

ГЕОРГ ЛИЙВ (Таллин)

АКУСТИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ЭСТОНСКОГО СЛОВЕСНОГО УДАРЕНИЯ В СООТНОШЕНИИ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДОЛГОТОЙ¹

1. Введение

1.1. По проблемам лингвистического ударения, особенно за последние два-три десятилетия, опубликовано много экспериментальных исследований, однако результаты их весьма дивергентны (см., напр., обзоры литературы в работах: Heike 1969; Lehiste 1970; 1976; Ladefoged 1971; Чистович и др. 1976; Зиндер 1979). Такая ситуация объясняется чрезвычайными трудностями исследования ударения. Основной недостаток большинства работ заключается в том, что из всей совокупности действующих параметров рассматриваются лишь один-два параметра.

Ударение можно трактовать как аудитивное качество, формируемое комплексом многих физиологических и акустических факторов. Одной из наиболее приемлемых точек зрения можно считать гипотезу С. Эмана об импульсах ударения (Õhman 1967), которые проявляются в виде моментального сообщения квантума физиологической энергии всей системе речепорождения. Таким образом, в физиологии феномена ударения участвуют как легочная (подгортанная), так и гортанная и надгортанная системы, причем распределение энергии между упомянутыми подсистемами или их компонентами может в разных типах ударения (словесное, эмфатическое, фразовое) и в разных условиях быть (и, вероятно, есть на самом деле) различно и неравномерно (Netsell 1970). Стало быть, фактором, объединяющим разные фонетические корреляты ударения как интегрированного действия всех трех речепорождающих систем, и являются импульсы ударения.

Экспериментальные исследования показали, что потенциальными акустическими коррелятами ударения в разных языках могут быть 1) интенсивность, 2) длительность, 3) частота основного тона, 4) спектральные характеристики; в основном они все реализуются на гласном данного слога, но сопутствующие явления коартикуляции, а также редукции и субституции гласных охватывают весь слог, чем определяется слоговой характер ударения.²

¹ По материалам рукописного отчета о научной работе автора на тему «Исследование проблем акустической структуры слоговых ядер эстонской речи» (Таллин 1979), часть которых опубликована самим автором ранее, настоящую статью подготовил к печати К. Венде. Подстрочные комментарии его же.

² Упрощенный подход, при котором нельзя забывать, что ударение имеет смысл и корреляты его могут быть восприняты только при наличии противопоставления с реальным или потенциальным безударным слогом.

В зависимости от того, который из перечисленных параметров принято считать определяющим по его удельному весу в восприятии ударения какого-либо языка, в литературе говорят соответственно о динамическом, количественном, тоническом и качественном словесном ударении. Однако из нижеисследующего будет ясно, что такая терминология весьма условна.

Трудности при экспериментальном исследовании словесного ударения заключаются в следующем. Различия в длительности, интенсивности, частоте основного тона (и спектре) или, по крайней мере, в двух из этих параметров появляются одновременно, причем, например, положительная корреляция частоты основного тона и интенсивности детерминирована уже физиологией и аэродинамикой (по крайней мере, если не подключаются компенсаторные механизмы). Акустические корреляты словесного ударения служат и ингерентными признаками сегментных единиц (фонем); они же могут формировать и другие просодические категории (интонация предложения, дифференциальная долгота). Измеренные слуховыми механизмами человека значения соответствующих параметров как для сегментной, так и для суперсегментной информации одновременно фиксируются в оперативной памяти, и лишь в результате реализации стратегии правил принятия решения опознаются соответствующие лингвистические единицы или категории.

1.2. Чтобы оценить удельный вес определенного параметра, т. е. определить, является ли он признаком словесного ударения, в настоящей работе полученные результаты измерений сравниваются с приведенными в литературе соответствующими дифференциальными порогами слуховых механизмов человека (Flanagan 1965; Чистович и др. 1976). Вторым критерием служат статистические характеристики данных измерения: общеизвестно, что дистрибуция значений более информативных параметров бывает заметно компактней.

1.3. В эстонском языке главное словесное ударение зафиксировано на первом слоге (за исключением неассимилированных заимствованных слов, нескольких междометий и ономатопоэтических слов).

Словесное ударение в эстонском языке имеет главным образом конститутивную функцию. Связанному эстонскому ударению приписывается и делимитативная (словоразделительная) функция. Но поскольку ударение не может точно маркировать границу слова, правильнее считать, что оно лишь входит в совокупность пограничных сигналов. Делимитативными же могут быть только фоно-морфологические признаки (Зиндер 1979). Словесное ударение заслуживает внимания и как речеорганизующий элемент.

Экспериментальное исследование эстонского словесного ударения чрезвычайно сложно: кроме перечисленных выше трудностей, в первом слоге эстонского слова равным образом расположены ареалы реализации и словесного ударения, и дифференциальной долготы.

1.4. Относительно предыдущих исследований эстонского словесного ударения можно отметить лишь следующее.

Э. Пылдре (Põldre 1937) по кимограммам проанализировала отдельные изолированные слова, в которых носителем долготы являются сонорные согласные, и одно предложение в произношении дикторов из разных диалектных ареалов. Несмотря на отсутствие количественных данных и погрешности в формулировке, автор заметила связанную со словесным ударением тенденцию повышения основного тона.

