



www.volsu.ru

# РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РУССКОГО ЯЗЫКА



DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2025.2.1>

UDC 811.161.1.342.1

LBC 81.411.2-1

Submitted: 14.09.2024

Accepted: 13.01.2025

## PROGRESSIVE COARTICULATION AND EMPHATIC STRESS IN RUSSIAN VCV STRUCTURES

Sergey V. Batalin

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

**Abstract.** The study seeks to establish regularities in carryover coarticulation induced by the first unstressed vowel and the intervocalic consonant on the second vowel in VCV clusters in the Russian language. The experiment is conducted on nonsense words of the 'etV1CV2te' structure. The V1 vowel is presented by the unreduced unstressed vowels [e], [a] and [u]; the intervocalic consonant C is presented by the sounds [p], [t] and [k]; the V2 vowel is presented by the emphatically stressed [e], [a] and [u]. Two male native speakers read the corpus of 540 words. The *PRAAT* software was used to measure F2 formants in the V2 vowels. ANOVA was employed to process the data obtained. It was established that in Russian VCV structures both the front/back dimensionality of the unstressed V1 vowels and the place of obstruction of the intervocalic consonants have a clearly pronounced statistically significant effect on the F2 formant values of the emphatically stressed V2 vowels. The interaction of the two factors also proved to be significant. However, the ANOVA procedures did not make it possible to establish any clearly defined regularities in the carryover coarticulation impact either of the unstressed V1 vowel front/back row or the place of obstruction of the intervocalic consonant on the F2 value of the V2 vowel. It was established that speaker-specific differences heavily affect the coarticulation in VCV structures. The results obtained are interpreted using existing findings.

**Key words:** coarticulation, VCV coarticulation, prominence, emphatic stress, formants, Russian language.

**Citation.** Batalin S.V. Progressive Coarticulation and Emphatic Stress in Russian VCV Structures. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 2. Yazykoznanie* [Science Journal of Volgograd State University. Linguistics], 2025, vol. 24, no. 2, pp. 5-16. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2025.2.1>

УДК 811.161.1.342.1

ББК 81.411.2-1

Дата поступления статьи: 14.09.2024

Дата принятия статьи: 13.01.2025

## ПРОГРЕССИВНАЯ КОАРТИКУЛЯЦИЯ И ЭМФАТИЧЕСКОЕ УДАРЕНИЕ В ГСГ-СТРУКТУРАХ РУССКОГО ЯЗЫКА

Сергей Васильевич Баталин

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

**Аннотация.** В статье проанализирована прогрессивная коартикуляция, обусловленная влиянием первого безударного гласного и интервокального согласного на второй гласный, произнесенный с эмфатическим ударением. Экспериментальный корпус представлен псевдословами со структурой etГ1СГ2te, в кото-

рых в качестве гласного Г1 выступают безударные гласные русского языка [e], [a] и [u], а в качестве гласного Г2 – эти же звуки, произнесенные с эмфатическим ударением. В качестве согласного С использовались [p], [t] и [k]. В роли информантов выступили два диктора-мужчины. Акустический анализ выполнен с помощью программы *PRAAT*. Результаты обработаны методами дисперсионного анализа. Установлено, что ряд безударного гласного Г1 и место образования интервокального согласного С в большинстве случаев значительно влияют на значения форманты F2 гласного Г2. Взаимодействие факторов ряда безударного гласного и места образования интервокального согласного также статистически значимо во всех проанализированных случаях. Характер зависимости значений форманты F2 гласного Г2 от ряда безударного гласного Г1 и места образования интервокального согласного не имеет выраженных закономерностей. Выявлено, что специфика коартикуляции в значительной мере определяется индивидуальными особенностями дикторов. Полученные результаты интерпретируются с учетом имеющихся в литературе данных.

**Ключевые слова:** коартикуляция, ГСГ-коартикуляция, ударение, эмфатическое ударение, форманты, русский язык.

**Цитирование.** Баталин С. В. Прогрессивная коартикуляция и эмфатическое ударение в ГСГ-структурах русского языка // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2, Языкознание. – 2025. – Т. 24, № 2. – С. 5–16. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2025.2.1>

### Введение

В статье рассматривается варьирование гласных, обусловленное прогрессивной коартикуляцией в сочетаниях «гласный – согласный – гласный» (далее – ГСГ-сочетания), произнесенных с эмфатическим ударением. Цель исследования заключается в том, чтобы выявить влияние ряда безударного предконсонантного гласного Г1 на значение форманты F2 постконсонантного гласного Г2, произнесенного с эмфатическим ударением, в сочетании с интервокальными согласными различного места образования (далее – МОБР). Актуальность исследования обусловлена задачами синтеза и распознавания речи; отсутствие экспериментальных данных, полученных на материале русского языка, определяет новизну выполненного исследования.

При рассмотрении вопросов прогрессивной коартикуляции звуков в потоке речи исследователями отмечается в первую очередь роль инерции артикуляторных органов и биомеханических характеристик голосового тракта [Whalen, 1990; Recasens, 2015]. Кроме того, обращается внимание на действие такого фактора, как сопротивляемость звуков к коартикуляции. Данное понятие, предложенное А. Бладоном и А. Аль-Бамерни в 1976 г. для описания вариативности артикуляции согласных [Bladon, Al-Bamerni, 1976], первоначально использовалось только для описания вариативности положения языка при артикуляции звуков; количественная оценка данного фактора выполняется с помощью такого статис-

тического критерия оценки рассеивания данных, как среднеквадратичное отклонение [Deme et al., 2019]. Однако в настоящее время понятие устойчивости к коартикуляции употребляется в более широком смысле и используется также для описания акустической вариативности звуковых сегментов. Данный подход отражает тот хорошо известный факт, что коартикуляция носит градуальный характер, зависит от конкретного звукового сегмента или сочетания нескольких звуковых сегментов [Iskarous, Kavitskaya, 2010]. Так, было установлено, что устойчивость гласных звуков к коартикуляции возрастает с подъемом гласного в направлении [a] > [i]. Данная закономерность прослеживается на материале различных языков, в частности немецкого [Butcher, Weiher, 1976], итальянского [Farnetani, Vaggies, Magno-Caldognetto, 1985], китайского [Cho, 2004], тайского [Mok, 2011]. Необходимо отметить, что гласный [u] не всегда подчиняется данной тенденции: в итальянском языке, например, его сопротивляемость коартикуляции сопоставима с устойчивостью к коартикуляции гласного [a] [Farnetani, Vaggies, Magno-Caldognetto, 1985].

