

Г. ЛИЙВ

О ВОСПРИЯТИИ КАЧЕСТВА МИНИМАЛЬНЫХ, АУДИТИВНО РАЗЛИЧАЕМЫХ СЕГМЕНТОВ СЛОГОВЫХ ЯДЕР В РАЗЛИЧНЫХ КОНСОНАНТНЫХ КОНТЕКСТАХ

1. Введение

Предлагаемая статья представляет собой небольшую часть из более крупного исследования, посвященного акустическим и артикуляторным характеристикам коартикуляторной динамики слоговых ядер. В работе представляются результаты изучения восприятия коартикуляторных процессов в естественной речи (слоговых структурах согласная₁ : гласная : согласная₂ — далее C₁VC₂).

В известной (хотя и не непосредственной) связи с изучением восприятия речи находятся результаты многочисленных психофизических экспериментов по установлению поведения и разрешающей способности слуховой системы (см., напр., обзоры Flanagan, 1965; Lehiste, 1970). Представляется маловероятным, чтобы пороговые значения разрешающей способности, определявшиеся подопытными людьми на основе щелчков, тонов дискретных частот или шума, можно было принять за основу при интерпретации восприятия комплексной спектральной и темпоральной структуры речи.

Подавляющее большинство трудов по вопросам восприятия речи базируется на использовании синтетических речеподобных стимулов. Эти работы дали много интересной информации по вопросам восприятия. При этом нельзя, однако, не обратить внимания на тот факт, что выводы, полученные этим методом, отнюдь не всегда должны быть действительны для случая восприятия естественной речи, так как во многих случаях принятые здесь решения по восприятию базируются, по всей вероятности, не на разных значениях одного определенного параметра, а на изменениях и/или последовательностях целого комплекса действующих одновременно значений спектральных и временных параметров.¹

Цель данной работы состояла в определении расположенных в окружении различных согласных составляющих сегментов слоговых ядер, в течение звучания которых протекающие изменения величин акустических параметров не описываются механизмами восприятия речи человека (т. е. качество которых воспринимается как (квази)гомогенное) и, в измерении длительности и фиксации воспринимаемого фонетического качества (со ссылками на артикуляцию) этих сегментов (определенные таким образом составляющие сегменты в данной работе условно названы минимальными сегментами слоговых ядер).

Установленная длительность минимальных сегментов интерпретирует «минимаксный предел» времени усреднения механизмов речевого восприятия человека. Последовательно воспринятых качеств составляющих сегментов характеризуют тенденцию и меру² спектральной динамики слогового ядра, которые вызываются структурой, свойственной той или иной гласной, и различными взаимовлияниями окружающих ее согласных.

¹ О работах и проблемах, связанных с речевым восприятием, см., напр., обзоры: Чистович, 1961—1962; Stevens, Halle, 1967; Бондарко и др., 1968; Чистович, Кожевников, 1969; Stevens, House, 1970; Lehiste, 1972.

² Мерой спектральной динамики в настоящей работе называется больший/меньший диапазон и/или скорость изменения параметрических значений.

За основной фактор, формирующий различные качества сегментов гласного, принята (в соответствии с общей точкой зрения) структура изменяющихся формантных частот. Некоторое влияние на принятие решения могла при этом оказывать и динамика основной частоты и общей интенсивности. При этом следует, однако, отметить, что слуховая система обладает способностью отличать информацию, получаемую от основной частоты, от информации, получаемой от огибающей спектра, и принимать решения отдельно по обоим компонентам: в формировании качества гласного основная частота играет второстепенную роль (Stevens, House, 1970).

2. Материал и методика

2.1. Речевой материал

Речевым материалом служат осмысленные слова эстонского литературного языка, главным образом слова с асимметричной слоговой структурой C_1VC_2 . Анализу подвергнуты три основных ударных слоговых ядра /a, u, i/, согласное окружение которых сформировано из 11 начальных и 17 конечных согласных в структурах слова /¹CVC : : (C₂) (V) (C)/ (конечная согласная слога сверхдолгая).

Перечень речевого материала состоял из 86 слов.

2.2. Дикторы

В работе использованы записи 7 дикторов (3 мужчин и 4 женщин). В различных циклах экспериментов материал использован в несколько разном объеме. Дикторы ХП, КТ, АК — мужчины; ХК, ЭИ, АР, ЛВ — женщины.

Все дикторы говорят на безукоризненном литературном языке без диалектных признаков. Все они постоянно проживают в Таллине. Из них ХП, КТ, АК, ЭИ и АР являются дикторами Эстонского радио.

2.3. Аппаратура

2.3.1. Речевой материал записан в несколько заглушенной студии Эстонского радио. Использовались студийные магнитофоны МЭЗ-15 и МЭЗ-28А (диапазон частот 30÷16000 гц, уровень шума — —60 дб); скорость движения пленки — 762 мм/сек. Расстояние между диктором и микрофоном — около 40 см.

2.3.2. Для анализа, описанного в настоящей статье, использовалась следующая аппаратура:

(1) *сепаратор*; длительность сегмента, выделяемого для анализа, и интервал времени от пускового импульса до начала избранного для анализа сегмента регулируются в диапазоне от 1 мсек до 1 сек с точностью 1 мсек (техническое описание см. Варшавский, Глушкова, 1957);

(2) *осциллограф* МПО-2; использовались скорость движения киноплёнки 2000 мм/сек и вибратор с собственной частотой колебаний 10000 гц;

(3) *комплект приборов синхронизированного кинофлуорографирования и спектрографирования речи* (скорость съемки кинофлуорокадров составляла 50 кадров/сек; время выдержки при каждом кадре — 1/100 сек; технические подробности см. Лийв, Экк, 1968а, б; Liiv, 1970а).

Слуховой анализ при помощи сепаратора и осциллографические записи осуществлялись в Лаборатории экспериментальной фонетики Ленинградского государственного университета.³ Затем часть того же речевого материала анализировалась при помощи комплексной методики синхронизированного кинофлуорографирования и спектрографирования речи в Лаборатории экспериментальной фонетики Института языка и литературы АН ЭССР.

³ Автор выражает искреннюю благодарность Л. В. Бондарко за помощь в проведении указанных экспериментов.

2.4. Некоторые методологические замечания

При слуховом анализе экспериментатор прежде всего определял границы слоговых ядер и их сонорную длительность. Затем экспериментатор должен был определить составляющие сегменты слогового ядра, которые воспринимались как (квази)гомогенные фонетические качества (при увеличении длительности начинали восприниматься изменения акустической структуры). Экспериментальную ситуацию можно сравнить с так наз. процедурой различения АХ, т. е. качество Х сравнивается с качеством А. Роль А выполняет здесь заранее воспринятый (и зафиксированный) минимальный сегмент (оперативная память) или структурное качество слогового ядра как фонемной единицы (долговременная память). Не исключено, что в оперативной памяти экспериментатора накапливается последовательность качеств минимальных сегментов всего слогового ядра. Экспериментатор протоколировал длительность различного таким образом сегмента и описывал его фонетическое качество транскрипционными знаками, обозначая при этом как место и открытость — закрытость артикуляции, так и назализацию и лабиализацию.

Затем сравнивали воспринятые качества минимальных сегментов, зарегистрированных транскрипционными знаками, с движениями артикуляторов, зафиксированными на кадрах кинофлюорографического фильма (слоговое ядро /a/; диктор ЛВ). В результате названной процедуры можно высказать заключение, что в общем здесь наблюдается вполне удовлетворительное соответствие (при этом следует, конечно, учитывать, что воспринималось «усредненное» качество минимального сегмента с длительностью, определенной предписанными условиями эксперимента). Наибольшие различия обнаружены при сравнении воспринятой назализации с фактическим соединением полостей рта, глотки и носа (подробности см. в 3.3.5.4).