Данное П. Аристэ (Ariste 1953) определение эстонского словесного ударения как динамического стало общепринятым и постоянно приводилось в качестве аксиомы.

А. Раун (Raun 1958) наиболее существенным коррелятом ударения считает длительность (length), а высоту основного тона называет фактором наименьшей важности. Однако при этом следует отметить в его трактовке некую концептуальную сплавленность словесного ударения и долготы.

У. Липпус, Э. Нийт и М. Реммель (Lippus, Niit, Rimmel 1977) пишут между прочим и об ударении (stress), но, как показывает анализируемый речевой материал, состоящий (в объеме 83%) из сочетаний двух односложных слов (см. Vende 1975), в действительности в работе рассматривается (гипертрофированная) эмфаза, которая (довольно искусственно) переносится то на первое, то на второе слово, например (эмфаза обозначена знаком гравис):

'Saab kaks. — Saab `kaks.

`Staaп saab. — Staaп `saab.

`Ka staaп. — Ka `staaп.³

Как известно, односложное слово не может быть носителем словесного ударения.⁴ Предложенное в работе противопоставление долгот «краткая — долгая» в таких последовательностях слов пар тоже более чем условно. На то, что дело не только в неправильном употреблении ударения как термина, но и в концептуальной погрешности, указывает и неоднократная противоречивость выводов и их рассеянность в разных частях той же статьи; в принципе и предлагаемое математическое выражение не может быть в соответствии с обработкой информации об ударении в механизмах слуха и восприятия.

Обзоры попыток ввести в фонологические трактовки долготы т. н. акцент представлены в работах В. Таули (Tauli 1966; 1973).

1.5. Как следует из вышесказанного, решение сложнейшей проблемы словесного ударения требует более многоаспектного и комплексного подхода. В настоящей работе синхронно анализируются на акустическом уровне параметры длительности, интенсивности, основного тона и спектра.

2. Методика

2.1. Материал и методы. Анализируемый речевой материал состоит из 27 словоструктур типов $'CV_1(:)CV_2$, где в позиции V_1 представлены все девять ударных гласных эстонского языка в «краткой», «долгой» и «сверхдолгой» степенях долготы (соответственно Q1, Q2, Q3); в позициях C стоят альвеолярные согласные и в позиции V_2 все четыре возможные для нее гласные (a, e, i, u). Эти слова расположены в начале предложений приблизительно одинаковой структуры и длины; логическое (фразовое) ударение на них не падает. Предложения зачитаны в случайном порядке. Каждое записано в произношении шести дикторов (трое мужчин и три женщины) и для измерения основного тона и общей интенсивности обработано на ЭВМ. Частота квантования — 20 кгц; применялся 8-битный аналого-цифровой преобразователь. Частота основного тона определялась методом скольжения. Сегментация проводилась путем предварительной фильтрации гармони-

³ Здесь автор неправ: переносится не гипертрофированная эмфаза, а фразовое (логическое) ударение, причем каждое предложение представляет собой нормальную логичную реакцию на определенное прозвучавшее высказывание. Переводы: *'Будет два. — `Два будет. `Штаб получит. — Штаб по`лучит. `Тоже штаб. — И `штаб.*

⁴ Явная оговорка: имеется в виду то, что в односложном слове невозможно противопоставление ударенности-неударенности; если же односложное слово употребляется как полнозначное, оно всегда может иметь словесное ударение, определяющее его место в смысловой структуре предложения.

ческих составляющих. В переходах между согласными и гласными не учитывались те значения начала и конца гласного, где при низком уровне интенсивности появлялись большие или направленные в противоположную общему движению сторону скачки основного тона. Частоты основного тона преобразовывались в полутона относительно 1 гц; затем считывались значения параметров основного тона и общей интенсивности через каждые 5 мсек. Точность измерения частоты — $\pm 0,5$ гц и $\pm 0,005$ полутона (пт) логарифмической шкалы.

2.2. Выбор параметров. Из всемыслимых комбинаций простых параметров постепенно избирались те, которые могут участвовать в функционировании эстонского словесного ударения. Входящие в набор параметров для настоящей статьи измеряемые величины изображены на рис. 1: высота основного тона в пяти точках (начало первого гласного (P_1), максимальное значение его (P_2) и конец (P_3); начало (P_4) и конец (P_5) второго гласного); интенсивность в тех же точках (I_1+I_5); максимумы интенсивности слогов ($I_{I\max}$, $I_{II\max}$); длительность между точками измерения $P(t_1, t_4)$; общая длительность гласных (D_I, D_{II}); длительность переходных и стационарного участков гласного (T_I, C, T_2 — по спектрограммам); средняя интенсивность каждого гласного (I_I, I_{II}).