При сочетании с согласным звуком степень коартикуляции гласного в СГ-сочетаниях также определяется степенью участия артикуляторных органов в формировании преграды при произнесении согласного звука. Показательными в этом случае являются исследования по количественной оценке коартикуляции гласных с предшествующими согласными, выполненные с использованием мето-

да так называемых локус-уравнений: степень СГ-коартикуляции оценивается посредством сопоставления значений начального и целевого участков F2 коартикулируемых гласных. Результаты исследований показали, что в случае с твердыми губно-губными согласными, артикуляция которых предполагает минимальное участие языка, коартикуляция согласного с последующим гласным практически отсутствует. Коартикуляция гласных звуков возрастает при их сочетании с переднеязычными согласными и достигает максимума при сочетании с предшествующими заднеязычными согласными, характеризующимися максимальной степенью свободы передней части языка. Данная закономерность была зафиксирована на материале различных языков, в том числе русского [Кузнецов, 2018]. В случае СГ-слов с мягкими согласными степень коартикуляции гласных с предшествующими согласными не зависит от МОБР согласных и значительно ниже [Кузнецов, Бобров, 2019]. Очевидно, что полученные результаты обусловлены ограничением подвижности передней части языка вследствие поднятия спинки языка к твердому небу. Отметим также, что в случае переднеязычных согласных степень СГ-коартикуляции может определяться также типом преграды – смычный vs щелевой [Fowler, 1981].

Одной из наиболее разработанных моделей коартикуляции является модель различной степени артикуляторных ограничений (Degree of Articulatory Constraint, DAC), предложенная Д. Реказенсом. Автор исходит из того, что коартикуляция звуков определяется в первую очередь степенью свободы передней части языка (dorsum). В соответствии с предложенной моделью звуковые сегменты, в артикуляции которых участвует передняя часть языка, в меньшей степени подвержены коартикуляции и влияют на окружающий контекст сильнее, чем звуки, при артикуляции которых задействована задняя часть языка. В свою очередь, звуковые сегменты, артикуляция которых менее ограничена участием передней части языка, в большей степени испытывают влияние соседних звуков и, соответственно, характеризуются меньшим сопротивлением к коартикуляции [Recasens, 2015]. Следовательно, степень коартикуляции звуков определяет-

ся не только их устойчивостью к коартикуляции, но и близостью коартикуляционных жестов: в случае артикуляционного сходства гласный коартикулирует с согласным в меньшей степени, чем в случае сочетания звуков, характеризующихся антагонистичными жестами. Таким образом, степень ограничения подвижности передней части языка возрастает также в том случае, если артикуляция последующего звука сопровождается аналогичным артикуляторным жестом (например, поднятием и продвижением спинки языка вперед при произнесении [i] по сравнению с [e]) [Recasens, 1989]. По этой причине гласные верхнего подъема характеризуются большей сопротивляемостью к коартикуляции в сочетании с палатализованными согласными по сравнению с гласными нижнего подъема, в частности с гласным [a] [Баталин, 2024], а гласные переднего ряда более устойчивы к коартикуляции в сочетании с альвеолярными согласными по сравнению с губными [Narayan et al., 2021].

Рассматривая вопрос ГСГ-коартикуляции, отметим, что в этом случае взаимовлияние затрагивает несколько звуковых сегментов. Так, С. Охманом было установлено, что коартикуляция распространяется не только на смежные звуки, но и на гласные, разделенные согласным. Автор предлагает рассматривать ГСГ-коартикуляцию как артикуляционное движение, направленное на создание преграды согласным звуком, которое накладывается на артикуляцию обоих гласных, произносимых как единый дифтонгоидный жест [Ohman, 1966].

Э. Пурселл, основываясь на результатах анализа регрессионной модели коартикуляции ГСГ-слов русского языка, делает вывод о том, что изменения значений формантных частот статистически достоверно описываются различными переменными, каждая из которых обладает собственным весом и оказывает соответствующее воздействие на коартикуляционный процесс. Для русского языка в роли ведущих переменных выступают ряд и подъем первого и второго гласного, тип интервокального согласного, а также его мягкость / твердость. Автор установил, что в каждом конкретном случае коартикуляция характеризуется различным сочетанием вышеупомянутых факторов [Purcell, 1979].

Имеющиеся в литературе данные подтверждают роль степени ограничения подвижности языка в ГСГ-сочетаниях при артикуляции как первого и второго гласных, так и интервокального согласного. Так, описывая роль интервокального согласного, М. Хаффман приходит к заключению, что коартикуляция первого и второго гласных будет тем сильнее, чем меньше площадь контакта спинки языка с пассивной преградой [Huffman, 1986]. Д. Реказенс, исследуя ГСГ-коартикуляцию в каталонском языке, также утверждает, что коартикуляционное влияние первого гласного на второй гласный было сильнее в случае [δ] по сравнению с [l] и [ŋ], и объясняет наблюдаемое явление меньшей площадью контакта языка в случае [δ]. Кроме того, автор выявил еще одну закономерность коартикуляции ГСГ-сочетаний: если в роли изменяемого гласного Г2 выступает гласный [a], артикуляция которого менее ограничена по сравнению с [i], гласный [a] в большей степени подвержен коартикуляции с фиксированным гласным Г1 [Recasens, 2015].

Необходимо отметить важность влияния ударения на коартикуляционные процессы. В этой связи отмечается большая устойчивость гласных ударных слогов по сравнению с безударными [Zellou, Scarborough, 2012], а также разнонаправленное изменение значений форманты F2 гласного, реализованного с различными типами ударности [Баталин, 2024; Roessig, Winter, Mücke, 2022]. Кроме того, в ГСГ-слогах зафиксировано меньшее влияние безударного Г1 на ударный Г2 по сравнению с влиянием ударного Г1 на безударный Г2: в случае прогрессивной коартикуляции влияние предыдущего гласного прекращается быстрее на ударном гласном по сравнению с безударным [Fowler, 1981; Magen, 1997]. Аналогичные данные были получены на материале греческого языка для случаев, когда в роли интервокального согласного выступали смычные губно-губные согласные [b] или [p], не препятствующие коартикуляции гласных [Nicolaidis, 1999]. Меньшая устойчивость безударных гласных по сравнению с ударными объясняется тем фактом, что ударные гласные артикулируются с более четкими артикуляционными жестами по сравнению с безударными гласными и, как следствие, безудар-

ные гласные в ГСГ-сочетаниях подвержены большей коартикуляции [Magen, 1997; Yun, 2006; Recasens, 2015]. Тем не менее результаты отдельных исследований не подтверждают большее влияние ударных гласных на безударные [Cho, 2004].