Слоговое ядро рассматривается как состоящее из характерного сегмента (по качеству наиболее близкого к основному варианту фонемы *resp.* изолированному произношению гласного), из предшествующих ему минимальных сегментов (начальный переход) и следующих за ним минимальных сегментов (конечный переход). Если три названных основных участка аудитивно не различимы в силу весьма краткой общей длительности слогового ядра, то во всех случаях зафиксирован характерный сегмент, который, вероятно, содержит наибольшее количество информации о качестве слогового ядра как фонемной единицы; в таких случаях начальный *resp.* конечный переход условно не выделен.

Результаты слухового анализа сравнивали с изменениями общей формы речевых волн на осциллографических кривых (наличие/отсутствие, усиление/затухание более высоких составляющих частот и т. п.). Хотя эта методика и не дала дополнительной информации для выводов, она служила контролем соответствия субъективных оценок качеств минимальных сегментов объективно зарегистрированным акустическим характеристикам речевого материала.

2.5. Замечания о транскрипции

Для регистрации фонетических явлений использованы как общепринятая для финно-угорских языков система фонетической транскрипции (FUT), так и система IPA, рекомендованная Международной фонетической ассоциацией (см. *The Principles...*, 1949; Sovijärvi, Peltola, 1958; Венде, 1967).

В настоящей работе к названным системам сделаны некоторые дополнения. В финно-угорской транскрипции сочтено целесообразным ввести следующие дополнительные обозначения: [a] отмечает качество гласного переднего ряда, [ɑ] — соответствующего гласного заднего ряда; [ʃ] — символ делабиализованного [u] (и НЕ обозначает [u] среднего ряда, как в некоторых других работах). Диакритический знак [˘] указывает на некоторую делабиализацию соответствующего гласного. Степень назализации, лабиализации и делабиализации отображена следующим образом: самая слабая степень проявления того или иного феномена обозначена соответствующим диакритическим знаком справа снизу после символа гласного, более сильная сте-

пень — справа сверху, самая сильная степень — в центре сверху. Этот же принцип использован в системе IPA для обозначения разных степеней назализации. Использование двух одинаковых диакритических знаков при одном символе как в системе FUT, так и системе IPA означает особенно резкое проявление соответствующего феномена, так, [i] обозначает еще большую продвинутость артикуляции, чем [i].

3. Результаты

3.1. По экспериментальным данным настоящего исследования, средним значением предела времени интегрирования механизмов восприятия речи человека является 36,9 мсек.⁴

3.2. Некоторые результаты слухового анализа приведены в табл. 2—24 (последовательность таблиц соответствует месту образования слогоначальных согласных в направлении от передней к задней областям речевого тракта).⁵ Вспомогательной сводкой, облегчающей рассмотрение примеров, приведенных в табл. 2—24, может служить табл. 1.

Таблица 1

Сводный перечень комбинаций аудитивно проанализированных слоговых ядер и консонантных контекстов, которые приведены в качестве примеров в табл. 2—24

Последовательности СГ	Последовательности ГС
/p/+i/	/a/+p/
/v/+a, i/	/u/+v/
/m/+a(2), u/ (+N ^(v))	(N ^(v) +) /a/+m/
/m/+a, u/ (+N)	(N+) /u/+m/
/m/+a, i/ (+N')	
A/+a, u(3)/	/a(2), u, i/+A
/n/+u/ (+N)	(N+) /a, u/+n/
	/a(3), u(3), i/+A'
	/a, u, i/+h/
/j/+a(2), u(3)/	/u/+j/
/k/+a(3)/	/a/+k/
	/a/+h/

Примечание: N — контексты, состоящие из непалатализованных назальных согласных; N' — палатализованная назальная согласная; N̄ — контексты без непалатализованных назальных согласных; N^(v) — контексты без непалатализованных и палатализованных назальных согласных; A — альвеолярно-дентальные согласные /t, s, l, r/; A' — палатализованные альвеолярно-дентальные /t', s', l'/ . Цифра в круглых скобках указывает число словесных структур, различающихся консонантным контекстом противоположного края слогового ядра.

В табл. 2—24 приводятся консонантные контексты слоговых ядер, их общая абсолютная длительность (D_t), длительности различаемых минимальных сегментов в миллисекундах. Воспринятые фонетические качества минимальных сегментов охарактери-

⁴ Результаты исследования времени интегрирования механизмов восприятия речи подробно описаны в работе: Г. Лийв, 1973а.

⁵ Огибающие усредненных спектров минимальных сегментов слоговых ядер, приведенных в табл. 2—7, 9, 12, 14—20, 22—24 (в исполнении диктора КТ) в сопоставлении с данными о непрерывной спектральной динамике тех же коартикуляторных процессов на основе синхронного анализа динамических спектрограмм и спектральных срезов будут описаны в дальнейшем.

зованы как в транскрипции FUT (без скобок), так и IPA (в круглых скобках). Характерный сегмент выделен полужирным шрифтом. По таблицам можно также проследить вариации исследуемых коартикуляторных процессов в зависимости от диктора, разных консонантных контекстов, специфической структуры и общей длительности слогового ядра и других факторов. Таблицы составлены на основе экспериментальных протоколов без унификации транскрипционных символов.

Основные варианты воспринятых качеств начальных и конечных терминальных минимальных сегментов слоговых ядер (где взаимовлияние соответствующего гласного и согласного наибольшее) суммированы в табл. 25 и 26. Консонантные контексты рассматриваются по месту их образования; по способу образования отдельно выделены назальные согласные. Варианты качества сегментов расставлены по убывающей частоте встречаемости; единичные исключения в таблицы не включены.

Относительная длительность назализации, воспринятой в слоговых ядрах под влиянием расположенного в пре- или постпозиции назального согласного, представлена в итоговой табл. 27 (в процентах от общей длительности). Кроме того, в этой таблице рассматривается совместное воздействие палатализации и назализации. В табл. 28 приведены для сравнения данные об относительной длительности артикуляторной назализации (открытости вело-фарингального прохода) на основе анализа кинофлуорограмм (тех же словесных структур).

3.3.0. Выводы о формировании и последовательностях качеств минимальных составляющих сегментов можно кратко суммировать следующим образом.

3.3.1. Изменения качества, вызванные консонантным окружением, наиболее ярко проявляются, как и следовало ожидать, в случае /a/ (изменение конфигурации речевого тракта наибольшее при движении от максимально открытой целевой позиции, имеющей форму рупора, к смычке или щели согласного, или наоборот; в качестве факторов наблюдаются как продвинутость—отодвинутость, закрытость—открытость артикуляции, так и степени назализации и лабиализации); в случае /u/ острота различения качеств меньше (доминируют различия по степени лабиализации *resp.* делабиализации), а вариативность по дикторам больше; в случае /i/ различие качеств наиболее затруднительно (доминирует различие по степеням закрытости); влияние лабиального контекста на формирование качества (последовательное и четкое для /a/ и /u/) в случае /i/ нестабильно даже для терминальных сегментов (см. табл. 25, 26, а также 22—24) и вариативность решений здесь наибольшая.

3.3.2.1. Фонетическое определение качества выделенного характерного сегмента для /a/ и /u/ в некоторых случаях заметно отличается от структурного качества соответствующей гласной, что указывает на то, что артикуляторные органы не могут в кульминационной фазе в значительной мере достичь характерной целевой позиции (ср. Lindblom, 1963a, б; Stevens и др., 1966; Lindblom, Studdert-Kennedy, 1967). Такая тенденция часто проявляется под влиянием палатализации и /j-/ (см., напр., табл. 8 ХП, АК, ХК, ЭИ; 9 ХП, КТ, АК; 11; 17 АК, ХК; 20; 21 и др.).

3.3.2.2. Между велярными, лабиальными и /h/-овыми консонантными контекстами, а также их комбинациями воспринимаемое качество характерного сегмента /a/ описывается стабильно ярко выраженной задней артикуляцией с максимальным сужением глотки (см. напр., табл. 2, 12) и заметно отличается от встречающихся в других контекстах (изложенное вполне соответствует и зарегистрированным на кинофлуорограммах конфигурациям речевого тракта).

