

Акустические и перцептивные признаки коартикуляционной назализации гласных в русском языке

*Екатерина Геннадьевна Солонина,
аспирантка кафедры ТиПЛ филологического факультета МГУ
им. Ломоносова*

Аннотация

В статье излагаются результаты исследования, посвященного изучению коартикуляционной назализации гласных русского языка в рамках фонетического слова. Анализируются случаи непосредственного соседства с носовыми согласными гласных различной степени редукции, в позиции двусторонней и односторонней назализации. Основными акустическими признаками назализации по результатам исследования являются две форманты назализации на частотах ~250–300 Гц и ~900–1100 Гц, при этом в односторонних контекстах инерционная назализация проявляет себя в большей степени, чем предвосхищающая. В позиции конечного слога, по сравнению с другими слоговыми позициями, гласный, следующий за носовым согласным подвергается большей назализации, тогда как гласный, предшествующий конечному носовому согласному, напротив, отражает наименьшую степень назализации. Перцептивный эксперимент показал, что при восприятии назализованных гласных главными факторами, влияющими на успешность распознавания признака назализации, являются позиция носового согласного и степень редукции гласного: в случаях ударного гласного признак назализации распознается лучше, чем для заударных гласных, при этом инерционная назализация распознается в большем количестве случаев, чем предвосхищающая. Результаты исследования могут быть использованы в практических задачах, таких как автоматическое распознавание и синтез речи.

Ключевые слова: русский язык, фонетика, гласные, коартикуляция, назализация.

ВВЕДЕНИЕ

Речевая коммуникация человека является сложной системой, в которой происходят различные процессы порождения и обработки речевого сигнала. Он характеризуется большой вариативностью звуковых элементов, на которые оказывают действие как внешние, так и внутренние факторы. Звуковые цепочки в речи не имеют дискретного характера, каждый звук (реализация фонемы) характеризуется переходными участками, на которых происходит перестроение артикуляционных органов от одной целевой артикуляции к другой, и качество звука, в особенности гласного, во многом зависит от его фонетического окружения. При этом контекстное влияние может также распространяться и на стационарные фазы их произнесе-

ния. Артикуляционно-акустическая зависимость реализации фонем от контекста выражается прежде всего в явлении коартикуляции. Ярким примером одного из таких коартикуляционных эффектов может служить контекстная назализация гласных. Поскольку назализация гласных в русском языке не имеет смысловозначительной функции, этот признак может свободно возникать и варьировать в зависимости от индивидуальных произносительных особенностей говорящего, однако существуют и универсальные тенденции развития коартикуляционной назализации, степень проявления которой меняется в зависимости от контекста гласного. Назализация в соседстве с носовыми согласными является частным и в то же время типичным случаем реализации коартикуляционных эффектов, относящихся к самому процессу речепорождения и обусловленных механизмами, устройством и работой речевого аппарата человека.

В общем случае коартикуляция определяется как взаимовлияние целевых артикуляций соседних фонем в звуковой последовательности [5], в результате чего происходит перекрытие фаз реализации артикуляционных жестов на сегментах соседних звуков. Это позволяет обеспечить слитность и высокую скорость передачи информации за счет облегчения перехода от одной фонемы к другой, сохраняя при этом высокий уровень разборчивости речи. В основе коартикуляции лежит в первую очередь невозможность мгновенно перестроить артикуляторы в положение, необходимое для произнесения последующей фонемы, в результате чего каждая звуковая реализация состоит из фазы выдержки, на которой в идеале и должна осуществляться целевая артикуляция, и переходных участков, экскурсии (до выдержки) и рекурсии (после выдержки). В потоке речи рекурсия, т.е. конечная фаза артикуляционного жеста одной фонемы, обычно совпадает или пересекается во времени с экскурсией, т.е. начальной фазой артикуляционного жеста последующей, но артикуляционное взаимовлияние может наблюдаться и на фазе выдержки. По расположению влияющего звука относительно целевого (исследуемого) различают коартикуляцию инерционную / прогрессивную (влияние предшествующего звука) и предвосхищающую / регрессивную (влияние последующего). Из числа других причин возникновения коартикуляционных явлений можно отметить то, что говорящий не нацелен на само речепроизводство, его цель — донести до слушающего информацию, затратив при этом минимум усилий и времени. Предполагается, что звуковая модель слова в сознании говорящего задается и активизируется целиком, а не пофонемно, поэтому при отсутствии фонематических артикуляционных ограничений положение речевых органов для произнесения последующей фонемы может подготавливаться заранее, а определенные элементы артикуляции могут сохраняться и после произнесения предыдущей фонемы [3]. Кроме того, различные артикуляторы имеют разную массу и степень подвижности и могут быть связаны между собой различными мышцами, что создает для каждого артикулятора свои особенности перемещения и может обеспечивать большую или меньшую длительность коартикуляционных эффектов для разных фонетических признаков в зависимости от свойств конкретных артикуляционных органов, участвующих в их реализации.