Особо важен вопрос об иерархии контекстных и просодических факторов в ГСГ-сочетаниях. Так, М. Хаффман делает вывод о превалировании контекстуальных факторов по сравнению с ударением: ударение мало влияет на степень коартикуляции гласных в ГСГ-сочетаниях в случае, когда в роли согласного выступают [d] и [l], хотя в случае [l] явления коартикуляции реализовываются сильнее [Huffman, 1986]. К. Николаидис в этой связи отмечает, что ударение по-разному влияет на второй гласный в зависимости от коронального согласного и не оказывает влияния на коартикуляцию в случае губно-губных согласных. На основании этих данных автор приходит к выводу о том, что контекст выступает в роли главного фактора, определяющего характер коартикуляции, а влияние ударения проявляется опосредованно [Nicolaidis, 1999]. Аналогичное заключение делает и М. Хаффман, установив что степень подвижности языка оказывает большее влияние на коартикуляцию по сравнению с ударением [Huffman, 1986]. Особо отметим позицию Э. Фарнетани, утверждающего, что контекст может как усиливать, так и ослаблять роль ударения на протекание коартикуляционных процессов [Farnetani, Vaggis, Magno-Caldognetto, 1985].

В этой связи А. Деме с соавторами, анализируя роль ударения в фонетической реализации гласных в ГСГ-сочетаниях, также приходят к выводу о том, что степень влияния ударности определяется как качеством самого гласного, так и фонетическим контекстом: в случае гласного [u] значение форманты F2 на переходном участке не изменялось вследствие коартикуляции тогда, когда гласный [u] произносился с ударением, в то время как в безударном положении значения F2 возрастали под влиянием предыдущего гласного переднего ряда [i] в ГСГ-сочетании [i#hu]. Аналогичным образом в сочетании /u#hi/ значения форманты F2 понижались на переходном участке звука [i] [Deme et al., 2019]. Однако вышеуказанные наблюдения противоречат

результатам, полученным Д. Реказенсом, который установил, что в ГСГ-последовательностях ударение превалирует по силе влияния на коартикуляцию гласных по сравнению с качеством гласного и степенью ограничения подвижности языка при артикуляции промежуточного согласного [Recasens, 2015].

Таким образом, выполненный выше обзор имеющихся в литературе экспериментальных данных позволяет заключить, что в ГСГ-сочетаниях характер коартикуляции определяется как сегментным контекстом, так и ударностью или безударностью входящих в сочетание гласных. При описании коартикуляционных процессов в ГСГ-сочетаниях русского языка можно выдвинуть следующие предположения:

– в ГСГ-сочетаниях наблюдается прогрессивная коартикуляция, под воздействием которой ряд безударного гласного Г1 оказывает влияние на значение форманты F2 гласного Г2, произнесенного с эмфатическим ударением;

– МОБР интервокального согласного влияет на коартикуляцию гласного Г2, произнесенного с эмфатическим ударением;

– влияние согласного на Г2 будет обратно пропорционально степени свободы передней части языка при артикуляции согласного;

– взаимодействие гласного Г1 и интервокального согласного будет оказывать влияние на коартикуляцию гласного Г2.

### Материал и методы

Анализ выполнен на материале гласных [e], [a] и [u], входящих в состав квазислов со структурой «eГ1СГ2e». Гласный Г1 являлся изменяемым гласным, гласный Г2 – фиксированным. Изменяемый гласный Г1 представлен гласными русского языка различного ряда – [e], [a] и [u], которые поочередно сочетались с фиксированным гласным Г2, в роли которого поочередно выступали эти же гласные – [e], [a] и [u]. Интервокальный согласный С был поочередно представлен глухими смычными согласными различного МОБР: [p], [t] и [k]. Поскольку анализировалось влияние предшествующего безударного гласного на последующий ударный, Г1 произносился без

ударения; однако информанты были проинструктированы о необходимости произнесения безударного гласного без значительной редукции с сохранением качества безударного гласного. Гласный Г2 произносился с эмфатическим ударением. Информантам демонстрировалась необходимая манера произнесения квазислов, после чего была предоставлена возможность тренировки требуемого произнесения. В качестве информантов выступили два диктора-мужчины в возрасте 40 лет с нормативным русским произношением. Каждый вариант сочетания гласных и согласного озвучивался по 10 раз; общее число реализаций псевдослов составило 540 единиц ( $3 \times 3 \times 3 \times 10 \times 2$ ). Перед акустическим анализом экспериментальный корпус был проанализирован на предмет соответствия начитанных слов заданным требованиям. Запись производилась в безэховой студии на микрофон RODE NT1-A и рекордером ZOOM-HS, оцифровывающим аналоговый сигнал с частотой 44 100 Гц; для проведения измерений частота дискретизации была снижена до 11 025 Гц, 16 бит. Акустический анализ выполнялся с использованием программы *PRAAT*. Точки измерения форманты F2 определялись по спектрограмме. Значение форманты F2 измерялось на интервале полного периода колебаний голосовых связок в середине стабилизированного участка траектории форманты, в случае повышения или понижения траектории – в середине гласного, в случае выпуклой или вогнутой траектории – в точке перелома траектории, то есть максимального или минимального значения. Статистическая обработка полученных результатов была выполнена с использованием методов факторного дисперсионного анализа.

### Результаты и обсуждение

В целом анализ результатов эксперимента показал значительный разброс полученных данных, обусловленный индивидуальными особенностями информантов. Тем не менее подтверждается обусловленность значений F2 фиксированного гласного как рядом изменяемого гласного, так и МОБР интервокального согласного. Рассмотрим реализацию вышеуказанных факторов в произношении диктора СБ.

