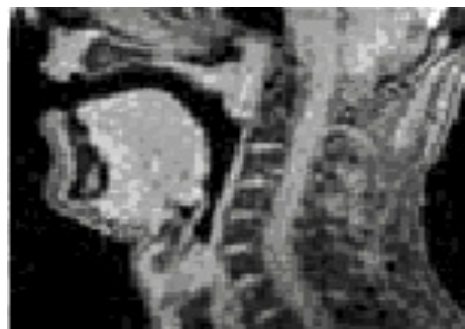


Рис. 10. Диктор 3.: гласный звук [е]

Развивая эту мысль, можно также предположить, что по той же причине назализация гласного [e] (и других гласных не переднего ряда и не нижнего подъёма) в сочетании с твёрдыми носовыми согласными должна быть менее интенсивной, чем у гласного [a]. Известно, что гласный звук [a] в русском языке достаточно часто может иметь носовую окраску, находясь вне контекста с назализованными согласными, – многие фонетисты неоднократно отмечали слабую назализованность гласного [a] в русском языке как один из характерных признаков этого звука (см. в частности [9]). Возможно, что в силу общей ненапряжённости артикуляции этого гласного и достаточно большого объёма резонатора, который образуется при характерном для этого гласного положении и форме языка, нёбная занавеска становится более расслабленной и часть воздушной струи может свободно проходить через нос. Важно, что при отсутствии в фонетической системе русского языка носовых гласных это не мешает смысловозначительной функции. Заметим, что в нашем банке МРТ-изображений сочетаний [ам:á] на всех снимках, соответствующих гласному звуку, в той или иной степени открыт вход в носовую полость, т.е. артикуляция **всех** звуков назализована – и предударного [a], и заударного гласного звука также.

В свою очередь, необходимость сохранения велярной окраски согласного звука [b], которая на нашем материале достаточно чётко выражена при сочетании этого согласного с гласным [e], место образования которого препятствует веляризованности (см. рис. 11 и 12), заставляет говорящего акцентировать этот артикуляторный жест (веляризацию). Нам представляется, что это можно трактовать как своеобразную компенсацию действия коартикуляционных процессов. Таким образом, в сочетаниях губных согласных с гласным [e] может ограничиваться степень свободы движений и изменений конфигурации тела языка, которые необходимы для производства как самого согласного звука, так и последующего гласного, в связи с чем в русском языке, по-видимому, существует ограничение на сочетание твёрдого губного согласного с последующим гласным звуком [e] (т.е. слова с сочетаниями *бэ, пэ, мэ* в корне достаточно редки).



Рис. 11. Диктор З.: абб[á]



Рис. 12. Диктор З.: абб[é]

О необходимости учитывать удобные и неудобные в артикуляторном отношении сочетания звуков (особенно, такие, которые встречаются в стечениях согласных в разных языках) писал также В.В. Шеворошкин. Он отмечает, что «некоторые группы, неудобные для данного языка, могут быть удобны для другого <...>, и хотя мы вовсе не намерены сбрасывать со счета концепцию “трудностей, обусловленных системой”, тем не менее, артикуляторно-физиологическая обусловленность также и этих трудностей для нас несомненна» [10]. Вклад нёбной занавески в образование необходимого акустического впечатления в случае носового губного согласного ограничивает движение задней части языка и оказывает влияние на форму его спинки, что должно было бы в **большей** степени способствовать произносительному «удобству» сочетания [м] + [e], чем сочетания [б] + [e].

5. Литература

1. <http://ru.wikipedia.org>
2. О.Ф. Кривнова, В.Б. Кузнецова. О фонетической природе признака твёрдости-мягкости согласных в русском языке (на основании сравнительного анализа коартикуляции согласных в русском и французском языках) // Проблемы теории и истории русского языка. М., Изд-во Моск. ун-та, 1980, с. 37-67.
3. Г.Е. Кедрова, Л.М. Захаров, Н.В. Анисимов. Инновационные методы изучения артикуляционных процессов // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Вып. 575. Языкознание. «Концептуальный спектр изысканий в современном речеведении» / Отв. ред. Р.К. Потапова. М., ИПК МГЛУ «Рема», 2009, с. 149-163.
4. С.В. Кодзасов, А.М. Красовитский, Е.В. Щигель. Проблемы описания спектров русских гласных // Проблемы фонетики. Вып. IV / Отв. ред. Р.Ф. Касаткина. М.: Наука, 2002, с. 53–73.
5. Фонология речевой деятельности / Отв. ред. Л.В. Бондарко. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000, с. 81-83.
6. Г.Е. Кедрова, Л.М. Захаров, Н.В. Анисимов. Исследование артикуляторной базы русского языка методами магнитно-резонансной томографии // Сб. трудов. XIII сессии Российского акустического общества. Т. 3. Акустика речи. Медицинская и биологическая акустика. М.: ГУОС, 2003, с. 81-84.
7. Г.Е. Кедрова, Л.М. Захаров, Н.В. Анисимов. Исследование вокалических артикуляций: новые подходы // III Международные Бодуэновские чтения: И.А.Бодуэн де Куртенэ и современные проблемы теоретического и прикладного языкознания. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2006.
8. Olov Engwall. Assessing MRI measurements: Effects of sustenation, gravitation and coarticulation. In Harrington, J., & Tabain, M. (Eds.), *Speech production: Models, Phonetic Processes and Techniques* (pp. 301-314). New York: Psychology Press, 2006.
9. Л.В. Бондарко. Звуковой строй современного русского языка. Просвещение, М., 1977.
10. В.В. Шеворошкин. Звуковые цепи в языках мира. Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004, с. 23.