Коартикуляционная назализация гласных возникает за счет запаздывающего или предвосхищающего движения небной занавески, необходимого для произнесения соседнего носового согласного. При произнесении носового согласного небная занавеска опускается, открывая тем самым носовой проход для воздушного потока. Носовая полость в этом случае принимает на себя функции основного резонатора, тогда как ротовая полость выступает в качестве дополнительного резонатора [7]. При прогрессивной коартикуляции небная занавеска возвращается в закрытое положение не сразу в силу инертности артикуляторов, и на экскурсии последующего гласного звука носовой проход все еще остается открытым. В случае следования носового согласного за гласным небная занавеска начинает подниматься на гласном еще до начала ротовой артикуляции носового согласного, предвосхищая ее. Необходимо отметить, что небная занавеска является одним из наименее подвижных артикуляционных органов и наиболее обособленных от других, что делает назализацию одним из наиболее свободно возникающих коартикуляционных типов, особенно в том случае, когда в языке отсутствует фонологический признак назализации гласных.

Анализ существующих фонетических работ показывает недостаточность исследования признаков коартикуляционной назализации гласных в русском языке. В качестве основного акустического признака назализации отмечается появление в спектральной картине гласного дополнительной форманты назализации (F_n) на частоте 200–300 Гц [5], являющейся наиболее выраженной областью в акустической картине носовых согласных и распространяющейся на соседний гласный. Помимо указанной форманты назализации различными исследователями также отмечаются и другие акустические признаки. Л.В. Бондарко указывает на появление дополнительных формант на участках 500–1000 Гц или 1500–2000 Гц и ослабление второй ротовой форманты [1]. Данные о дополнительной форманте между F_1 и F_2 приводятся в работах Л.В. Златоустовой [4]. Однако под вопросом остается регулярность и закономерность появления данных спектральных признаков. Помимо формант назализации важной особенностью спектра носовых согласных является наличие антиформант — участков ослабления энергии в определенной частотной области спектра в связи с альтернативным носовым выходом воздушного потока [6]. Наиболее подробное изучение акустических признаков контекстной назализации гласных было проведено на материале английского языка. В работе [8] отмечено проявление в формантной структуре назализованного гласного двух формант назализации на частотах 300–400 Гц и 800 Гц для мужского голоса. Кроме того, указывается не только появление дополнительных формант, но и влияние антиформант носового согласного на соседний гласный, проявляющееся как ослабление ротовых формант на участках, оказывающихся под влиянием антиформант носовых согласных [8]. В исследовании коартикуляционной назализации гласных в американском варианте английского языка [9] в качестве основного признака назализации также отмечается дополнительная форманта F_n , располагающаяся ниже частоты первой ротовой форманты гласного, которая для гласных с низкой F_1 может совпадать с первой собственной формантой гласного, что, как отмечают авторы, затрудняет интерпретацию акустической картины назализации.

Звуковые единицы могут быть описаны не только с позиции физиологии речепорождения или акустических свойств, но и с точки зрения их восприятия и анализа перцептивных характеристик [1]. Все эти задачи входят в сферу исследования при экспериментально фонетическом анализе речи. Исследование перцептивной системы позволяет выявить, какие акустические признаки являются наиболее важ-

ными для носителей конкретного языка при идентификации звуковой единицы. Для изучения собственной идентификации акустических признаков сигнала в качестве стимульного материала обычно используются изолированные звуки или слоги [2], поскольку в процессе такого эксперимента аудитор перекодирует слуховой сигнал в структуру фонемной записи без отождествления стимула с имеющимися в сознании испытуемого словарными единицами.

В нашей работе была поставлена задача рассмотреть гласные, подвергающиеся коартикуляционной назализации, и выявить акустические и перцептивные признаки их назализации. В рамках акустического исследования была проанализирована также степень проявления признаков назализации в зависимости от контекстных характеристик целевого гласного, характера коартикуляции и степени редукции гласного. Перцептивный эксперимент был направлен на определение контекстов распознавания носителями русского языка признака назализации изолированных ударных и редуцированных гласных, находящихся исходно в позиции непосредственной близости с носовым согласным. Проявление коартикуляционной назализации гласных рассматривалось только в рамках фонетического слова, назализация на границе слов не исследовалась.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом исследования послужила дикторская запись изолированных слов и словосочетаний в мужском произнесении, изначально предназначенная для задач синтеза русской речи. Запись была сделана в лабораторных условиях и включала в себя представительную часть возможных контекстных реализаций гласных.