Однофакторным анализом было выявлено, что тип изменяемого гласного оказывает статистически значимое влияние на значение F2 фиксированного гласного [u] в произнесении диктора СБ:  $F(2, 87) = 11,76, p < 0,05$ . Изменяемый гласный Г1 [u] значимо повышал значение F2 фиксированного Г2 [u] на 130 Гц по сравнению с изменяемыми гласными [e] и [a] ( $p < 0,05$ ). МОБР согласного также значимо влияло на F2 фиксированного [u]:  $F(2, 87) = 7,59, p < 0,05$ , при этом значение F2 губно-губного [p] значимо отличалось от соответствующих значений F2 [k] и [t]. Взаимодействие ряда безударного изменяемого гласного Г1 и типа интервокального согласного на F2 фиксированного [u] оказалось статистически значимым:

$F(4, 81) = 3,60, p < 0,05$ ; соответствующий график представлен на рисунке 1, а.

Как следует из приведенных на графике данных, значение форманты F2 фиксированного гласного [u] значимо превышало аналогичные значения для случая, когда в роли изменяемого гласного выступал гласный [u], а в качестве интервокального согласного – согласные [t] или [k]. Отметим, что в последнем случае разница значений F2 фиксированного [u] после указанных согласных составила 162 Гц. Если в качестве изменяемых согласных выступали [a] или [e], они не оказывали значимого влияния на значения F2 фиксированного [u] при сочетании с согласными различного МОБР ( $p > 0,05$ ). Таким образом, при сочета-

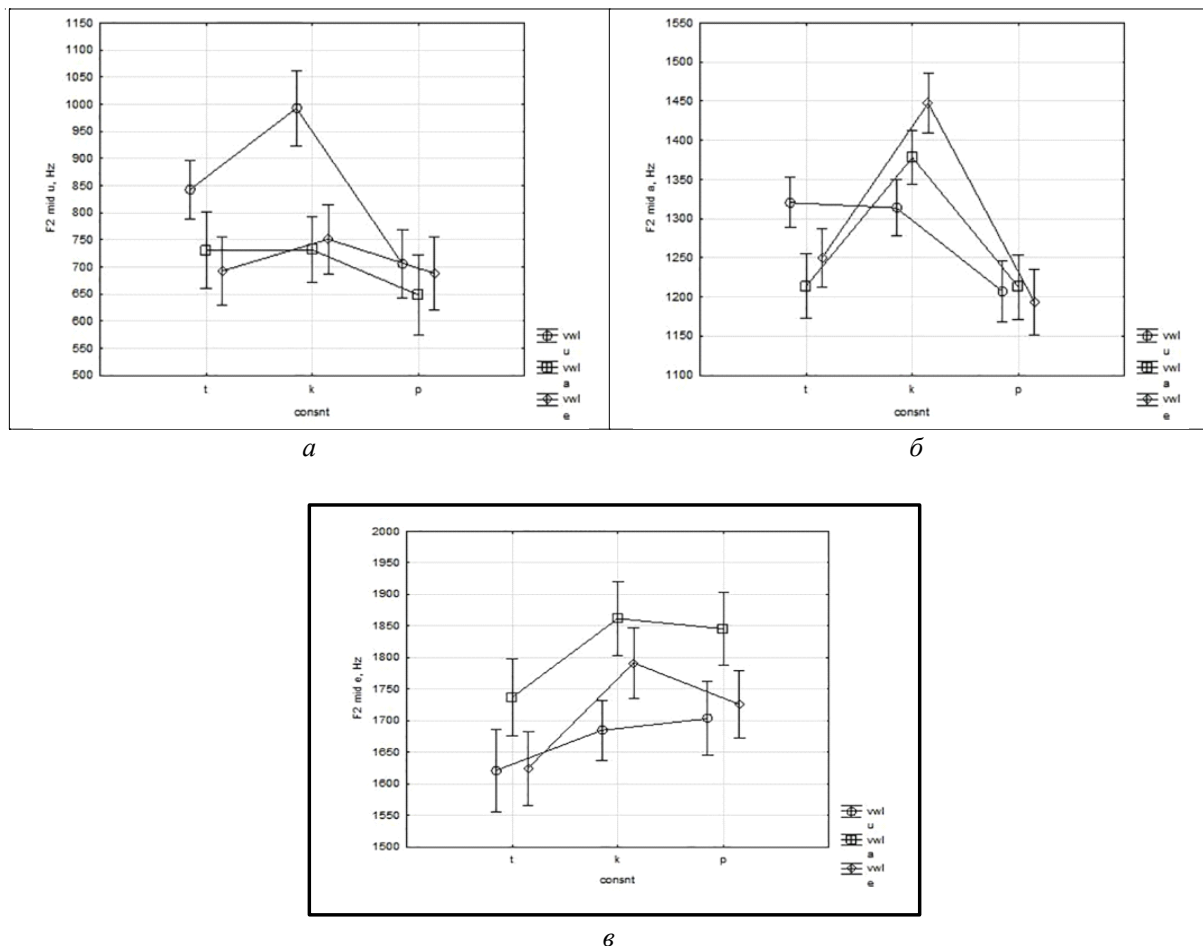


Рис. 1. Совместное влияние ряда гласного Г1 и интервокального согласного С на форманту F2 гласного Г2. Диктор СБ:

а – гласный Г2 [u]; б – гласный Г2 [a]; в – гласный Г2 [e]

Fig. 1. Joint impact of front/back dimensionality of the V1 vowel and intervowel consonant C on the F2 formant of the V2 vowel. Speaker SB:

а – V2 vowel [u]; б – V2 vowel [a]; в – V2 vowel [e]

нии с интервокальным [р] ряд всех трех изменяемых гласных не оказывал значимого влияния на F2 фиксированного [u]. Полученные результаты могут быть интерпретированы следующим образом: поскольку язык не участвует в артикуляции гласных в случае с интервокальным губно-губным [р], а оба гласных – изменяемый и фиксированный – произносятся как единый артикуляционный жест, это приводит к максимальной коартикуляции изменяемого и фиксированного гласных по горизонтальному перемещению языка в полости рта и, соответственно, сближению значений F2 обоих гласных. В случае с согласными [t] и [k] единый артикуляционный жест прерывается переднеязычной или заднеязычной смычками, при этом заднеязычная смычка сопровождается большей степенью свободы передней части языка, что находит отражение в большем изменении значений форманты F2 фиксированного [u].