3.3.3. Коартикуляторная взаимозависимость представляется более тесной у последовательностей CV, чем у состоящих из тех же компонентов последовательностей VC (отмечаются меньшая вариативность, более высокая степень модифицированности качества и т. п., хотя все это и не поддается стабильному наблюдению по решениям, принятым по усредненному качеству сегментов) (ср., напр., приведенные в табл. 25 и 26 последовательности /m+u/ и /u+m/; /h+u/ и /u+h/ и т. д.; см. также табл. 13). Все это хорошо согласуется с некоторыми ранее высказанными концепциями (см., напр., Чистович и др., 1965; MacNeilage, De Clerk, 1969; Liiv 19706).

ТАБЛИЦА 2

/a/ в слове /вар: :/				
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты		
ХП	90	30	30	30
		ɔ(ɔ)	— а(а)	— ɔ(ɔ)
КТ	130	50	50	30
		ɔ(ɔ)	— а(а)	— ɔ~ɔ̃(ɔ~ɔ̃)
АК	100	30	40	30
		ɔ(ɔ)	— а(а)	— ɔ(ɔ)
ХК	90	40	30	20
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— ɔ(ɔ)
АР	150	40	60	50
		ɔ(ɔ)	— а(а)	— ɔ(ɔ)

Примечание. D_t — общая абсолютная длительность гласного (в миллисекундах). Длительность минимальных, аудитивно различаемых составляющих сегментов слогового ядра (в мсек) указана цифрами над транскрипционными знаками.

В табл. 3—24 обозначения те же.

ТАБЛИЦА 3

/a/ в слове /mal: :/				
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты		
ХП	90	30	30	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
КТ	190	70	80	40
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
АК	100	30	40	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
ХК	150	40	50	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
ЭИ	110	30	50	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
АР	150	40	60	50
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)

ТАБЛИЦА 4

/a/ в слове /mal': :/					
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты			
ХП	170	30	40	30	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
КТ	230	50	60	40	50
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
ХК	130	30	50	30	20
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
ЭИ	140	40	30	30	40
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
АР	180	40	50	30	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)

ТАБЛИЦА 5

/a/ в слове /map: :/				
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты		
ХП	80	30	30	20
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
КТ	200	40	40	50
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
АК	100	30	40	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
ХК	110	30	30	20
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
АР	180	60	80	40
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)

ТАБЛИЦА 6

/a/ в слове /map': :/					
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты			
ХП	120	30	30	30	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
КТ	250	40	50	40	40
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
АК	140	30	40	40	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
ХК	160	30	40	30	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
ЭИ	120	40	40	40	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)
АР	200	40	40	60	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)	— а(а)

ТАБЛИЦА 7

/a/ в слове /gam: :/				
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты		
ХП	90	30	30	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
КТ	200	40	50	70
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
АК	100	30	40	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
ХК	90	30	30	30
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)
АР	190	30	40	50
		ɔ̃(ɔ̃)	— а(а)	— а(а)

ТАБЛИЦА 8

/a/ в слове /jaś :/						
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты				
ХП	130	30	30	30	40	
		ε̇(ε̇) — ẋ(ẋ) — ε(ε) — j̇(j̇)				
КТ	230	50	70	60	50	
		j̇(j̇) — a(a) — ε(ε) — j̇(j̇)				
АК	140	40	40	30	30	
		j̇(j̇) — ε̇(ε̇) — ẋ(ẋ) — j̇(j̇)				
ХК	150	30	30	40	20	30
		i(i) — ε̇(ε̇) — ẋ(ẋ) — j̇(j̇) — i(i)				
ЭИ	160	30	30	30	40	
		i(i) — e(e) — ε̇(ε+) — ẋ(ẋ+) — j̇(j̇)				
АР	200	40	50	40	30	40
		ε̇(ε̇) — ẋ(ẋ) — a(a) — ε(ε) — j̇(j̇)				

ТАБЛИЦА 9

/a/ в слове /jak :/					
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты			
ХП	110	30	30	30	20
		i(i) — ε(ε) — ȧ(ȧ) — j̇(j̇+)			
КТ	160	40	40	40	40
		i(i) — e(e) — ȧ(ȧ+) — j̇(j̇+)			
АК	140	30	40	40	30
		i(i) — ε̇(ε+) — ẋ(ẋ) — j̇(j̇)			
ХК	100	40	30	30	30
		ε̇(ε̇) — a~ẋ(a~ẋ) — j̇(j̇+)			
АР	180	30	40	40	30
		i(i) — ε̇(ε+) — ẋ(ẋ) — a(a) — j̇(j̇)			

ТАБЛИЦА 10

/a/ в слове /kas :/						
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты				
ХП	90	30	30	30		
		j̇(j̇) — ȧ(a-) — ε̇(ε̇)				
КТ	185	65	80	40		
		ε̇(ε-) — a(a) — ε(ε)				
АК	130	30	60	40		
		j̇(j̇) — a(a) — ε(ε)				
ХК	90	30	30	30		
		ε̇(ε̇-) — ȧ(ȧ) — ε(ε)				
ЭИ	90	30	30	30		
		j̇(j̇) — a(a) — ε̇(ε-)				
АР	220	40	40	70	40	30
		j̇(j̇) — ε̇(ε̇-) — a(a) — ε̇(ε-) — ε(ε)				

ТАБЛИЦА 11

/a/ в слове /kaś :/					
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты			
ХП	110	30	50	30	
		j̇(j̇+) — ȧ(a+) — ε̇~j̇(ε̇+~j̇)			
КТ	260	60	70	60	70
		j̇(j̇+) — ȧ(a+) — ε(ε) — j̇(j̇)			
АК	140	40	40	30	30
		j̇(j̇+) — ȧ(a+) — ε(ε) — j̇(j̇)			
ХК	120	30	30	30	30
		j̇(j̇+) — ȧ(a+) — ε(ε) — j̇(j̇)			
ЭИ	120	40	30	50	
		j̇(j̇+) — ȧ(ȧ) — i(i)			
АР	150	40	50	30	30
		j̇(j̇) — ẋ(ẋ-) — j̇(j̇) — i(i)			

ТАБЛИЦА 12

/a/ в слове /kañ :/					
Диктор	D _t	Различаемые составляющие сегменты			
ХП	80	30	30	20	
		q̇(q̇-) — ȧ(ȧ) — ȧ̇(ȧ̇-)			
КТ	260	40	40	140	40
		j̇(j̇) — ȧ(ȧ) — ȧ(ȧ) — ш(ш)			
АК	130	30	40	30	30
		j̇(j̇) — ȧ(a-) — ȧ(ȧ) — j̇(j̇)			
ХК	140	30	80	30	
		j̇(j̇) — ȧ(ȧ) — j̇(j̇)			
ЭИ	90	30	30	30	
		j̇(j̇) — ȧ(ȧ) — ȧ̇(ȧ̇-)			
АР	140	40	60	40	
		j̇(j̇) — ȧ(ȧ-) — j̇(j̇)			

ТАБЛИЦА 13

		/u/ в слове /mut' :/			
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты			
КТ	200	30	130	40	
		$\tilde{u}_o(\tilde{u}^+)$	$u^-(u^-)$	$\tilde{u}(\tilde{u}^+)$	
АК	140	40	50	50	
		$\tilde{u}_o(\tilde{u}^+)$	$u^-(u^-)$	$\tilde{u}(\tilde{u}^+)$	
ХК	120	30	30	30	30
		$\tilde{u}_o(\tilde{u}^+)$	$u^-(u^-)$	$u^-(u^-)$	$\tilde{u}(\tilde{u}^+)$