Для исследования были выбраны примеры как двустороннего, так и одностороннего соседства гласных с носовыми согласными. В случае, когда в соседстве с гласным находился единственный носовой звук, в качестве второго согласного выступал взрывной того же места образования как артикуляционно наиболее близкий носовому согласному, поскольку ротовая артикуляция такого согласного отличается от носовых только положением небной занавески. В материал исследования были включены все гласные фонемы русского языка (/а/, /о/, /е/, /у/, /и/) и носовые согласные /н/ и /м/, их твердые и мягкие варианты.

В акустическом исследовании итоговое количество анализируемых гласных в соседстве с носовым согласным составило 426 единиц. Основное разбиение гласных по типам производилось на основании положения целевого гласного относительно носового согласного, а также в зависимости от степени редукции гласного. По положению целевого гласного относительно носового согласного контексты были разбиты на следующие типы: положение между двумя носовыми (НГН) / положение после носового согласного перед взрывным (НГС) / положение после носового согласного в позиции абсолютного конца слова (НГ#) / положение перед носовым после взрывного (СГН) / положение пе-

ред носовым в позиции абсолютного начала слова (#ГН). Количество примеров для каждого из выделенных позиционных контекстов гласного представлено в таблице 1.

Таблица 1

Количественное распределение материала по положению целевого гласного относительно носового согласного в непосредственном окружении

Контекст	НГН	НГС	НГ#	СГН	#ГН
Количество исследуемых примеров	43	141	97	136	9

Разбиение контекстов по принципу положения целевого гласного относительно ударения в слове осуществлялось по пяти типам: ударный, первый предударный, первый заударный в неконечной позиции, первый заударный в позиции абсолютного конца слова и остальные случаи.

Таблица 2

Количественное распределение материала по положению целевого гласного относительно ударения

Позиция гласного относительно ударения	Количество примеров в материале
Ударный	155
Первый предударный слог	98
Первый заударный слог в неконечной позиции	57
Первый заударный слог в позиции абсолютного конца	56
Остальные позиции	60

В качестве инструментария для вычисления частотных параметров и анализа формантных картин целевых звуков использовалась компьютерная программа для обработки речи Speech Analyzer, версия 3.1, при помощи которой исследовались осциллограммы, динамические спектрограммы и мгновенные спектры звуков.

На предварительном этапе исследования была произведена сегментация целевого гласного и его непосредственного окружения, подсчитана длительность целевого гласного, которая использовалась далее при измерении длительности участка его назализации. В качестве базы для сравнения и выявления эффектов назализации были взяты определенные для данного голоса частоты формант гласных из контекста между взрывными зубными и переднеязычными согласными как артикуляционно наиболее близкими носовым согласным, а также собственные формантные характеристики носовых согласных. Анализ акустических признаков назализации осуществлялся на гласных, находящихся в позиции между двумя носовыми согласными, их спектральная картина сопоставлялась с гласными в позиции между двумя взрывными согласными с целью выявления формантных характеристик, показывающих назализованные эффекты. На следующем этапе анализа исследовались контексты односторонней коартикуляционной назализации, для которых определялась длительность участка назализации гласного.

В перцептивном эксперименте в качестве материала использовалась аудиозапись мужского голоса, на основе которой проводился акустический анализ. Важной задачей в рамках данного эксперимента было выявление возможных различий в восприятии назализованных гласных в зависимости от степени их редукции, в связи с чем экспериментальный аудиоматериал включал два типа контекстов: с положением гласного в соседстве с носовым согласным в ударном слоге и с положением гласного в соседстве с носовым согласным в первом заударном слоге, исключая позицию абсолютного конца слова как снижающую степень редукции гласного. Такой выбор материала позволяет проверить гипотезу влияния степени редукции на восприятие назализованности гласных, поскольку указанные группы гласных представляют собой типы, наиболее контрастирующие по степени редукции. В состав экспериментальных ударных и заударных гласных вошло 56 единиц каждого типа. В материал эксперимента вошли также филлеры, в качестве которых выступали гласные, вырезанные из контекста между двумя взрывными согласными. Степень редукции гласных филлеров совпадала со степенью редукции экспериментальных гласных стимулов. Заполнение материала филлерами происходило по схеме Ф *-*-Ф-*, где знаком * указан целевой стимул. Исходя из этой схемы, количество гласных-филлеров составило 23, а общее гласных в каждой части эксперимента — 79.