Схожее распределение значений F2 наблюдается для случая, когда в качестве фиксированного гласного F2 выступает гласный [a]. Отметим, что в данной ситуации однофакторный анализ показал, что ряд ни одного из изменяемых гласных не оказывал значимого влияния на F2 фиксированного [a] ( $F(2, 87) = 1,62, p > 0,05$ ), в отличие от МОБР интервокального согласного:  $F(2, 87) = 66,29, p < 0,05$ ; при этом все значения F2 фиксированного [a] значимо отличались для согласных каждого МОБР. Взаимодействие вышеуказанных факторов являлось статистически значимым:  $F(4, 81) = 10,34, p < 0,05$  (см. рис. 1, б). Значение F2 фиксированного [a] в сочетании с изменяемым [u] составляет 1 327 Гц и значимо превышает соответствующие значения F2 в сочетании с изменяемыми [a] и [e], когда в роли интервокального согласного выступает [t]. В случае с интервокальным [k] все изменяемые гласные значимо влияют на значение F2 фиксированного [a], а при сочетании с интервокальным [р] все три изменяемых гласных значимого воздействия на F2 фиксированного [a] не оказывают.

Анализ результатов значений F2 фиксированного [e] продемонстрировал, что закономерности, выявленные выше для фиксированных [u] и [a], в данном случае представлены в меньшей степени. Методами однофактор-

ного дисперсионного анализа было установлено достоверное влияние ряда гласного:  $F(2, 87) = 19,14, p < 0,05$ . При этом значение F2 фиксированного [e] при изменяемом [a] составило 1 817 Гц и значимо превышало аналогичные значения для изменяемых [u] и [e] ( $p < 0,05$ ). Влияние МОБР интервокального согласного также оказалось статистически значимым фактором  $F(2, 87) = 13,52, p < 0,05$ , но различия F2 фиксированного [e] наблюдались только в сочетании с переднеязычным [t], с одной стороны, и [k] и [р], с другой стороны. Что касается взаимодействия вышеуказанных факторов, оно не было статистически значимым:  $F(4, 81) = 1,02, p > 0,05$ . Соответствующий график представлен на рисунке 1, в.

Рассмотрим реализацию формантных частот в произнесении второго привлеченного к эксперименту информанта АС. В случае с фиксированным гласным [u] было выявлено статистически значимое влияние МОБР интервокального согласного: заднеязычный [k] понижал значение F2 фиксированного [u] по сравнению с губно-губным [р] и переднеязычным [t]:  $F(2, 87) = 12,68, p < 0,05$ . При анализе фактора ряда изменяемого гласного было зафиксировано значимое различие во влиянии [u], с одной стороны, и гласных [e] и [a], с другой стороны:  $F(2, 87) = 16,56, p < 0,05$ ; значение форманты F2 было на 200 Гц ниже в случае, когда в роли изменяемого гласного выступал звук [u]. Взаимодействие факторов МОБР согласного и ряда изменяемого гласного также было статистически значимым:  $F(4, 81) = 9,86, p < 0,05$ ; соответствующий график представлен на рисунке 2, а. Как следует из графика, различия в значениях F2 фиксированного [u] наблюдались для всех трех изменяемых гласных при сочетании с переднеязычным [t]. Когда в роли интервокального согласного выступал [k], ряд изменяемого гласного не оказывал влияния на F2 фиксированного [u]; в случае с интервокальным [р] значимое различие во влиянии на F2 фиксированного [u] было зафиксировано между изменяемым [a], с одной стороны, и изменяемыми [e] и [u], с другой стороны.

В псевдословах с фиксированным [a] однофакторный анализ не выявил у информанта АС значимых различий в значении F2 фиксированного [a] в зависимости от ряда изме-

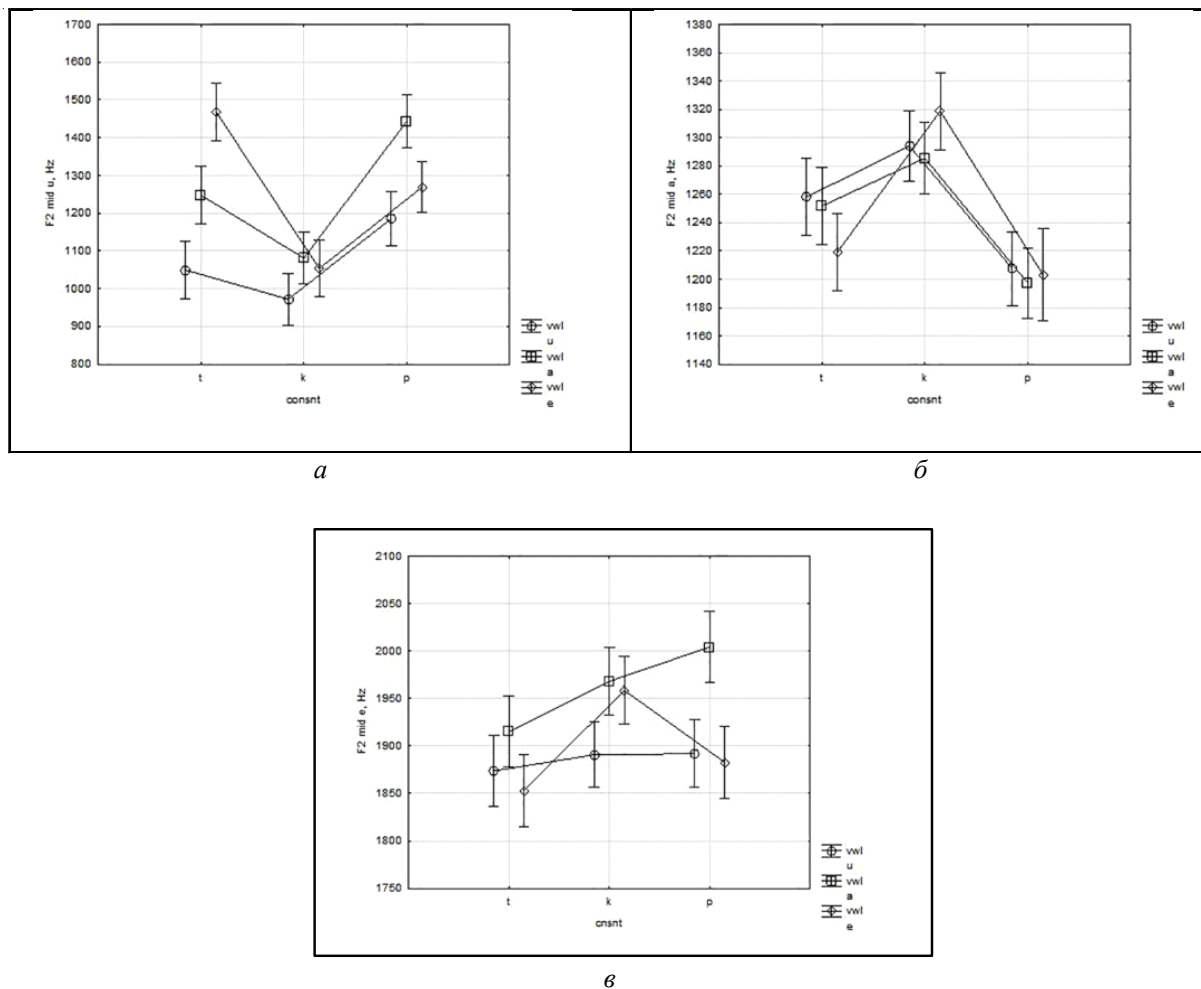


Рис. 2. Совместное влияние ряда гласного Г1 и интервокального согласного С на форманту F2 гласного Г2.  
Диктор АС:

а – гласный Г2 [u]; б – гласный Г2 [a]; в – гласный Г2 [e]

Fig. 2. Joint impact of front/back dimensionality of the V1 vowel and intervowel consonant C on the F2 formant of the V2 vowel. Speaker AS:

а – V2 vowel [u]; б – V2 vowel [a]; в – V2 vowel [e]

няемого гласного:  $F(2, 87) = 0,13, p > 0,05$ . В свою очередь, МОБР интервокального согласного оказывало значимое влияние во всех случаях: для [t] значение F2 составило 1 242 Гц для [k] – 1 302 Гц, для [p] – 1 207 Гц, соответственно. Взаимодействие двух вышеупомянутых факторов также оказалось статистически значимым:  $F(4, 81) = 2,76, p < 0,05$ . Как следует из приведенного на рисунке 2, б графика, значимые различия наблюдаются во влиянии изменяемых гласных на F2 фиксированного [a] в сочетании с [k], с одной стороны, и [p], с другой стороны. Что касается изменяемого [e], то различие в его влиянии на F2 фиксированного [a]

было установлено только при сочетании с интервокальными [t] и [k] (см. рис. 2, б).

В квазисловах с фиксированным [e] однофакторный анализ показал значимые различия между согласным [t], с одной стороны, и согласными [k] и [p], с другой стороны:  $F(2, 87) = 5,61, p < 0,05$ . Значимые различия во влиянии изменяемых гласных были выявлены между [u] и [e], с одной стороны, и [a] – с другой:  $F(2, 87) = 11,75, p < 0,05$ ; изменяемый [a] достоверно повышал значение F2 фиксированного [e] на 160 Гц. Представленный на рисунке 2, в график подтверждает значимое взаимодействие факторов ряда изменяемого гласного и МОБР интервокального со-



гласного:  $F(4, 81) = 3,30; p < 0,05$ . Однако выявить определенные закономерности во влиянии двух факторов в данном случае довольно сложно.

Опираясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что, несмотря на значительные различия абсолютных значений формант F2 фиксированных гласных, произнесенных с эмфатическим ударением, результаты факторного анализа показали, что схема влияния изменяемого гласного Г1 и интервокального согласного С на F2 фиксированного гласного Г2 в произношении двух дикторов полностью совпадают: в случае фиксированного [u] значимое влияние оказывают ряд изменяемого гласного, МОБР интервокального согласного и взаимодействие вышеуказанных факторов. Ряд изменяемого гласного Г1 не оказывал значимого влияния на F2 фиксированного [a]. В случае с фиксированным [e] взаимодействие факторов ряда изменяемого гласного Г1 и МОБР интервокального согласного не являлось значимым.

Таким образом, полученные данные в целом подтверждают выдвинутое выше предположение о том, что ряд безударного гласного и МОБР интервокального согласного оказывают влияние на F2 гласного, произнесенного с эмфатическим ударением. Однако степень влияния каждого из рассмотренных выше факторов значительно различается в зависимости от ряда изменяемого гласного, МОБР интервокального согласного и их совместного взаимодействия.

Результаты проведенного эксперимента подтверждают выводы, сделанные Э. Пурселлом на материале ГСГ-сочетаний безударных гласных, о варьировании значений весовых коэффициентов, определяющих характер коартикуляции [Purcell, 1979]. Кроме того, отметим значительное влияние индивидуальных особенностей информантов на реализацию коартикуляционных процессов в нашем случае. Данные, зафиксированные для ГСГ-сочетаний других языков, в частности языка тода, также подтверждают полученные результаты [Nayan et al., 2021]. Построение статистических моделей, описывающих коартикуляционные процессы в ГСГ-сочетаниях, позволит уточнить особенности реализации данного явления.

### Выводы

1. В ГСГ-сочетаниях русского языка МОБР интервокального согласного значимо

влияет на значение форманты F2 гласного Г2, произнесенного с эмфатическим ударением.

2. Статистическая значимость влияния ряда безударного гласного Г1 на значение форманты F2 гласного Г2, произнесенного с эмфатическим ударением, может определяться рядом гласного Г2.

3. При взаимодействии факторов ряда безударного гласного Г1 и МОБР интервокального согласного статистическая значимость их совместного влияния может определяться рядом гласного Г2.

4. Характер коартикуляции в ГСГ-сочетаниях в значительной степени определяется индивидуальными особенностями информантов.

5. На исследованном материале не удалось выявить характер зависимости значения форманты F2 изменяемого гласного Г2 от степени подвижности передней части языка при артикуляции интервокального согласного и ряда фиксированного безударного гласного Г1.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баталин С. В., 2024. Влияние типа ударения на степень коартикуляции гласных после мягких согласных // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. Т. 30, № 1. С. 122–130. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0445-2024-30-1-122-130>
- Кузнецов В. Б., 2018. СГ-коартикуляция и место образования согласного в русском языке. Данные локус уравнений // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. Вып. 6 (797). С. 21–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sg-koartikulyatsiya-i-mesto-obrazovaniya-soglasnogo-v-russkom-yazyke-dannye-lokus-uravneniy>
- Кузнецов В. Б., Бобров Н. В. 2019. Место образования мягких согласных и формантные переходы F2 вокалического окружения в русской речи // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. Вып. 11 (827). С. 69–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mesto-obrazovaniya-myagkih-soglasnyh-i-formantnye-perehody-f2-vokalicheskogo-okruzeniya-v-russkoy-rechi>
- Bladon A., Al-Bamerni A., 1976. Coarticulation Resistance in English /l/ // Journal of Phonetics. Vol. 4, iss. 2. P. 137–150. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)31234-3](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31234-3)