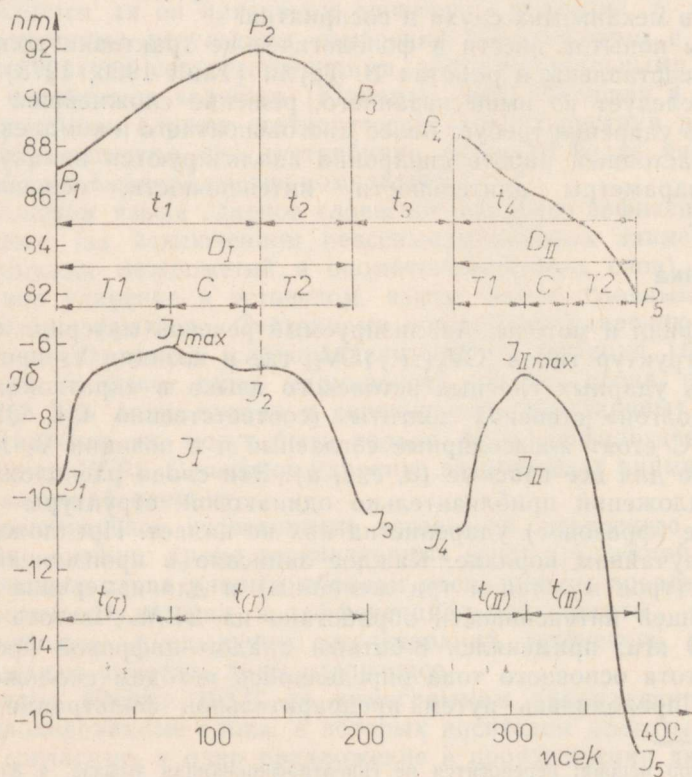


Рис. 1. Точки измерения контуров основного тона и общей интенсивности вместе с длительностями составных сегментов слоговых ядер, измеренных по спектральным параметрам. Примечание. Представлены нормализованные контуры и усредненные составные сегменты слов Q2 (мужчины и женщины вместе взятые).

3. Длительность

Так как длительность в эстонском языке является дифференциальным признаком при различении значений и форм слов, она не может быть значительным акустическим коррелятом при восприятии словесного ударения. Тем более, что в словах Q1 общая длительность гласного заударного слога в среднем на 25% превышает общую длительность главноударного слога (см. табл. 1).

Таблица 1

Длительность ударных и безударных гласных (мсек)

	Сегментация по спектру		Сегментация по частоте основного тона	
	Ударные	Безударные	Ударные	Безударные
Q1	112,3	150	95,88	151,93
Q2	198,89	111,74	184,92	109,59
Q3	281,98	105,4	277,41	105,46

4. Интенсивность

Для оценки удельного веса интенсивности в структуре словесного ударения значения параметров были вычислены в слоговых ядрах ударного и безударного слогов идентичных гласных звуко типов (/а, и, е, i/), чем исключались флуктуации, происходящие от собственной интенсивности гласных (табл. 2). При чтении таблицы следует учитывать, что в общем уровни интенсивности измерены как затухание от максимального уровня всего материала, т. е. в отрицательных значениях децибеллов; и только при измерении (в условных единицах) т. н. интегральной энергии понадобилось пересчитать уровни в виде положительных значений децибеллов по отношению к определенному уровню, ниже которого не имеется зарегистрированных значений, а именно вверх от -25 дб (параметры 3, 4, 11). На основании приведенных в табл. 2 количественных данных оправданы следующие выводы.

(1) Разница экстремальных значений интенсивности в ядрах ударного и безударного слогов (параметр 9) минимальна, к тому же она разнонаправлена (у дикторов женского пола экстремальный уровень безударного гласного даже выше).

(2) Отношение средних уровней интенсивности слоговых ядер ударного и безударного слогов (параметр 10; ср. также 1 и 2) указывает на то, что I_1 несколько выше, но величина этого различия недалеко от дифференциального порога.

(3) Отношение т. н. интегральных энергий слоговых ядер ударного и безударного слогов (параметр 11), которое могло бы послужить акустическим коррелятом громкости, проявляет очень сильную корреляцию с длительностью; в словах же Q1 интегральная энергия ударного гласного меньше, чем безударного (в действительности их отношение равно отношению длительностей).

(4) Параметр 12 дает некую оценку «выделенности» экстремального значения относительно среднего уровня, а вместе с тем и распределения энергии внутри ударного и безударного слогов. Большая проминентность экстремума и тенденция к большей неравномерности распределения энергии в какой-то степени наблюдаема в безударном слоге, но указанное различие невелико по сравнению с дифференциальным порогом, имеет непоследовательный характер и довольно большую вариативность (σ в табл. 2).

(5) $I_{1\max} - I_3$ (параметр 7) в сущности характеризует переход от

гласного к последующему согласному в разных степенях долготы: спад уровня интенсивности увеличивается с ростом долготы, причем наибольшее различие достигается в Q3, что доказывает слабый (ненапряженный) приступ.

Значения $I_{II\max} - I_5$ (параметр 8) дают информацию о стыке слов.

Параметры 7 и 8 с точки зрения перцепции имеют значительные величины.

Параметр 13 дает информацию о своеобразии этих реализаций, тут тоже видим изрядные величины.

Представленные количественные данные и всесторонний их анализ убедительно показывают, что интенсивность не имеет заметного удельного веса в восприятии словесного ударения. Таким образом, отсутствует фактическое основание называть эстонское словесное ударение динамическим, как это по традиции делалось на протяжении десятилетий.