ТАБЛИЦА 14

		/u/ в слове /mul' :/				
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты				
КТ	230	30	70	30	30	40
		$\tilde{u}_o(\tilde{u}^+)$	$u^-(u^-)$	$u^-(u^-)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$
АК	120	30	30	30	30	
		$\tilde{u}(\tilde{u}^+)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$	
ХК	150	30	40	30	30	20
		$\tilde{u}(\tilde{u}^+)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$

ТАБЛИЦА 15

		/u/ в слове /'tuv' : i/			
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты			
КТ	240	50	60	60	70
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$
АК	160	40	50	40	30
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$
ХК	120	30	30	30	30
		$e(\tilde{e}^+)$	$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$

ТАБЛИЦА 16

		Ударная /u/ в слове /'tuju/			
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты			
КТ	270	30	80	90	30
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$i(i)$
АК	180	40	40	40	30
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$i(i)$
ХК	120	40	50	30	
		$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$e(\tilde{e}^+)$	

ТАБЛИЦА 17

		/u/ в слове /rul' :/				
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты				
КТ	220	30	50	50	40	50
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$
АК	200	40	40	40	40	40
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$
ХК	140	40	40	40	20	
		$u(u)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$	

ТАБЛИЦА 18

		/u/ в слове /pip' :/		
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты		
КТ	210	30	150	30
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$
АК	120	40	40	40
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$
ХК	80	30	30	20
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$

ТАБЛИЦА 19

		/u/ в слове /jus' : t/			
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты			
КТ	210	50	50	80	30
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$
АК	150	30	60	60	
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	

ТАБЛИЦА 20

		/u/ в слове /jut' :(:)s'/					
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты					
КТ	230	40	40	40	40	40	30
		$u(u)$	$u(u)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$	$i(i)$
АК	130	30	40	30	30		
		$u(u)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$		

ТАБЛИЦА 21

		/u/ в слове /juu' :/					
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты					
КТ	270	30	30	100	40	40	30
		$u(y)$	$u(y)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$	$i(i)$
АК	160	40	50	40	30		
		$u(y)$	$u(u)$	$e(\tilde{e}^+)$	$i(i)$		
ХК	180	30	40	50	30	30	
		$i(i)$	$u(y)$	$u(u)$	$u(u)$	$i(i)$	

ТАБЛИЦА 22

		/i/ в слове /pir' :/				
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты				
КТ	200	30	50	60	60	
		$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$	
АР	160	40	50	40	30	
		$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$	$e(\tilde{e}^+)$	

ТАБЛИЦА 23

		/i/ в слове /vil' :/			
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты			
КТ	170	30	50	50	40
		$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$
АР	150	30	70	50	
		$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$	

ТАБЛИЦА 24

		/i/ в слове /miu' :/			
Диктор	D ₁	Различаемые составляющие сегменты			
КТ	150	30	30	60	30
		$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$
АР	100	30	30	40	
		$i(i)$	$i(i)$	$i(i)$	

Основные варианты воспринятых качеств терминальных начальных сегментов

Предшествующие согласные	Слоговые ядра		
	/a/	/u/	/i/
/p-/	/4/ [ɔ(ɔ)] (22)	/1/ [y _o (u ⁺)] (1), [y _o (u ⁻)] (1), [y(u ⁺)] (1)	/5/ [j _o (i ⁺)] (3), [j _o (i ⁻)] (3)
/v-/	/1/ [ɔ(ɔ)] (4)	/1/ [ш(ш)] (1), Ø* (2)	/5/ [j _o (i ⁺)] (4), [j _o (y)] (2)
/m-/	/6/ [ɔ̃(ɔ̃)] (33), [ɔ̃(ɔ̃)] (3)	/5/ [ỹ(ũ ⁺)] (7), [y _o (u ⁺)] (3), [y _o (ũ ⁻)] (3)	/5/ [j̃(i ⁺)] (6), [j̃(y)] (2)
/t-, s-, l-, r-/	/4/ [ɛ(ɛ)] (7), [ɛ̃(ɛ̃)] (5), [ɛ̃(ɛ̃)] (2)	/7/ [ш(ш)] (10), [ш _o (ш ⁺)] (3), [ш _o (ш ⁻)] (3)	/5/ [j _o (i ⁺)] (4), Ø (2)
/n-/	/3/ [ɛ̃(ɛ̃)] (9)	/6/ [ỹ(ũ ⁺)] (9), [ỹ(ũ ⁻)] (5)	/5/ [j̃(i ⁺)] (9)
/j-/	/3/ [i] (6)	/6/ [ỹ(ш ⁻)] (9), [ỹ(y)] (4), [i(i)] (2)	
/k-/	/6/ ¹ [j _o (i)] (26); /3/ ² [j _o (i ⁺)] (14), [j _o (i)] (3)	/4/ [ỹ(у ⁻)] (6), Ø (4), [ỹ(u ⁻)] (2)	/1/ [j _o (i)] (1)
/h-/		/1/ [ш(ш)] (2), [ỹ(u ⁻)] (1)	

Примечание. Цифра в наклонных скобках перед символами указывает число словесных структур, различающихся консонантным контекстом противоположного края того же слогового ядра; цифра в круглых скобках после символов указывает число случаев. Результаты, представленные для слогового ядра /a/, получены на основе анализа материалов от 6 дикторов, для /u/ — от 3 дикторов, для /i/ — от 2 дикторов.

* Символ Ø обозначает отсутствие соответствующего сегмента.

¹ Слова без палатализации.

² Слова с палатализацией.

Основные варианты воспринятых качеств терминальных конечных сегментов

Последующие согласные	Слоговые ядра		
	/a/	/u/	/i/
/-p/	/1/ [ɔ(ɔ)] (4)	/1/ [u _o (u _o)] (1), [u _o (u _o)] (1), Ø (1)	/2/[j _o (j _o)] (2), [j _o (j _o)] (1)
/-v/	/1/ [ɔ(ɔ)] (2)	/1/ [ш(ш)] (2), [y _o (uc +)] (1)	/1/[j _o e _o (j _o e _o +)] (1)
/-m/	/3/ [5(5)] (16)	/2/ [y _o (y _o +)] (1), [y _o (y _o +)] (1), [y _o (y _o +)] (1), [y _o (y _o +)] (1), [y _o (y _o +)] (1), [y _o (y _o +)] (1)	/2/[j _o (j _o)] (2), [j _o (j _o)] (1), [j _o (j _o)] (1)
/-t, -s, -l, -r/	/5/ [ε(ε)] (14), [ε(ε-)] (3)	/8/[ш(ш)] (10), [ш(ш +)] (3), [ш _o (ш _o)] (2), [ε _o (ε _o -)] (2), [y _o (uc +)] (2)	/6/[j _o (j _o)] (3), [j _o (j _o -)] (3)
/-n/	/2/ [ē(ē)] (8), [ā(ā +)] (2)	/2/ [w̃(w̃)] (2), [y _o (y _o +)] (2)	/3/[j _o (j _o)] (4)
/-t', -s', -l'/	/5/ [j _o (j _o)] (16), [i(i)] (12)	/7/[i(i)] (10), [j _o (j _o)] (7)	/4/[j _o (j _o)] (5)
/-ñ/	/2/ [j _o (j _o)] (6), [j _o (j _o)] (6)	/2/[j _o (j _o)] (4), [j _o (j _o)] (2)	/3/[j _o (j _o)] (2), [j _o (j _o)] (1), [j _o (j _o +)] (1), [j _o (j _o)] (1)
/-j/	/1/ [j _o (j _o)] (2)	/1/[i(i)] (1), [j _o (j _o)] (1), [ε _o (ε _o +)] (1)	
/-k/	/4/ [j _o (j _o)] (11), [j _o (j _o +)] (5)	/3/[j _o (j _o -)] (3), [ш(ш)] (2)	/1/[j _o (j _o)] (1), [j _o (j _o -)] (1)
/-ŋ/	/2/ [j _o (j _o)] (7)	/2/[j _o (j _o -)] (2), [w̃(w̃)] (2)	/3/[j _o (j _o -)] (4), [j _o (j _o)] (2)
/-h/	/1/ [g _o (g _o -)] (2), [j _o (j _o)] (2)	/2/[j _o (j _o -)] (1), [j _o (j _o -)] (1), [j _o (j _o -)] (1), [ш _o (ш _o)] (1), [ш(ш)] (1)	/1/[j _o (j _o -)] (1), [j _o (j _o -)] (1)

Примечание. Обозначения те же, что в табл. 25.