Проведение эксперимента осуществлялось в программе iSpring, позволяющей удаленно проводить анкетирование с прослушиванием аудиоматериала. Перед началом тестирования аудиторам предлагалось выставить наиболее удобную для них громкость звучания, для чего был предоставлен тестовый аудиофрагмент, представляющий собой изолированный ударный гласный, находившийся изначально в контексте между взрывным и плавным согласными; перед прохождением тестирования аудиторам предлагалась инструкция для ознакомления с условиями эксперимента. Участникам предъявлялись поочередно аудиофайлы, содержащие тройное повторение целевого гласного без контекста. Задача аудитором состояла в том, чтобы записать буквами русского алфавита то, что они слышат (метод «диктанта»). Переход к следующему аудиофайлу осуществлялся при нажатии специальной иконки на экране после заполнения строки для ответов, испытуемые, таким образом, сами регулировали скорость прохождения эксперимента. При нажатии на кнопку перехода к следующему звуку аудиофайл проигрывался автоматически, повторное прослушивание звуков было невозможно, невозможен был также переход к следующему звуку без заполнения актуальной строки ответов. Каждый изолированный гласный звучал трижды с интервалом $0,5 \pm 0,05$ с.

В эксперименте приняли участие 12 человек в возрасте от 18 до 56 лет, носители русского языка без дефектов слуха. Оценка распознавания назализации гласного проводилась на основе наличия / отсутствия в ответах аудитором носовых согласных, поскольку, в силу коартикуляции, гласный, вычлененный из речевого сигнала, несет информацию о звуках, находящихся в его непосредственной близости, в особенности о предшествующем согласном. В результате изолированный звук, вырезанный из контекста, в большинстве случаев воспринимается

Таблица 3

Количественное распределение стимульного материала эксперимента по положению целевого гласного в слоге

Позиция целевого гласного в слоге	Кол-во представленных в эксперименте ударных гласных	Кол-во представленных в эксперименте заударных гласных
НГН	5	4
НГС	20	20
СГН	12	32
НГ#	19	-

на слух как последовательность гласного с окружающими его согласными. Это свойство позволяет расценивать восприятие признака назализации гласного через указание в ответах аудиторов носового согласного в качестве соседнего элемента. Необходимо отметить, что при такой оценке результатов указание носового согласного в качестве соседствующего элемента однозначно свидетельствует о распознавании слушающим назализации гласного, тогда как в случаях отсутствия в ответах носового согласного утверждать, что аудиторы не восприняли гласный как назализованный, следует с определенной осторожностью. Возможно, признак назализации был идентифицирован, но участники эксперимента не проинтерпретировали назализацию как соседство носового согласного. Аудиторы могут распознавать признак назализации, но не относить его к влиянию носового согласного, а интерпретировать его, например, как индивидуальную особенность гласного в специфическом произнесении диктора.

РЕЗУЛЬТАТЫ АКУСТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам проведенного анализа при характеристике русских носовых согласных нельзя не отметить наличие двух особых формант на частотах ~250–300 и ~900–1100 Гц, что подтверждает полученные ранее данные других исследователей, в том числе на материале русского языка. При этом вторая форманта имеет заметно меньшую интенсивность и окружена частотными участками со сниженной энергией (антиформантами). Частотные значения усиленных участков для переднеязычного носового /н/ в среднем несколько выше, чем для губного /м/. Назализация на соседних гласных проявляется как отражение в формантной картине гласных признаков, присущих носовым согласным. При этом в зависимости от расположения собственных ротовых формант гласного проявление признаков назализации может иметь различный характер. Форманта назализации не всегда проявляется на графике как самостоятельный частотный пик. Так, для гласных верхнего подъема, имеющих низкую первую ротовую форманту, первая форманта назализации на частоте ~250–300 Гц может быть не видна на графиках, поскольку в таких случаях происходит наложение этой форманты носового согласного на собственную форманту гласного. В тех случаях, когда ротовая форманта гласного близка по частоте форманте назализации, она может приближаться по значению к F_n либо иметь увеличенную ширину.

Ниже приводится пример слова «банану» с графиком спектрального среза на середине ударного гласного, где мы можем наблюдать наличие дополнительной форман-

ты на частоте ~ 300 Гц, а также уменьшение частоты второй ротовой форманты до значения ~ 1180 Гц вместо $\sim 1250\text{--}1350$ Гц, характерной для ударного гласного между двумя зубными взрывными (по данным нашего диктора). В области выше частоты F2 (~ 1400 Гц) наблюдается значительный спад интенсивности спектра, что не отмечалось в случае неназализованных гласных.