Таблица 2

Измерительные значения параметров интенсивности противопоставленных по долготе словоструктур в ядрах ударного и безударного слогов с тождественным типом гласных (/a, u, e, i/) (трое мужчин и три женщины)

Параметр	№	Q1	Q2	Q3	Q123	
I_I	(1)	7,35	7,46	8,95	7,92	
I_{II}	(2)	8,41	9,13	10,31	9,28	
$I_I \cdot (t_1 + t_2)$	(3)	1532,61	2853,31	4275,08	2861,87	
$I_{II} \cdot t_4$	(4)	2568,60	1648,60	1596,69	1948,01	
$I_{I\max} - I_I$	(5)	-2,43	-2,46	-3,55	-2,82	
$I_{II\max} - I_{II}$	(6)	-3,24	-3,00	-3,25	-3,16	
$I_{I\max} - I_3$	(7)	-4,63	-5,25	-8,13	-6,00	
$I_{II\max} - I_5$	(8)	-11,04	-9,20	-12,46	-10,90	
$I_{I\max} - I_{II\max}$	(9)	-0,25	-1,13	-1,70	-1,00	
		муж.	0,25	1,67	-0,42	0,00
		жен.	-0,75	-2,42	-2,83	-2,00
$I_I : I_{II}$	(10)	0,93	0,85	0,88	0,87	
$\frac{I_I(t_1 + t_2)}{I_{II}t_4}$	(11)	0,62	1,81	2,91	1,78	
$(I_{I\max} - I_I) -$	(12)	1,31	0,32	-0,50	0,39	
$-(I_{II\max} - I_{II})$		σ 1,27	2,75	2,92	2,38	
$(I_{I\max} - I_3) -$	(13)	6,0	3,96	4,33	4,76	
$-(I_{II\max} - I_5)$						

5. Спектральные характеристики

5.1. Целевые значения формантных частот.

На основании опубликованных ранее (см. Liiv, Rimmel 1970) данных о различиях между целевыми значениями формантных частот ударных и безударных гласных в противопоставленных по долготе словоструктурах можно вкратце констатировать следующие явные различия.

(1) В пространстве целевых значений формантных частот ударные гласные занимают позиции, возможно далекие друг от друга, к окраинам пространства, безударные же гласные как бы стремятся к середине этого пространства; в этом выражается оппозиция контрастированность-редуцированность.

(2) Расстояния между ударными и безударными гласными увеличиваются с ростом долготы слова, т. е. увеличиваются контрастность ударных и редукция безударных гласных. Расстояния эти в словах третьей степени долготы показаны на рис. 2.

(3) При трансконсонантной коартикуляции (когда гласные ударного и безударного слогов представляют разные фонемы) редукция безударных гласных несколько сильнее.

(4) Расстояния ударных и безударных гласных в формантном пространстве очень велики быть не могут, потому что их ограничивает необходимость фонеморазличения.