3.3.4.1. При наличии палатализации, в отличие от случаев ее отсутствия (сравнение проведено по минимальным фонологическим парам), аудитивно зарегистрирован стабильно проявляющийся переход качества минимальных сегментов, следующих за характерным сегментом, в сторону [i] (в случае /i/ отмечается бóльшая закрытость артикуляции) и рост числа минимальных сегментов вместе с увеличением их суммарной длительности (= длительности конечного перехода). При этом длительность [i]-овых минимальных сегментов в случае краткого /a/ составляет в среднем 51 мсек, что составляет 67,1% от суммарной длительности минимальных сегментов, следующих за характерным сегментом, и 31,8% от общей длительности гласной; в случае /u/ соответствующие показатели составляют 45 мсек, 45,9 и 24,7%.

3.3.4.2. Под влиянием палатализованного контекста проявляется тенденция к образованию всего слога с большей продвинутой и/или закрытой; особенно четко это воспринимается в последовательностях /k+a/ (см. табл. 25, ср. табл. 11 и 10) (трактовку палатализации см. подробнее: Liiv, 1965a, б; см. также Ariste, 1943, 1953; Laugaste, 1956; Lehiste, 1965; Vihman, 1967; Eek, 1971a).

3.3.5.1. В случае назального контекста назализация гласного воспринимается, как правило, лишь в сегментах начального перехода в контексте N+V и лишь в сегментах конечного перехода в контексте V+N (при методе сегментации, примененном в настоящей работе). В контексте N+V+N назализация воспринимается во всех составляющих сегментах слогового ядра — в случае /a/ и /u/ ее степень снижается в направлении характерного сегмента, в случае /i/ такой градации не наблюдается; могут встречаться и такие индивидуальные различия, при которых в названном контексте ощутимая назализация в характерном сегменте может вообще отсутствовать (см., напр., табл. 6 КТ).

3.3.5.2. Относительная длительность назализации, воспринятой в слоговых ядрах (в процентах от общей длительности) (см. табл. 27), составляет в контекстах N+/a, u, i/ в среднем 47,6% и в контекстах /a, u, i/+N в среднем 48,3%, будучи практически одинаковой (по гласным наблюдаются заметные различия). По степени воздействия назального контекста гласные выстраиваются весьма стабильно в следующем порядке: /i/ > /a/ > /u/. (Единственной группой, составляющей исключение из названной закономерности, является контекст /u/+N(\bar{P}), что объясняется, по-видимому, близостью мест образования последовательности /u+n/ в единственном подвергнутом анализу слове /ршп/: k.) Наибольшая степень воздействия назального контекста на /i/ вполне понятна, так как «ввиду узости прохода между языком и нёбом в случае гласного [i] и наличия поэтому большой индуктивности L_M в ротовом тракте, становится ясным, что передача через носовой тракт может быть весьма заметной даже при малой величине связи между ротовым и носовым трактами» (Fant, 1960: 156—157).

3.3.5.3. Под влиянием палатализации снижается длительность воспринимаемой назализации в случае прогрессивной назализации в среднем на 3,2% и в случае регрессивной — в среднем на 9,9%. Названная тенденция проявилась в анализированном материале наиболее четко в случае /u/: соответственно 13,1 и 25,6% (исключение составляют N+/i/ и /a/+N, что объясняется скорее всего ограниченным объемом проанализированного материала: палатализованных контекстов было в обеих группах всего по одному примеру).

3.3.5.4. Средняя относительная длительность артикуляторной назализации (открытости вело-фарингального прохода), как и следовало ожидать, превышает среднюю относительную длительность назализации, воспринятой в слоговых ядрах (см. табл. 28 и 27). (Исключение из общей тенденции составляет обратная разность полученных измерений по группе /a/+N с палатализацией, обусловленная, по-видимому, аномальным значением здесь длительности воспринятой назализации, см. 3.3.5.3; в результате этого получается обратная разность в контексте /a/+N и по средним значениям D_n .) Следовательно, сравнительно слабое соединение между полостями рта, глотки и носа еще не генерирует воспринимаемого акустического эффекта. Следует также отметить, что относительная средняя длительность артикуляторной прогрессивной назализации

Таблица 27

Относительная средняя длительность назализации, воспринятой в слоговых ядрах
(в процентах от общей абсолютной длительности слогового ядра)

Контекст	\bar{P}	P	D_n^-
N+/a/	/2/ 47,5 (12) [19 ÷ 73]	/2/ 40,0 (11) [19 ÷ 61]	/4/ 43,7 (23) [19 ÷ 73]
N+/u/	/4/ 42,4 (12) [27 ÷ 75]	/1/ 29,3 (3) [20 ÷ 43]	/5/ 39,8 (15) [20 ÷ 75]
N+/i/	/2/ 62,4 (3) [33 ÷ 82]	/1/ 72,7 (1)	/3/ 65,8 (4) [33 ÷ 82]
N+/a, u, i/	/8/ 48,7 (27) [19 ÷ 82]	/4/ 45,5 (15) [20 ÷ 73]	/12/ 47,6 (42) [19 ÷ 82]
/a/+N	/4/ 38,4 (24) [19 ÷ 67]	/1/ 47,5 (6) [35 ÷ 62]	/5/ 40,2 (30) [19 ÷ 67]
/u/+N	/1/ 46,3 (3) [40 ÷ 52]	/1/ 20,7 (3) [17 ÷ 26]	/2/ 33,5 (6) [17 ÷ 52]
/i/+N	/3/ 69,3 (5) [38 ÷ 100]	/1/ 55,0 (1)	/4/ 65,8 (6) [38 ÷ 100]
/a, u, i/+N	/8/ 51,0 (32) [19 ÷ 100]	/3/ 41,1 (10) [17 ÷ 62]	/11/ 48,3 (42) [19 ÷ 100]

Примечание. N — предшествующие слоговому ядру назальные /m, n, п/ или последующие назальные /m, n, η/; \bar{P} — словесные структуры без палатализации; P — словесные структуры с палатализацией; D_n^- — средняя длительность воспринятой назализации в данном контексте. Цифра в наклонных скобках указывает число словесных структур, различающихся консонантным контекстом противоположного края слогового ядра; цифра в круглых скобках — число случаев. Цифрами в квадратных скобках обозначены соответствующие минимальное и максимальное значения индивидуальных случаев.

Таблица 28

Относительная средняя длительность артикуляторной назализации
(открытости вело-фарингального прохода) слоговых ядер
(в процентах от общей абсолютной длительности)
на основе покадровых кинофлуорограмм (диктор ЛВ)

Контекст	\bar{P}	P	D_n^-
N+/a/	/2/ 68,9	/2/ 69,5	/4/ 70,5
/a/+N	/5/ 41,1	/6/ 25,5 *	/11/ 32,6

Примечание. Обозначения те же, что в табл. 27. D_n^- — средняя длительность артикуляторной назализации в указанном контексте. Артикуляторной назализацией не считали те фазы речеобразования гласного, при которых на кинофлуорограммах минимальное расстояние по медианной сагиттальной плоскости между небной занавеской и задней стенкой глотки было ≤ 1 мм (как известно, узкий вело-фарингальный проход характерен для естественного произношения неназализованного гласного [a], см. Liiv, 1961).

* Словесные структуры несколько отличались от слов, подвергнутых слуховому анализу.