Вторая форманта назализации ярко проявляется в случаях с гласными переднего ряда, для которых собственная F2 располагается выше области второй F_n (рис. 2).

Анализ длительностей участков назализации в односторонних контекстах показал, что инерционная назализация (в положении целевого гласного после носового согласного) имеет большую длительность, присутствует регулярно и в среднем затрагивает около половины длительности гласного. Минимальное распространение назализации в контекстах НГС составляет около трети от длительности гласного. В некоторых случаях инерционная назализация покрывает всю длительность гласного, см. ниже пример на рис. 3.

Анализ длительности назализации гласных проводился в односторонних консонантных контекстах. Измерение длительности назализованного участка связано с определенной степенью условности в связи с недискретной природой звучащей речи и плавными переходами формантных значений. Длительность назализованного участка измерялась с использованием динамических спектрограмм и с опорой на слуховой контроль, позволяющий прояснить наблюдаемую формантную картину гласного, что особенно важно для гласных, формантная картина назализации которых близка к значениям их ротовых формант.

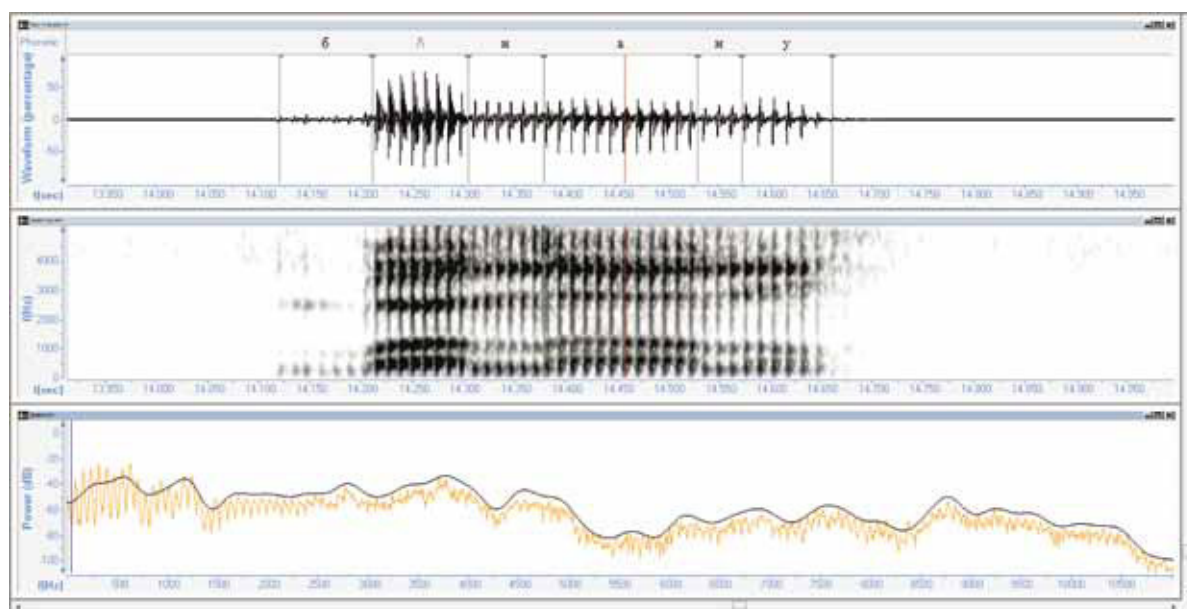


Рис. 1. Осциллограмма, спектрограмма и график спектрального среза, взятого на середине ударного гласного для слова «банану»