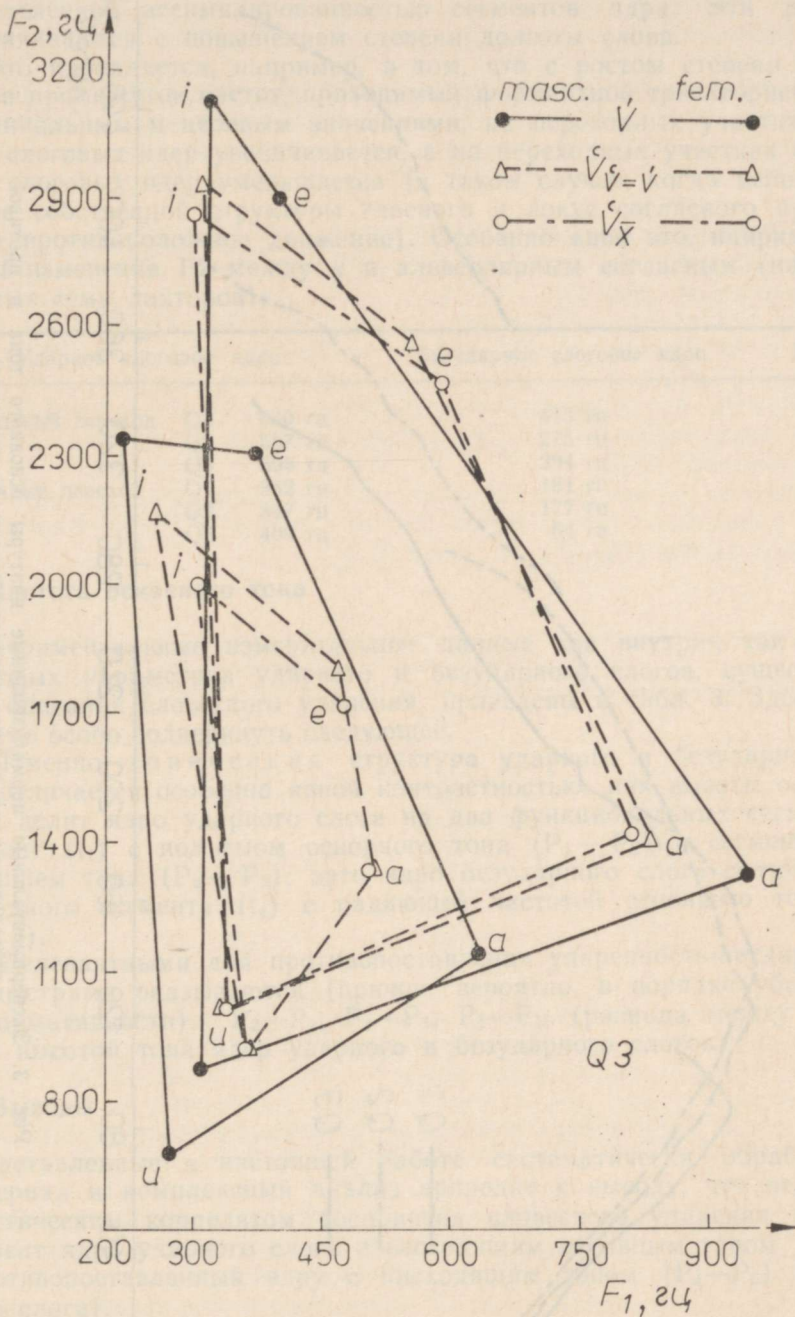


Рис. 2. Различия в спектральном составе ударных и безударных слоговых ядер слов Q3 на плоскости F_1/F_2 . Примечание. $\check{V}_{\check{v}=\check{v}}^{\check{c}}$ — безударный гласный в словоструктурах с идентичным ударным гласным; $\check{V}_{\bar{x}}^{\check{c}}$ — безударный гласный, усредненный по всем словоструктурам, в которых он встречается.

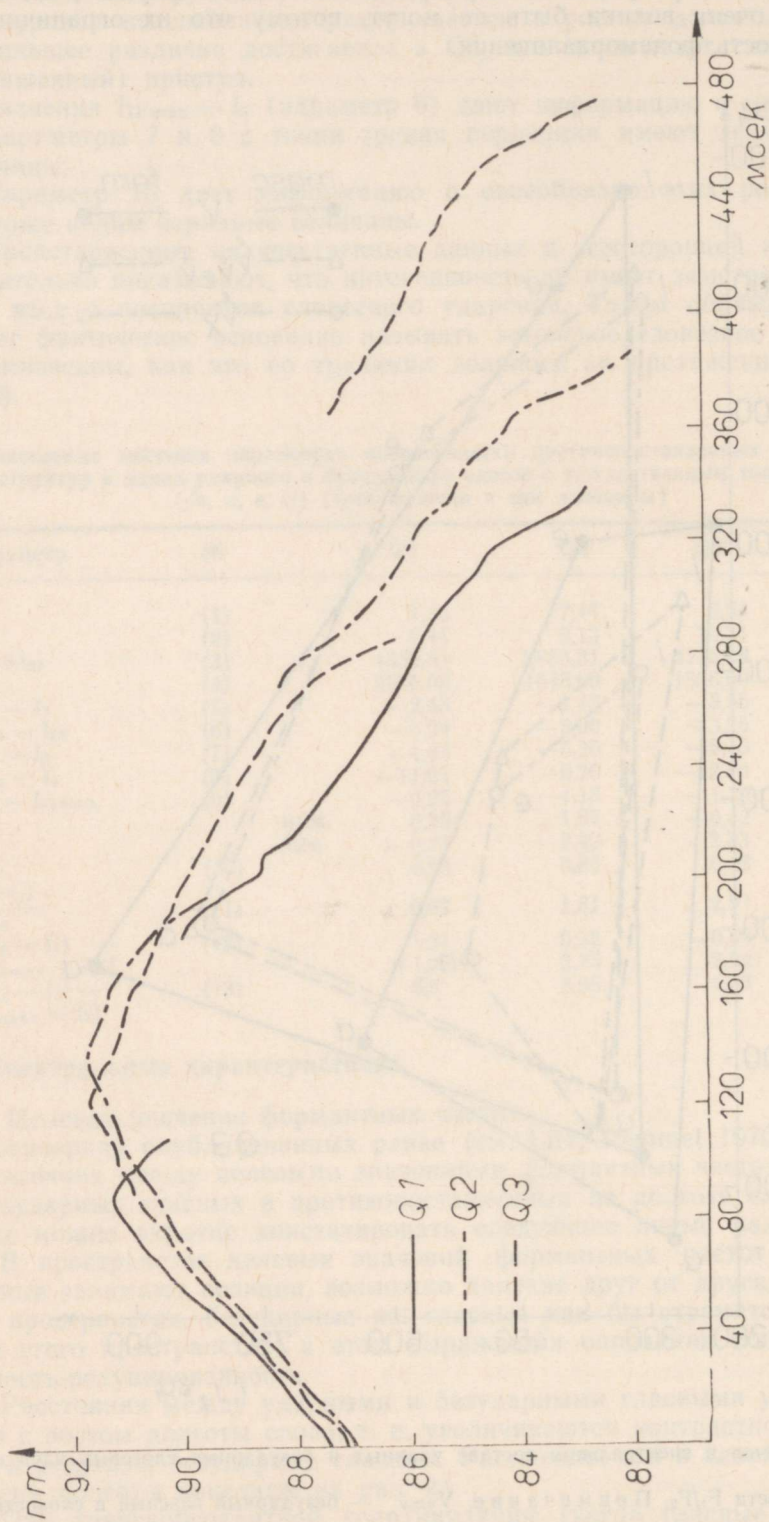


Рис. 3. Экспериментальные нормализованные контуры основного тона в противопоставленных по длине словоструктурах (6 дикторов).