в рассмотренном материале более чем вдвое превышает длительность регрессивной назализации (в последнем случае, правда, часть словесных структур отличалась) — соответственно 70,5 и 32,6%. Отличительным моментом является также сравнительная близость относительной длительности артикуляторной прогрессивной назализации в

случае наличия и отсутствия палатализации (тем самым при наличии палатализации отличие здесь от длительности воспринятой назализации больше). В связи с этим может быть выдвинута гипотеза о том, что механизмы восприятия в случае палатализации раньше прекращают регистрацию слабой «рудиментарной» назализации (возникающей вследствие механической инерции мягкого нёба), которая не несет функциональной нагрузки, и начинают описывать качественные изменения слогового ядра, «предсказывающие» палатализацию, имеющую смысловую нагрузку.⁶ Сравнительно небольшое различие относительной длительности артикуляторной и воспринятой назализации в последовательности /a/ + N(\bar{P}) (соответственно 41,1 и 38,4%) объясняется, по-видимому, значительной ролью соответствующих переходов гласного в восприятии назальных согласных. Уменьшение относительной длительности регрессивной назализации при наличии палатализации соответствует вышеизложенной общей закономерности.

3.3.5.5. Вышеприведенные результаты как по артикуляторной, так и воспринимаемой назализации в большей или меньшей мере отличаются от данных, приведенных в литературе. Что касается эстонского речевого материала, то в части артикуляторной назализации П. Аристе устанавливал (на основе пневматических регистраций наличия/отсутствия потока воздуха из носовых отверстий), что относительная длительность прогрессивной назализации гласных всегда составляет 100%, а регрессивная может колебаться от 0 до 100% (Ariste, 1938). А. Эк на основе кинофлуорограмм отмечает, что относительная длительность регрессивной назализации составляет >50% и прогрессивной назализации — около 100% (Eek, 1971б). Здесь рассматривалась гласная /a/, причем последнее утверждение относится к /a/ заударного второго слога (исходя из анализируемого речевого материала). Ранее вопрос о воспринимаемой назализации на базе эстонского речевого материала не рассматривался.

Интересно отметить, что, например, К. Л. Моля и Р. Г. Данилоф, при анализе английского речевого материала пришли к выводам, существенно отличающимся от выводов данного исследования: в последовательностях NVC (C — не назальная согласная) в подавляющем большинстве случаев (>70%) вело-фарингальный проход начинает закрываться уже до начала гласного, и наоборот — в последовательностях CVN раскрытие этого прохода начинается уже до начала гласного; итак, в общем артикуляторная прогрессивная назализация гласного здесь, практически, почти не проявляется, а относительная длительность регрессивной назализации приближается к 100% (Moll, Daniloff, 1971). С последней работой, видимо, хорошо согласуются и результаты опытов по восприятию коартикуляторной назальности, проведенные Л. Али и другими (Ali и др., 1970) также на материале английского языка. Здесь аудиторы удовлетворительно воспринимали наличие назальности и в том случае, когда в последовательностях CVN и CVVN конечный назальный согласный и переход VN были удалены. Следовательно, регрессивная назализация должна была наличествовать и в характерном сегменте (а, возможно, и в начальном переходе) исходного материала. По-видимому, проявление коартикуляторной назализации носит в разных языках существенно различный характер (ни в эстонском, ни в английском языках назализация не имеет фонологического значения).

3.3.6.1. Изучение табл. 25 и 26 наглядно показывает, что вариативность принятых решений о качествах терминальных сегментов в определенных сочетаниях взаимовлияния гласного и согласного сравнительно мала, однако в других комбинациях она характеризуется существенно большим рассеиванием (ср. также, например, начальные переходы при лабиальных контекстах в табл. 2—6 с переходами при /r/-контексте в табл. 7; конечные переходы в табл. 2 и 12 и т. д.).

3.3.6.2. Относительно вариативности воспринятых качеств минимальных сегментов на протяжении всего слогового ядра или его значительной части следует отметить следующее: 1) наиболее стабильно проявляются качественные изменения, при-

⁶ При такой трактовке следует, конечно, учитывать предположение, что в оперативной памяти экспериментатора действительно накапливается последовательность качеств минимальных сегментов всего слогового ядра, см. 2.4.

сушие палатализации (см. 3.3.4); это вполне согласуется с ранее высказанным выводом, что более существенным акустическим коррелятом слухового восприятия палатализации в эстонском языке следует считать наличие [i]-образных конечных переходных сегментов гласных, предшествующих альвеолярно-дентальным согласным; 2) наибольшая вариативность зарегистрирована в области воспринятой назализации (этот феномен выражен, например, сравнительно большим диапазоном минимальных и максимальных значений индивидуальных случаев, приведенных в табл. 27). Именно этого и следовало ожидать, принимая во внимание весьма значительные различия индивидуумов в строении носового тракта с возможными шунтирующими ветвями *sinus frontales* и *sinus maxillares*, индивидуальные различия моторной системы небной занавески, исключительно сложную акустическую систему резонансов-антирезонансов (полусовнулей), характеристики которой изменяются, впрочем, и в зависимости от величины связи полостей рта, глотки и носа, наличия и величины асимметрии носовой системы и других факторов (см., напр., Fant, 1960; Lindqvist, Sundberg, 1972 и др.).⁷

4. В заключение автор выражает надежду, что предпринятая в настоящей работе попытка расчленить и проанализировать процесс речевого восприятия поможет раскрытию сущности тех единиц, которые слушатель использует на фонологическом уровне речевого восприятия и при накоплении речевых феноменов в оперативной памяти, и даст дополнительную информацию для понимания временного аспекта в идентификации этих единиц слушателями.

⁷ Результаты слухового анализа слоговых ядер в словах трех степеней долготы приведены в работе: Liiv, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

- Ali L., Gallagher T., Goldstein J., Daniloff R., 1971. Perception of Coarticulated Nasality. *Journal of the Acoustical Society of America (JASA)* 49 (2): 538—540.
- Ariste P., 1938. Nasalisatsioonist eesti keeles. *Eesti Keel XVII*: 138—145.
- Ariste P., 1943. Eesti ühiskeele palatalisatsioonist. *Katselisfoneetilisi tähelepanekuid. Acta Universitatis Tartuensis/Dorpatensis B L.2* : 3—35.
- Ariste P., 1953. *Eesti keele foneetika*. Tallinn.
- Eek A., 1971a. Articulation of the Estonian Sonorant Consonants. III. Palatalized [n] and [l]. *Известия Академии наук Эстонской ССР. Общественные науки* 20 (2) : 173—191.
- Eek A., 1971b. Articulation of the Estonian Sonorant Consonants. V. [ŋ]. *Советское финно-угроведение* 7 (4) : 259—268.
- Fant G., 1960 (2-е изд. 1970). *Acoustic Theory of Speech Production*. s'-Gravenhage (The Hague — Paris).
- Flanagan J. L., 1965. *Speech Analysis, Synthesis and Perception*. Berlin — Heidelberg — New York. (Kommunikation und Kybernetik in Einzeldarstellungen 3).
- Laugaste G., 1956. Konsonantide palatalisatsioon eesti keeles. *Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised. Ajaloo-Keeleteaduskonna töid* (43) : 74—88.
- Lehiste I., 1965. Palatalization in Estonian: Some Acoustic Observations. В кн.: *Estonian Poetry and Language*. Stockholm : 136—162.
- Lehiste I., 1970. *Suprasegmentals*. Cambridge, Massachusetts — London.
- Lehiste I., 1972. The Units of Speech Perception. *The Ohio State University (Columbus, Ohio) Computer and Information Science Research Center Working Papers in Linguistics* (12) : 1—32.
- Liiv G., 1961. On Qualitative Features of Estonian Stressed Monophthongs of Three Phonological Degrees of Length. *Известия Академии наук Эстонской ССР. Серия общественных наук X* (1) : 41—66; (2) : 113—131.
- Liiv G., 1962. On the Acoustic Composition of Estonian Vowels of Three Degrees of Length. *Известия Академии наук Эстонской ССР. Серия общественных наук XI* (3) : 271—290.
- Liiv G., 1965a. Preliminary Remarks on the Acoustic Cues for Palatalization in Estonian. *Phonetica* 13 (1—2) : 59—64.