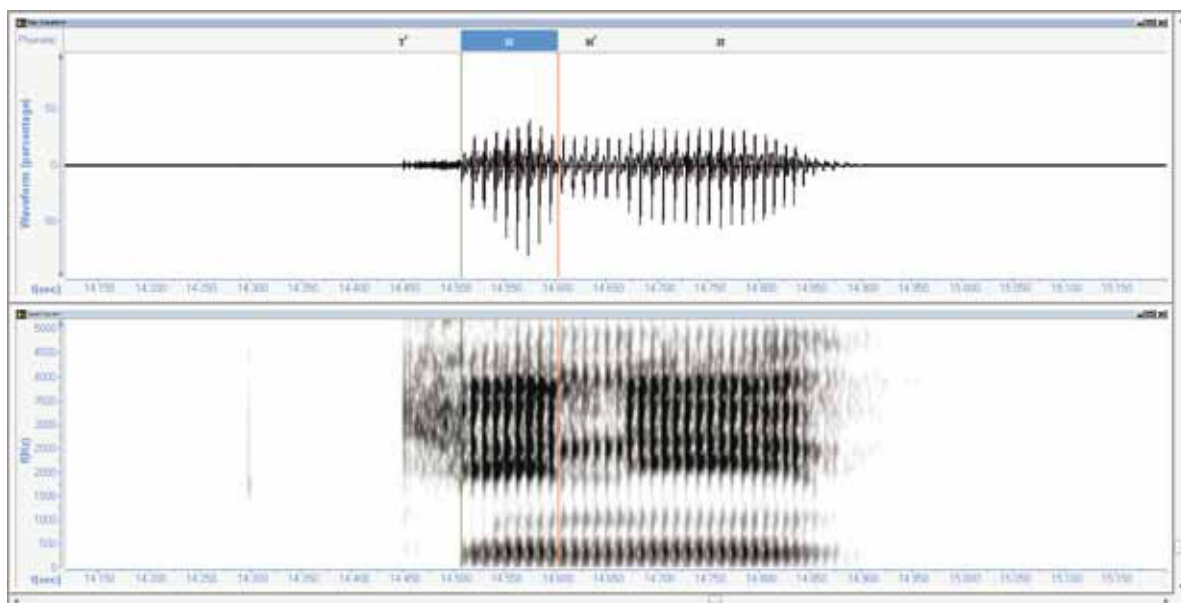


Рис. 2. Осциллограмма и спектрограмма слова «тяни», выделены границы первого предударного гласного

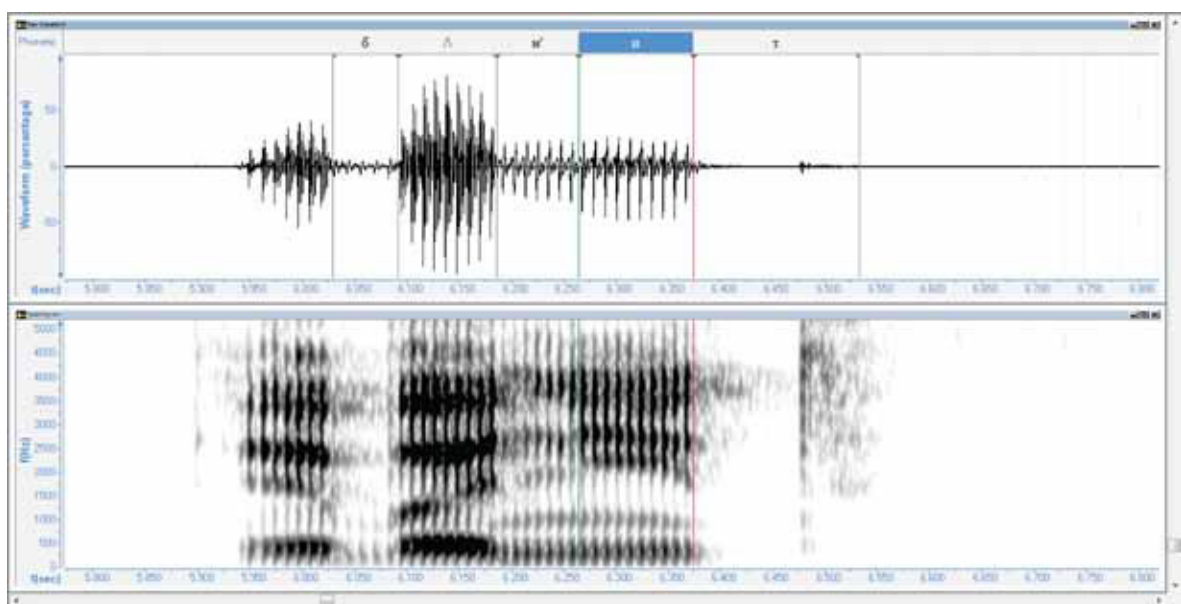


Рис. 3. Осциллограмма и спектрограмма слова «эбонит», ударный гласный полностью назализован

При предвосхищающей коартикуляции (в положении целевого гласного перед носовым согласным) проявление назализации менее продолжительно. В большинстве случаев назализация не распространяется на стационарный участок гласного и занимает около 30% от длительности гласного (см. выше рис. 2). Встречаются также примеры, в которых назализация гласного отсутствует, как в случае с кратким заударным гласным в конечном слове «сани рядом» (рис. 4).

Особый случай представляют гласные конечного слога слова. В этой позиции инерционная назализация затрагивает значительно больший участок гласного (все случаи полной назализации, покрывающей всю длительность гласного в односторонних контекстах, обнаружались именно в позиции конечного слога), тогда как предвосхищающая назализация, напротив, имеет значительно меньшую длительность (большинство примеров полного отсутствия назализации принадлежат к именно конечным слогам). В контекстах НГС ударных гласных, где распределение конечных и неконечных слогов с целевыми гласными составило 10:10, частичная назализация гласных последнего слога охватывает около 50% их длительности, тогда как средний размер назализации гласных последнего слога в слове составляет 70–75% их длительности.