5.2. Спектральная динамика.

В общем ударный слог характеризуется более заметной спектральной динамикой и вместе с тем большей контрастностью компонентов слогового ядра, безударный же слог значительно меньшей динамикой и определенной ассимилированностью сегментов ядра. Эти различия увеличиваются с повышением степени долготы слова.

Это проявляется, например, в том, что с ростом степени долготы слова промежуток частот, проходимый формантной траекторией между терминальным и целевым значениями, на переходных участках ударных слоговых ядер увеличивается, а на переходных участках безударных слоговых ядер уменьшается (в таком случае, когда целевое значение собственной структуры гласного и локус согласного предполагают противоположное движение). Особенно явно это, например, для меры изменения F2 между *и* и альвеолярным согласным (на основе данных семи дикторов):

Ударное слоговое ядро		Безударное слоговое ядро	Разница	
Начальный переход	Q1	430 гц	413 гц	17
	Q2	557 гц	275 гц	282
	Q3	598 гц	294 гц	304
Конечный переход	Q1	332 гц	181 гц	150
	Q2	347 гц	177 гц	170
	Q3	406 гц	64 гц	342

6. Частота основного тона

Экспериментальные измерительные данные как внутри-, так и межслоговых параметров ударного и безударного слогов, существенные для описания словесного ударения, приведены в табл. 3. Здесь необходимо особо подчеркнуть следующее.

(1) Именно тоническая структура ударного и безударного слогов отличается особенно явной контрастностью: пик высоты основного тона делит ядро ударного слога на два функциональных сегмента — сегмент (t_1) с подъемом основного тона ($P_1—P_2$) и сегмент (t_2) с падением тона ($P_2—P_3$); зато ядро безударного слога состоит лишь из одного сегмента (t_4) с падающей частотой основного тона (см. рис. 3).

(2) Релевантными для противопоставления ударенность-неударенность параметрами оказываются (причем, вероятно, в порядке убывающей информативности): $P_2—P_1$; $P_4—P_5$; $P_1—P_{II}$ (разница между средней высотой тона ядер ударного и безударного слогов).

7. Выводы

Представленные в настоящей работе систематически обработанный материал и комплексный анализ приводят к выводу, что первичным акустическим коррелятом восприятия словесного ударения является сегмент ядра ударного слога с восходящим основным тоном ($P_1—P_2$) (противопоставленный ядру с нисходящим тоном ($P_4—P_5$) безударного слога).

Данное решение подтверждается следующими фактами.

(1) Механизм восприятия измеряет не столько высоту основного тона, сколько направление его движения (Чистович и др. 1976).

(2) С точки зрения восприятия, вероятно, существенным является и постоянное наличие в ударном слоге изменения направления основного тона ($P_1—P_2/P_2—P_3$) (ср., напр., Haavel 1976).

(3) Механизм восприятия более четко регистрирует межслоговые (здесь P_1-P_2/P_4-P_5), чем внутрислоговые контрасты (Чистович и др. 1976).

(4) Перцептивная мощь параметров основного тона в восприятии словесного ударения зафиксирована в нескольких языках (кроме литературы, указанной в разделе 1.1., см., напр. Huggins 1969; Bleakley 1973).

(5) Распределение измерительных значений параметра P_2-P_1 довольно компактно (для речепроизведений) (ср. его стандартное отклонение, σ , с σ для P_2 ; табл. 3); стабильность же наличия восходящего направления движения основного тона — 100%-ная (во всем проанализированном материале).

(6) В реализациях подъема основного тона (P_1-P_2 на сегменте t_1) имеется и сходная для всех трех степеней долготы структура измененной скорости (см. рис. 4).

(7) Ввиду реализации словесного ударения и дифференциальной долготы в том же ареале (см. 1.3.), с точки зрения необходимости отделять их корреляты в слове следует подчеркнуть, что параметры P_2-P_1 , P_4-P_5 , P_I-P_{II} не коррелируют с моделями долготы (о дифференциальных параметрах долготы и расположении их коррелятов в слове см. Liiiv, Remmel 1975).

(8) Восприятие словесного ударения может быть «поддержано» и большой разностью среднеядерных высот основного тона ударного и безударного слогов (P_I-P_{II} , см. табл. 3).

Таблица 3

Значения избранных параметров основного тона в противопоставленных по долготе словоструктурах (шесть дикторов)

Параметр	Q1	Q2	Q3	Q123
P_2	91,27	91,73	91,66	91,55
	$\sigma 7,77$	7,30	7,59	7,56
P_2-P_1	3,84	4,73	4,56	4,37
	$\sigma 2,44$	2,02	2,31	2,30
P_2-P_3	1,01	2,21	5,48	2,90
P_4	89,94	88,18	87,27	88,45
P_4-P_5	7,08	6,11	4,79	5,99
P_I-P_{II}	3,04	4,64	4,07	3,91

(9) При этом нужно принимать в расчет и автономность моторной системы управления основным тоном (см. Лийв 1974) и четкость его восприятия (дифференциальный порог — 0,5 гц: Klatt 1973).