- Liiv G., 19656. Some Experiments on the Effect of Vowel-Consonant Transitions upon the Perception of Palatalization in Estonian. Советское финно-угроведение 1 (1) : 33—36.
- Liiv G., 1970a. Some Notes on the Experimental Study of Spectral Parameters of Vowel-Consonant Transitions in Estonian. Proceedings of the Sixth International Congress of Phonetic Sciences Prague 1967. Praha : 549—551.
- Liiv G., 19706. Some Remarks on the Acoustic Structure Dynamics of Coarticulation and Distinctive Quantity (with Special Reference to Estonian Syllable Nuclei). Report presented to Congressus tertius internationalis fenno-ugristarum, Tallinn, 17.—23. VIII 1970 (в печати).
- Lindblom B., 1963a. On vowel reduction. The Royal Institute of Technology (Stockholm) The Speech Transmission Laboratory Div. of Telegraphy-Telephony Report (29).
- Lindblom B., 19636. Spectrographic Study of Vowel Reduction. JASA 35 (11) : 1773—1781.
- Lindblom B. E. F., Studdert-Kennedy M., 1967. On the Rôle of Formant Transitions in Vowel Recognition. JASA 42 (4) : 830—843.
- Lindqvist J., Sundberg J., 1972. Acoustic Properties of Nasal Tract. Royal Institute of Technology (Stockholm) Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report (1) : 13—17.
- MacNeilage P. F., DeClerk J. L., 1969. On the Motor Control of Coarticulation in CVC Monosyllables. JASA 45 (5) : 1217—1233.
- Moll K. L., Daniloff R. G., 1971. Investigation of the Timing of Velar Movements during Speech. JASA 50 (2) : 678—684.
- The Principles of the International Phonetic Association. 1949 (1958). London.
- Sovijärvi A., Peltola R. (ред.), 1958 (2-е изд. 1970). Suomalais-ugrilainen tarkekirjoitus. Publications Instituti Phonetici Universitatis Helsingiensis (9). Helsinki.
- Stevens K. N., Halle M., 1967. Remarks on Analysis by Synthesis and Distinctive Features. В кн.: Wather-Dunn W. (ред.), Models for the Perception of Speech and Visual Form. Proceedings of a Symposium (1964). Cambridge, Massachusetts — London : 88—102.
- Stevens K. N., House A. S., 1970. Speech Perception. В кн.: Tobias J. (ред.), Foundations of Modern Auditory Theory I. New York.
- Stevens K. N., House A. S., Paul A. P., 1966. Acoustical Description of Syllabic Nuclei: An Interpretation in Terms of a Dynamic Model of Articulation. JASA 40 (1) : 123—132.
- Vihman M. M., 1967. Palatalization in Russian and Estonian. University of California (Berkeley) Project on Linguistic Analysis Reports, Second Series (1) : VI—V32.
- Бондарко Л. В., Загоруйко Н. Г., Кожевников В. А., Молчанов А. П., Чистович Л. А., 1968. Модель восприятия речи человеком. Новосибирск.
- Варшавский Л. А., Глушкова О. Б., 1957. Прибор для выделения звуков из слов и звукоочетаний (сепаратор). Научно-технический сборник 3 (13). Ленинград : 45—54.
- Венде К., 1967. Финно-угорская транскрипция (ФУТ) в историческом аспекте и в сопоставлении с международным фонетическим алфавитом (МФА). Таллин.
- Лийв Г., Ээк А., 1968a. О проблемах экспериментального изучения динамики речеобразования: комплексная методика синхронизированного кинофлуорографирования и спектрографирования речи. Известия Академии наук Эстонской ССР. Биология XVII (1) : 78—102.
- Лийв Г. Э., Ээк А. Э., 19686. Синхронное изучение динамики артикуляции и спектральных характеристик речи. Труды VI Всесоюзной Акустической Конференции (Москва, 1968 г.) : доклад 3 II 4.
- Лийв Г. Э., 1973a. Об одном опыте оценки времени интегрирования слуховой системы человека при восприятии речи. Труды VIII Всесоюзной Акустической Конференции (Москва, 1973 г.).
- Чистович Л. А., 1961—1962. Текущее распознавание речи человеком. Машинный перевод и прикладная лингвистика, Изд. I МГПИИЯ (6) : 39—79; (7) : 3—44.
- Чистович Л. А., Кожевников В. А., Алякринский В. В., Бондарко Л. В., Голузина А. Г., Клаас Ю. А., Кузьмин Ю. И., Лисенко Д. М., Люблинская В. В., Федорова Н. А., Щупляков В. С., Щуплякова Р. М., 1965. Речь. Артикуляция и восприятие. Москва—Ленинград.

Чистович Л. А., Кожевников В. А., 1969. Восприятие речи. В сб.: Вопросы теории и методов исследования восприятия речевых сигналов. Ленинград. (Академия наук СССР, Объединенный научный совет «Физиология человека и животных», Информационные материалы (22)) : 4—149.

Институт языка и литературы
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
1/IX 1972

G. LIIV

MINIMAALSETE, KUULDELISELT ERISTATAVATE SEGMENTIDE TAJUMISEST ERINEVATE KONSONANTKONTEKSTIDEGA SILBITUUMADES

Resüme

Artiklis esitatakse naturaalkõne koartikulatoorse protsesside tajumise uurimise tulemusi. Eesmärgiks oli fikseerida erinevates konsonantümbristes silbituumade koostussegmendid, mille jooksul toimuvaid akustiliste parameetrite väärtuste muutusi inimese kõnetajumehhanismid ei kirjelda (s. t. nende kvaliteete tajutakse (kvaasi-)homogeensetena), määrata nende osissegmentide kestus ja spetsifitseerida nende tajutav foneetiline kvaliteet (referentsiga artikulaatioonile).

Selliselt määratud nn. minimaalsegmentide kestus interpreteerib inimese kõnetajumehhanismide integreerimisaja «minimaksrajasid». Silbituuma dünaamika tendentse ja määra aga iseloomustavad osissegmentide tajutud kvaliteetide järgnevused. (Tajutud kvaliteete on tabelites kirjeldatud nii FUT (sulgudeta) kui ka IPA (ümarsulgudes) transkriptsioonis.)

Kõnematerjaliks olid eesti standardkeele tähenduslikud sõnad, põhiliselt asümmeetrilise kinnise silbi struktuuriga $C_1\check{V}C_2$. Analüüsi kolme põhilist pearõhulist silbituuma /a, u, i/, mille konsonantümbrise moodustavad silbi 11 algus- ja 17 lõpukonsonanti sõnastruktuurides /CVVC:::(C₂) (V) (C)/ (silbi lõpukonsonant on ülipikk). Analüüsi salvestusi 7 intormandilt (3 meest ja 4 naist). Kasutati segmentaatorit ja kõnespektrograafiaga sünkroniseeritud kinofluorograafiaaparatuuri komplekti.

Inimese kõnetajumehhanismi integreerimisaja rajade keskmiseks väärtuseks saadi 36,9 msec.

Silbituumade terminaalse minimaalsegmentide tajutud kvaliteetide põhivariandid on summeeritud tabelites 25 ja 26.

Vaadeldakse konsonantümbriseusest tingitud kvaliteedimuutuste erinevusi, mis tulevad silbituumade erinevast inherentsest struktuurist, ja määratakse konsonantkontekstid, mis kõige enam modifitseerivad ka silbituumade karakterse segmenti kvaliteeti. Selgus, et vokaali ja konsonandi koartikulatoorne seondumus on järjestes CV tihedam kui samadest komponentidest koosnevates järjestes VC.