- Butcher A., Weiher E., 1976. An Electropalatographic Investigation of Coarticulation in VCV Sequences // *Journal of Phonetics*. № 4. P. 59–74. DOI: 10.1016/S0095-4470(19)31222-7
- Cho T., 2004. Prosodically Conditioned Strengthening and Vowel-to-Vowel Coarticulation in English // *Journal of Phonetics*. № 32. P. 141–176. DOI: 10.1016/S0095-4470(03)00043-3
- Deme A., Bartók M., Grácz T.E., Csapó T.G., Markó A., 2019. V-to-V Coarticulation Induced Acoustic and Articulatory Variability of Vowels: The Effect of Pitch-Accent // *INTERSPEECH*. September 15–19, 2019, Graz, Austria. P. 3317–3321. URL: [https://www.isca-archive.org/interspeech\\_2019/deme19\\_interspeech.pdf](https://www.isca-archive.org/interspeech_2019/deme19_interspeech.pdf)
- Farnetani E., Vaggés K., Magno-Caldognetto E., 1985. Coarticulation in Italian /VtV/ Sequences: A Palatographic Study // *Phonetica*. Vol. 42, № 2/3. P. 78–99. DOI: 10.1159/000261740
- Fowler C. A., 1981. Production and Perception of Coarticulation Among Stressed and Unstressed Vowels // *Journal of Speech and Hearing Research*. Vol. 24, № 1. P. 127–139. DOI: 10.1044/jshr.2401.127
- Huffman M. K. 1986. Patterns of Coarticulation in English // *The Journal of the Acoustical Society of America*. Vol. 79, iss. S1. P. S37–S37. URL: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=SdBlcaAAAAAJ&citation\\_for\\_view=SdBlcaAAAAAJ:YsMSGLbci4C](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=SdBlcaAAAAAJ&citation_for_view=SdBlcaAAAAAJ:YsMSGLbci4C)
- Iskarous K., Kavitskaya D., 2010. The Interaction Between Contrast, Prosody, and Coarticulation in Structuring Phonetic Variability // *Journal of Phonetics*. № 38. P. 625–639. DOI: 10.1016/j.wocn.2010.09.004
- Magen H. S., 1997. The Extent of Vowel-to-Vowel Coarticulation in English // *Journal of Phonetics*. № 25. P. 187–205. DOI: <https://doi.org/10.1006/jpho.1996.0041>
- Mok P. K., 2011. Effects of Vowel Duration and Vowel Quality on Vowel-to-Vowel Coarticulation // *Language and Speech*. Vol. 54, № 4. P. 527–544. DOI: <https://doi.org/10.1177/0023830911404961>
- Narayan S., Illa A., Anand N., Sinisetty G., Narayan K., Ghosh P.K., 2021. An Acoustic Investigation on the Effect of Speaking Rate on Vowel Space and Coarticulation in Toda VCV Sequences // *Sedhane*. № 46. P. 128. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12046-021-01639-8123456789>
- Nicolaidis K., 1999 The Influence of Stress on V-to-V Coarticulation: An Electropalatographic Study // *ICPhS99*: San Francisco. P. 1087–1090. URL: [https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS1999/papers/p14\\_1087.pdf](https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS1999/papers/p14_1087.pdf)
- Ohman S., 1966. Coarticulation in VCV Sequences // *Journal of the Acoustical Society of America*. № 39. P. 151–168. DOI: 10.1121/1.1909864
- Purcell E. T., 1979. Formant Frequency Patterns in Russian VCV Utterances // *Journal of the Acoustical Society of America*. № 66. P. 1691–1702. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.383641>
- Recasens D., 1989. Long Range Coarticulation Effects for Tongue Dorsum Contact in VCVCV Sequences // *Speech Communication*. № 8 (4). P. 293–307. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(89\)90012-5](https://doi.org/10.1016/0167-6393(89)90012-5)
- Recasens D., 2015. The Effect of Stress and Speech Rate on Vowel Coarticulation in Catalan Vowel – Consonant – Vowel Sequences // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. Vol. 58, № 5. P. 1407–1424. DOI: 10.1044/2015\_JSLHR-S-14-0196
- Roessig S., Winter B., Mücke D., 2022. Tracing the Phonetic Space of Prosodic Focus Marking // *Frontiers in Artificial Intelligence*. Vol. 5. DOI: 10.3389/frai.2022.842546
- Whalen D.H., 1990. Coarticulation is Largely Planned // *Journal of Phonetics*. № 18. P. 3–35. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30356-0](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30356-0)
- Yun G., 2006. The Effects of Lexical Frequency and Stress on Coarticulation // *Berkeley Linguistics Society and the Linguistic Society of America*. Vol. 32, № 1. URL: <https://journals.linguisticsociety.org/proceedings/index.php/BLS/article/view/3480/3181>
- Zellou G., Scarborough R., 2012. Nasal Coarticulation and Contrastive Stress // *INTERSPEECH*. ISCA's 13<sup>th</sup> Annual Conference: Portland, OR, USA. September 9–13, 2012. P. 2686–2689. DOI: 10.21437/Interspeech.2012-667

## REFERENCES

- Batalin S.V., 2024. Vliyanie tipa udareniya na stepen koartikulyatsii glasnykh posle myagkikh soglasnykh [Impact of Prominence Type on the Coarticulation of Vowels Following Palatalized Consonants]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Istoriya, pedagogika, filologiya* [Vestnik of Samara University. History, Pedagogics, Philology], vol. 30, no. 1, pp. 122-130. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0445-2024-30-1-122-130>
- Kuznetsov V.B., 2018. SG-koartikulyatsiya i mesto obrazovaniya soglasnogo v russkom yazyke. Dannye lokus uravneniy [CV-Coarticulation and Consonant Place of Articulation in Russian. Locus Equation Data]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta. Gumanitarnye nauki* [Vestnik of Moscow State Linguistic University.