(10) Напомним также предложенные выше высказывания о лингвотипологическом торможении длительности, о невосприимчивости различий интенсивности и об ограничениях редукции спектра ради опознаваемости фоном.

7.2. Немаловажную роль в восприятии словесного ударения, вероятно, играют и различные в ударном и безударном слогах коартикулируемость и речевая динамика (т. е. различные переходные сегменты): в общем случае в ударном слоге по сравнению с безударным меньше коартикулируемости и больше речевой динамики (ср. Sussman 1979). Но при этом нужно отметить, что с повышением степени долготы слова в ударном слоге коартикулируемость уменьшается и речевая динамика возрастает, а в безударном слоге оба процесса реализуются с тенденцией к противоположному (таким образом, наибольшая контрастивность между ударным и безударным гласными достигается в сло-

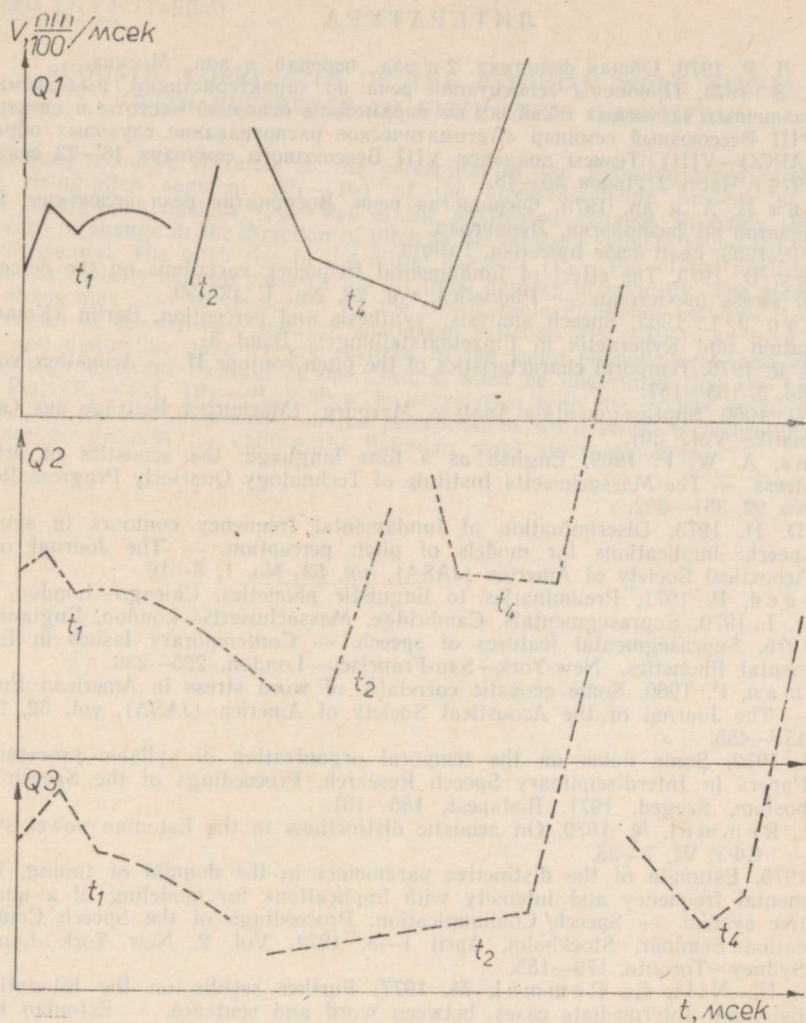


Рис. 4. Схематическая структура изменения скоростей движения основного тона в функциональных сегментах слоговых ядер противопоставленных по долготе словоструктур (6 дикторов).

вах Q3); учитывать следует еще и разную коартикулируемость каждого края слогового ядра (она плотнее между согласным и последующим гласным) (см. также Liiv 1972).

7.3. В разных условиях речевого акта могут подключиться компенсаторные механизмы (ср., напр., Lieberman 1960). Например, одним из постоянно действующих компенсаторных репрезентантов является параметр P_4 — P_5 : поскольку в словах Q1 физические корреляты словесного ударения представлены в самой слабой мере, то контрастирующий интервал падения основного тона P_4 — P_5 безударного слога здесь больше, чем при других степенях долготы (ср. табл. 3).