В заключение отметим, что при анализе спектральных данных надо иметь в виду, что присутствие формант назализации на акустических графиках гласных отображается либо как дополнительное частотное усиление, либо как увеличение ширины форманты, в том случае, когда форманта гласного и форманта назализации близки по частоте. Влияние антиформант проявляется в ослаблении интенсивности ротовых формант гласного на частотах, близких к антилокусам носового согласного.

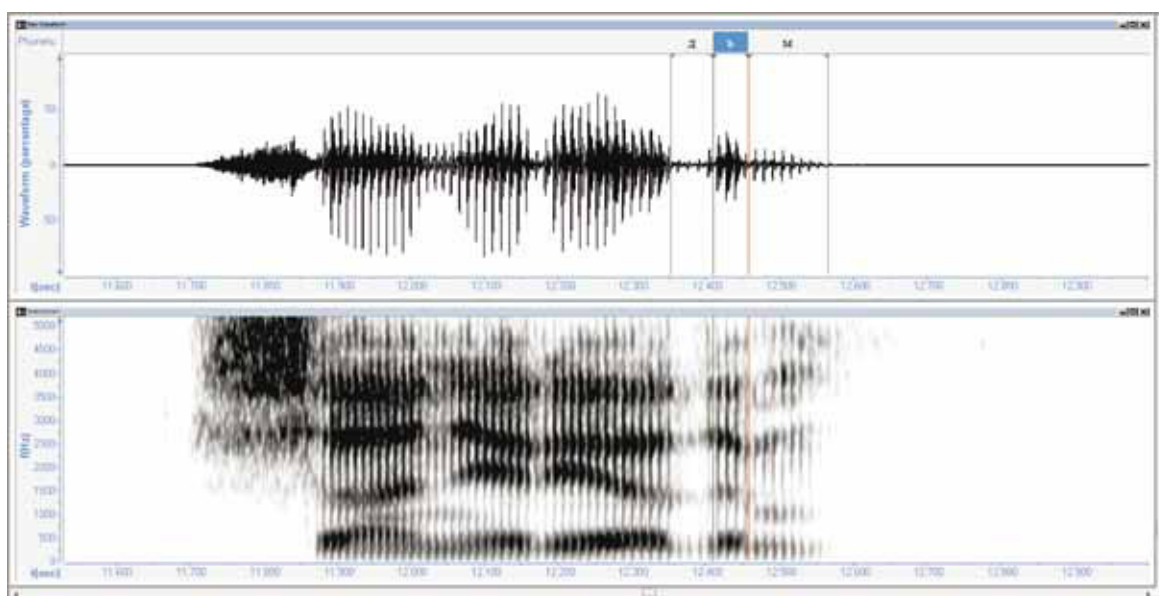


Рис. 4. Осциллограмма и спектрограмма словосочетания «сани рядом», выделены границы заударного гласного в конечном слове

Таким образом, проявление назализации различается в зависимости от типовой F-картины гласного и расположения локусных частот и антилокусов соседнего носового согласного.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЦЕПТИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Общей особенностью восприятия назализации гласных является зависимость успешности ее распознавания от степени редукции гласного. По результатам анализа длительности назализованного участка ударные и редуцированные гласные не обнаружили существенного различия, тогда как при восприятии признак редукции гласного оказался значимым по влиянию на распознавание назализации. Так, признак назализации ударных гласных был распознан в 63% случаев, а для редуцированных гласных доля распознавания оказалась равной 32%.

Таблица 4

Количество распознаваний признака назализации в зависимости от степени редукции гласного

	Ударный гласный	Заударный гласный
Кол-во распознаваний признака назализации	421 из 672 (63%)	216 из 672 (32%)

Различие в степени назализации в зависимости от положения носового согласного также находит отражение в количестве случаев успешного распознавания назализации: наибольшее количество распознавания отмечается в контекстах двусторонней назализации (82%). В позиции после носового перед взрывным согласным количество распознаваний составляет 65%, а при превосходящей назализации — 12%.

Таблица 5

Количество распознаваний признака назализации гласного в зависимости от позиции носового согласного в исходном слове

	НГН	НГ#	НГС	СГН
Кол-во распознаваний признака назализации	89 из 108 (82%)	171 из 228 (75%)	313 из 480 (65%)	64 из 528 (12%)

Различие между контекстом НГН и контекстом НГ# оказалось статистически не значимым (критерий χ^2 : 2,2974 < 3,84146, при $\alpha=0,05$), а различие в контекстах НГ# НГС и НГС СГН прошло статистическую проверку (критерий χ^2 : 6,85209 > 6,6349, при $\alpha=0,01$ и 302,652 > 7,87944, при $\alpha=0,005$, соответственно).