Palatalisatsiooni korrelaadidena on registreeritud karaktersele segmentile järgnevate minimaalsegmentide kvaliteedi stabiilset muutumist [i]-lisuse suunas (/i/ puhul tajuti artikulasiooni suuremat ahtust) ja minimaalsegmentide arvu kasvu koos nende summaarse kestuse suurenemisega (seejuures on [i]-liste minimaalsegmentide kestus lühikese /a/ puhul keskmiselt 51 msec (31,8% kogukestusest) ja /u/ puhul 45 msec (24,7%)), samuti tendentsi moodustada kogu silp eespoolsemana ja/või ahtamana.

Nasaalkontekstis on silbituuma nasalisatsioon reeglipäraselt tajutav vaid eessiirde segmentides konteksti N+V ja vaid tagasiirde segmentides konteksti V+N korral (käsiolevas järgitud segmenteerimisprintsipi kasutades). Konteksti N+V+N puhul on nasalisatsioon tajutav silbituuma kõikides segmentides. Silbituumades tajutud nasalisatsiooni relatiivne kestus (%-des üldkestusest; vt. tab. 27) on kontekstides N+/a, u, i/ keskmiselt 48,3 ja kontekstides /a, u, i/+N keskmiselt 47,6% (vokaali esineb märgatavalt erinevusi). Nasaalkonteksti mõju määra järgi reastuvad vokaalid stabiilselt — /i/ > /a/ > /u/. Palatalisatsiooni mõjul kahaneb tajutava nasalisatsiooni kestus progressiivse nasalisatsiooni korral keskmiselt 3,2, regressiivse nasalisatsiooni korral keskmiselt 9,9%.

Artikulatoorse nasalisatsiooni (velofarüngaalse käigu avatuse) keskmine relatiivne kestus on ootuspäraselt silbituumades tajutud nasalisatsiooni keskmisest relatiivsest kestusest suurem (vrd. tab. 28 ja 27). Seega ei genereeri suu-, neelu- ja ninaõõne suhteliselt vähene ühendatus veel tajutavat akustilist efekti. Märkimist väärib ka asjaolu, et artikulaatorse progressiivse nasalisatsiooni relatiivne keskmine kestus on vaadeldud materjali järgi rohkem kui kaks korda suurem regressiivse nasalisatsiooni keskmisest kestusest: vastavad protsendid on 70,5 ja 32,6. Erinevuseks on ka artikulaatorse progressiivse nasalisatsiooni relatiivse kestuse ligilähedane võrdsus nii palatalisatsiooni esinemisel kui ka puudumisel.

Nii artikuloorse kui ka tajutava nasalisatsiooni kohta esitatud andmed erinevad kirjanduses leiduvatest.

Kõige stabiilsemad on palatalisatsiooni mõjul täheldatavad kvaliteedi muutused (vastavuses järelduusega, et palatalisatsiooni seisukohalt on olulisimaks akustiliseks korrelaadiks alveolaar-dentaalidele eelneva vokaali tagasiirde [i]-lised finaalsegmentid); kõige suuremat variatiivsust nii isikuti kui ka erinevate kontekstide järgi registreeriti, ja seda ootuspäraselt, tajutud nasalisatsiooni osas. Sellele osutavad ilmekalt näit. tabelis 27 esitatud individuaalsete üksikjuhtude miinimum- ja maksimumväärtuste suhteliselt suured diapasonid.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Keele ja Kirjanduse Instituut

Toimetusse saabunud
1. IX 1972

G. LIIV

ON THE PERCEPTION OF MINIMAL AURALLY DISCRIMINABLE SEGMENTS OF SYLLABLE NUCLEI IN VARIOUS CONSONANTAL ENVIRONMENTS

Summary

This paper presents certain results in the study of the perception of coarticulatory processes in natural speech. The aim of the work was (1) to ascertain in various consonantal environments such constituent segments of syllable nuclei where the changes of acoustic parametric values are no longer accessible to description by human speech perception mechanisms (i. e. whose qualities are perceived as (quasi-)homogeneous), (2) to measure the duration of such minimal segments, and (3) to specify their perceived phonetic quality (with reference to articulation).

The duration of the minimal segments determined in this way should interpret "the minimax limits" of the integration time of the human speech perception mechanisms. The sequences of the perceived qualities of constituent segments characterize the tendencies, and the rate, of the nuclear dynamics of the syllable (the perceived qualities are specified in the tables in two transcriptions, in the FUT (without brackets) as well as in the IPA (in parentheses)).

The speech material consists of meaningful words of Standard Estonian which for the most part have the structure of an asymmetrical closed syllable, $C_1\check{V}C_2$. Three principal stressed syllable nuclei are analyzed. /a, u, i/, embedded in 11 initial and 17 final consonants in word structures /CVC:: (C₂) (V) (C)/ (the syllable final consonant being overlong). The recordings of 7 informants, 3 male and 4 female, are analyzed in the paper. A gating circuit and a set of apparatus for cinefluorography synchronized with speech spectrography were used.

The mean value obtained for the limits of the integration time of the speech perception mechanisms is 36,9 msec.

The main variants of the perceived qualities of terminal minimal segments of nuclei are summed up in Tables 25 and 26.

Quality changes conditioned by consonantal environment are considered as well as differences in those changes stemming from the different inherent structures of the syllable nuclei. The consonantal contexts having the strongest modifying effect even on the quality of the characteristic segment of syllable nuclei are also determined. The material examined has indicated that the coarticulatory linking of the vowel and the consonant is closer in CV-sequences than in VC-sequences consisting of the same components.

The effect of palatalization manifests itself as a consistent change toward [i]-ness in the quality of the minimal segments following the characteristic segment (in the case of /i/, greater closeness of articulation was perceived) along with an increase of the number of minimal segments, and in a growth of their overall duration (the average duration of [i]-like minimal segments being 51 msec (or 31.8% of the total duration) for /a/ and 45 msec (24.7%) for /u/); the effect of palatalization can also be seen in the tendency to make the whole syllable more advanced and/or closer.

In a context of nasals, the nasalization of the syllable nucleus is as a rule perceived only in its initial transitional segments in case of N+V and only in segments of the final transition in case of V+N (in terms of the segmentation principles presented in the work reported). In case of an N+V+N context, nasalization is perceived in all segments of the nucleus. The relative duration (in per cent of total duration) of nasalization perceived in nuclei (see Tab. 27) is, on the average, 47.6 per cent in N+/a, u, i/ contexts and 48.3 per cent in /a, u, i/+N contexts (there are considerable differences between individual vowels). According to the rate of the influence that the vowels experience from a nasal context, they rank stably as /i/ > /a/ > /u/. Due to the action of palatalization the duration of perceived nasalization decreases by an average of 3.2 per cent in case of progressive nasalization and by an average of 9.9 per cent in case of regressive nasalization.

As would be expected, the average relative duration of articulatory nasalization (the open period of the velopharyngeal passage) exceeds the average duration of perceived nasalization of syllable nuclei (cf. Tables 28 and 27). Thus a relatively narrow coupling of the oral, pharyngeal and nasal cavities is insufficient to produce a perceptible acoustical effect. It is also worth noting that in the material covered the average relative duration of progressive articulatory nasalization is more than twice as great as that of regressive nasalization: 70.5 per cent and 32.6 per cent, respectively. Another difference is that the relative duration of progressive articulatory nasalization is very nearly the same in the presence of palatalization as it is in its absence.

The data presented on both articulatory and perceived nasalization differ from those in earlier literature.

The most consistent quality changes are those observed under the action of palatalization (in agreement with the conclusion that the most essential acoustic correlate of palatalization is the occurrence of [i]-like segments toward the end of the final transition of the vowel preceding a palatalized alveolar-dental consonant), the greatest variability (both with speakers and with different contexts) was ascertained, as could be expected, in perceived nasalization (this is clearly demonstrated by the relatively great ranges of minimum and maximum values of individual realizations given in Table 27).

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Language and Literature*

Received
Sept. 1, 1972