ЛИТЕРАТУРА

- Зиндер Л. Р. 1979, Общая фонетика. 2-е изд., перераб. и доп., Москва.
- Лийв Г. Э. 1974, Проблемы сегментации речи по характеристикам, выделяемым в различных частотных областях по параметрам основной частоты и спектра. — VIII Всесоюзный семинар «Автоматическое распознавание слуховых образов» (АРСО—VIII). Тезисы докладов VIII Всесоюзного семинара 16—23 сентября 1974 г. Часть 2, Львов, 45—48.
- Чистович Л. А. и др. 1976, Физиология речи. Восприятие речи человеком. Руководство по физиологии, Ленинград.
- Ariste, P. 1953, Eesti keele foneetika, Tallinn.
- Bleakley, D. 1973, The effect of fundamental frequency variations on the perception of stress in German. — *Phonetica*, vol. 28, No. 1, 42—59.
- Flanagan J. L. 1965, Speech analysis, synthesis and perception, Berlin (Kommunikation und Kybernetik in Einzeldarstellungen. Band 3).
- Haavel, R. 1976, Temporal characteristics of the pitch contour II. — *Acoustica*, vol. 34, No. 3, 153—157.
- Heike, G. 1969, Suprasegmentale Analyse, Marburg (Marburger Beiträge zur Germanistik. Vol. 30).
- Huggins, A. W. F. 1969, English as a tone language: the acoustics of primary stress. — The Massachusetts Institute of Technology Quarterly Progress Report, No. 92, 351—362.
- Klatt, D. H. 1973, Discrimination of fundamental frequency contours in synthetic speech: implications for models of pitch perception. — The Journal of the Acoustical Society of America (JASA), vol. 53, No. 1, 8—16.
- Ladefoged, P. 1971, Preliminaries to linguistic phonetics, Chicago—London.
- Lehiste, I. 1970, Suprasegmentals, Cambridge, Massachusetts—London, England.
- 1976, Suprasegmental features of speech. — Contemporary Issues in Experimental Phonetics, New-York—San-Francisco—London, 225—239.
- Lieberman, P. 1960, Some acoustic correlates of word stress in American English. — The Journal of the Acoustical Society of America (JASA), vol. 32, No. 4, 451—455.
- Liiv, G. 1972, Some notes on the temporal organization of syllabic processes. — Papers in Interdisciplinary Speech Research. Proceedings of the Speech Symposium, Szeged, 1971, Budapest, 155—161.
- Liiv, G., Rimmel, M. 1970, On acoustic distinctions in the Estonian vowel system. — СФУ VI, 7—23.
- 1975, Estimate of the distinctive parameters in the domain of timing, fundamental frequency and intensity with implications for modeling of a quantitative system. — Speech Communication. Proceedings of the Speech Communication Seminar, Stockholm, April 1—3, 1974. Vol. 2, New York—London—Sydney—Toronto, 179—185.
- Lippus, U., Niit, E., Rimmel, M. 1977, Further results on the intonation of Estonian: Intermediate cases between word and sentence. — Estonian Papers in Phonetics (EPP), Tallinn, 53—70.
- Netsell, R. 1970, Underlying physiological mechanisms of syllable stress. — The Journal of the Acoustical Society of America (JASA), vol. 47, No. 1, 103—104.
- Pöldre, E. 1937, Intonatsioon, kvantiteedi ja dünaamilise rõhu suhteist eesti keeles. — EK, 164—183.
- Raun, A. 1958, Word stress in Estonian. — *Lingua*, vol. VII, No. 4, 349—355.
- Sussman, H. M. 1979, Motor unit discharge patterns during speech: temporal reorganization due to coarticulatory and prosodic events. — Proceedings of the Ninth International Congress of Phonetic Sciences. Held in Copenhagen 6—11 August 1979. Vol. II, Copenhagen, 365—371.
- Tauli, V. 1966, On quantity and stress in Estonian. — *Acta Linguistica Hafniensia*, vol. IX, No. 2, 145—162.
- 1973, Quantity and accent in Estonian. — *Commentationes Fennougricae. In honorem Erkki Itkonen*, Helsinki (MSFOu 150), 390—403.
- Vende, K. 1975, Intonation of question and answer in Estonian. — Estonian Papers in Phonetics (EPP), Tallinn, 86—114.
- Öhman, S. 1967, Word and sentence intonation: A quantitative model. — Royal Institute of Technology Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report (STL — QPSR), 1967, No. 2/3, 20—54.

ACOUSTIC CORRELATES OF THE ESTONIAN WORD STRESS,
WITH REFERENCE TO DISTINCTIVE QUANTITY.

The primary acoustic correlate in the perception of the Estonian word stress is the initial rising-pitch segment ($P_1 - P_2$) of the stressed-syllable nucleus, as opposed to the falling-pitch nucleus ($P_4 - P_5$) of the unstressed syllable. Probably the regular occurrence of change in the direction of pitch in the stressed syllable ($P_1 - P_2$)/($P_2 - P_3$) is also essential. The pitch rise in the initial segment ($P_1 - P_2$) of the nuclear syllable has similar velocity change patterns for all three degrees of quantity. The perception of word stress may also be reinforced by the considerable difference between the average pitch values of the stressed and the unstressed syllables ($P_I - P_{II}$). As long as word stress and distinctive quantity are realized in the same phonetic area and hence one expects their different location in the word, it must be underlined that the parameters ($P_2 - P_1$), ($P_4 - P_5$), ($P_I - P_{II}$) show no correlation with the models of quantity.

The role of overall intensity in the perception of word stress is insignificant; thus there are no grounds for calling the Estonian word stress dynamic.