Таким образом, основными факторами, влияющими на количество успешных распознаваний признака назализации гласного, оказались степень редукции и исходное положение целевого гласного относительно носового согласного.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При акустическом анализе было установлено различие в степени назализации гласного в зависимости от его положения относительно носового согласного, а также особое проявление назализации гласного в позиции конечного слога слова. Перцептивный эксперимент подтверждает различие в восприятии признака назализации в зависимости от положения гласного относительно носового согласного.

1. Важным фактором, влияющим на успешное распознавание назализованных гласных, является также степень редукции гласного: позиция первого заударного слога оказалась более трудной для восприятия признака назализации гласного по сравнению с ударным гласным.
2. Особое проявление назализации гласных в конечном слоге слова может быть объяснено общим спадом артикуляционных усилий к концу высказывания, в результате чего конечный согласный оказывает минимальное влияние на предшествующий звук, что уменьшает или, напротив, увеличивает назализацию гласного в случаях предвосхищающей и инерционной назализации соответственно.
3. Статистические выводы о проявлении назализации в зависимости от качества и редукции гласного были осложнены тем, что материал данного исследования не был сбалансирован по представленности и частотности фонем и их контекстов. В нашем материале по техническим причинам гласные различного качества имеют разную встречаемость и не все контексты оказались учтены.

В перспективе необходимо провести более глубокое и широкое исследование на сбалансированном фонетическом материале в условиях разного устного дискурса, прежде всего в слитной русской речи. Для прикладных и практических задач очень полезно было бы проанализировать контекстную коартикуляционную назализацию гласных в русском языке в сравнении с другими языками, в том числе и такими, где имеется фонологическая назализация гласных, например французским или португальским языком. Выявленные закономерности можно было бы использовать в задачах автоматической идентификации языка и говорящего, а также для устранения произносительного акцента в иноязычной речи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бондарко Л.В.* Звуковой строй современного русского языка. – М, 1977.
2. *Венцов А.В., Касевич В.Б.* Проблемы восприятия речи. – М., 2003.
3. *Зиндер Л.Р.* Общая фонетика. – М.: Высшая Школа, 1979.
4. *Златоустова Л.В., Потапова Р.К., Трунин-Донской В.Н.* Общая и прикладная фонетика. – М., 1997.
5. *Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф.* Общая фонетика. – М., 2001.
6. *Потапова Р.К., Потапов В.В.* Речевая коммуникация. От звука к высказыванию. – М., 2012.

7. Чистович Л.А., Венцов А.В. и др. Физиология речи. Восприятие речи человеком. – Л., 1976.
8. Harrington, Cassidy Techniques in Acoustic Phonetics, Kluwer: Dordrecht, 1999, Chapter 4 Acoustic Phonetics.
9. Olive J., Greenwood A., Coleman J. Acoustics of American English Speech. Springer-Verlag, 1992.

ACOUSTICAL AND PERCEPTUAL FEATURES OF COARTICULATORY NASALIZATION OF RUSSIAN VOWELS

Ekaterina G. Solonina,

postgraduate student, Department of Tipl philological faculty of Moscow state University Lomonosov's

Abstract

This paper concerns the problem of coarticulatory nasalization of Russian vowels adjacent to nasal consonants. The objective of the current study was to determine acoustic and perceptual features of nasalized vowels in different phonetic contexts and measure the extent of nasalization. In comparison with the corresponding vowels within stop consonants (CVC) the spectrum of nasalized vowels is characterized by two main nasal formants: F_{n1} in the 250–300 Hz region and F_{n2} in the 900–1100 Hz region. Concerning the temporal extent of vowel nasalization the data show that vowels in the nasal context (NVN) are completely nasalized. But in the position of one adjacent nasal consonant nasalization of vowels following a nasal consonant (NVC) appears to be more extensive than in the case of vowels preceding a nasal consonant (CVN). The study reveals that position of the syllable on word boundaries may have influence on the extension of nasalization. Thus, vowels in syllable-final position from the context NVC is more nasalized in comparison with other syllable positions, whereas vowels from the context CVN appear to be the least nasalized in syllable-final position. Perceptual experiment shows better recognition of nasalization in cases of stressed syllable and carryover nasalization as compared with anticipatory one.

Keywords: Russian language, phonetics, vowels, coarticulation, nasalization.