- Humanitarian Sciences], iss. 6 (797), pp. 21-28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sg-koartikulyatsiya-i-mesto-obrazovaniya-soglasnogo-v-russkom-yazyke-dannye-lokus-uravneniy>
- Kuznetsov V.B., Bobrov N.V., 2019. Mesto obrazovaniya myagkikh soglasnykh i formantnye perekhody F2 vokalicheskogo okruzheniya v russkoy rechi [Articulation Place of Palatalized Consonants and F2 Formant Transitions of Surrounding Vowels in Russian Speech]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta. Gumanitarnye nauki* [Vestnik of Moscow State Linguistic University. Humanitarian Sciences], iss. 11 (827), pp. 69-74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mesto-obrazovaniya-myagkikh-soglasnykh-i-formantnye-perekhody-f2-vokalicheskogo-okruzheniya-v-russkoy-rechi>
- Bladon A., Al-Bamerni A., 1976. Coarticulation Resistance in English /V/. *Journal of Phonetics*, vol. 4, iss. 2, pp. 137-150. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)31234-3](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31234-3)
- Butcher A., Weiher E., 1976. An Electropalatographic Investigation of Coarticulation in VCV Sequences. *Journal of Phonetics*, no. 4, pp. 59-74. DOI: [10.1016/S0095-4470\(19\)31222-7](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31222-7)
- Cho T., 2004. Prosodically Conditioned Strengthening and Vowel-To-Vowel Coarticulation in English. *Journal of Phonetics*, no. 32, pp. 141-176. DOI: [10.1016/S0095-4470\(03\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(03)00043-3)
- Deme A., Bartók M., Grácz T.E., Csapó T.G., Markó A., 2019. V-to-V Coarticulation Induced Acoustic and Articulatory Variability of Vowels: The Effect of Pitch-Accent. *INTERSPEECH*, September 15–19, 2019, Graz, Austria, pp. 3317-3321. URL: [https://www.isca-archive.org/interspeech\\_2019/deme19\\_interspeech.pdf](https://www.isca-archive.org/interspeech_2019/deme19_interspeech.pdf)
- Farnetani E., Vagges K., Magno-Caldognetto E., 1985. Coarticulation in Italian /VtV/ Sequences: A Palatographic Study. *Phonetica*, vol. 42, no. 2/3, pp. 78-99. DOI: [10.1159/000261740](https://doi.org/10.1159/000261740)
- Fowler C.A., 1981. Production and Perception of Coarticulation Among Stressed and Unstressed Vowels. *Journal of Speech and Hearing Research*, vol. 24, no. 1, pp. 127-139. DOI: [10.1044/jshr.2401.127](https://doi.org/10.1044/jshr.2401.127)
- Huffman M.K., 1986. Patterns of Coarticulation in English. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 79, iss. S1, pp. S37-S37. URL: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=SdBlcaAAAAAJ&citation\\_for\\_view=SdBlcaAAAAAJ:YsMSGLbcyi4C](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=SdBlcaAAAAAJ&citation_for_view=SdBlcaAAAAAJ:YsMSGLbcyi4C)
- Iskarous K., Kavitskaya D., 2010. The Interaction Between Contrast, Prosody, and Coarticulation in Structuring Phonetic Variability. *Journal of Phonetics*, no. 38, pp. 625-639. DOI: [10.1016/j.wocn.2010.09.004](https://doi.org/10.1016/j.wocn.2010.09.004)
- Magen H.S., 1997. The Extent of Vowel-to-Vowel Coarticulation in English. *Journal of Phonetics*, no. 25, pp. 187-205. DOI: <https://doi.org/10.1006/jpho.1996.0041>
- Mok P.K., 2011. Effects of Vowel Duration and Vowel Quality on Vowel-to-Vowel Coarticulation. *Language and Speech*, vol. 54, no. 4, pp. 527-544. DOI: <https://doi.org/10.1177/0023830911404961>
- Narayan S., Illa A., Anand N., Sinisetty G., Narayan K., Ghosh P.K., 2021. An Acoustic Investigation on the Effect of Speaking Rate on Vowel Space and Coarticulation in Toda VCV Sequences. *Sedhane*, no. 46, p. 128. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12046-021-01639-8>
- Nicolaidis K., 1999. The Influence of Stress on V-to-V Coarticulation: An Electropalatographic Study. *ICPhS99: San Francisco*, pp. 1087–1090. URL: [https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS1999/papers/p14\\_1087.pdf](https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS1999/papers/p14_1087.pdf)
- Ohman S., 1966. Coarticulation in VCV Sequences. *Journal of the Acoustical Society of America*, no. 39, pp. 151-168. DOI: [10.1121/1.1909864](https://doi.org/10.1121/1.1909864)
- Purcell E.T., 1979. Formant Frequency Patterns in Russian VCV Utterances. *Journal of the Acoustical Society of America*, no. 66, pp. 1691-1702. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.383641>
- Recasens D., 1989. Long Range Coarticulation Effects for Tongue Dorsum Contact in VCVCV Sequences. *Speech Communication*, no. 8 (4), pp. 293-307. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(89\)90012-5](https://doi.org/10.1016/0167-6393(89)90012-5)
- Recasens D., 2015. The Effect of Stress and Speech Rate on Vowel Coarticulation in Catalan Vowel – Consonant – Vowel Sequences. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, vol. 58, no. 5, pp. 1407-1424. DOI: [10.1044/2015\\_JSLHR-S-14-0196](https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-S-14-0196)
- Roessig S., Winter B., Mücke D., 2022. Tracing the Phonetic Space of Prosodic Focus Marking. *Frontiers in Artificial Intelligence*, vol. 5. DOI: [10.3389/frai.2022.842546](https://doi.org/10.3389/frai.2022.842546)
- Whalen D.H., 1990. Coarticulation Is Largely Planned. *Journal of Phonetics*, no. 18, pp. 3-35. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30356-0](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30356-0)
- Yun G., 2006. The Effects of Lexical Frequency and Stress on Coarticulation. *Berkeley Linguistics Society and the Linguistic Society of America*, vol. 32, no. 1. URL: <https://journals.linguisticsociety.org/proceedings/index.php/BLS/article/view/3480/3181>
- Zellou G., Scarborough R., 2012. Nasal Coarticulation and Contrastive Stress. *INTERSPEECH, ISCA's 13th Annual Conference: Portland, OR, USA. September 9–13, 2012*, pp. 2686-2689. DOI: [10.21437/Interspeech.2012-667](https://doi.org/10.21437/Interspeech.2012-667)

**Information About the Author**

**Sergey V. Batalin**, Candidate of Sciences (Philology), Associate Professor, Department of Foreign Languages, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, [sbat\\_2009@mail.ru](mailto:sbat_2009@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3435-9797>

**Информация об авторе**

**Сергей Васильевич Баталин**, кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия, [sbat\\_2009@mail.ru](mailto:sbat_2009@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3435-9797>