

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ИНТОНАЦИИ НЕНЕЦКОГО ЯЗЫКА¹

A STATISTIC DESCRIPTION OF INTONATION IN NENETS

Шерстинова Т.Ю. (sherstinova@iphil.ru), Мартыненко Г.Я. (gymart@ts4306.spb.edu)
Санкт-Петербургский государственный университет

Работа посвящена методике исследования интонации языков малочисленных народов, целью которого является определение основных произносительных моделей для разных типов фраз и выявление наиболее общих закономерностей интонационной системы. Предлагаемый подход апробируется на материале ненецкого языка.

1. О постановке задачи

Ненецкий язык относится к северосамодийской подгруппе самодийской группы уральской семьи языков. Грамматическая и лексическая системы ненецкого языка исследованы достаточно хорошо. Системного анализа интонации ненецкого языка ранее не проводилось.

Помимо собственно статистического описания ненецкой интонации настоящее исследование имеет и другую цель, которая заключается в разработке относительно универсального метода анализа интонационной системы для разных малоизученных языков. До настоящего времени большинство научных исследований по малым языкам ограничивалось исследованием лексики и грамматики. Но современное развитие информационных и речевых технологий позволяет проводить и фонетические исследования малых языков на качественно новом уровне благодаря созданию представительных речевых корпусов. В Институте филологических исследований Санкт-Петербургского государственного университета разрабатывается проект создания национального фонда звукозаписей «Языки народов России», который позволит по единой схеме собирать, структурировать и обрабатывать речевой материал для самых разных языков независимо от их родовой принадлежности, функциональной нагруженности и степени изученности.

Проведение данного пилотного исследования ненецкой интонации позволит отработать методику работы с речевым материалом, относящемуся к малоизученному языку, а также поможет сформулировать требования по сбору аудиоматериала для национального фонда «Языков народов России».

2. Предлагаемый метод исследования интонации малочисленных языков

Особенностью предлагаемой методики является тот факт, что процедуры системно-статистического исследования интонации малочисленных языков выполняют исследователи, не являющиеся носителями изучаемого языка и им не владеющие. Разумеется, предшествующее расчетам аннотирование корпуса и интерпретация полученных результатов невозможны без привлечения носителей языка или специалистов, владеющих им в той или иной степени, однако сам процесс автоматической обработки опирается лишь на акустические данные с учетом функциональной нагрузки и синтаксической структуры фраз.

Задачами исследования являются:

- выявление наиболее общих закономерностей интонационной системы изучаемого языка;
- определение основных произносительных моделей в речи исследуемых дикторов, отражающих мелодику, интенсивность и длительность ее составляющих;
- формулировка гипотез об основных интонационных моделях изучаемого языка и их конкретных реализациях в зависимости от тех или иных факторов.

Значительную сложность в осуществлении исследований такого рода представляет тот факт, что фонетический строй для многих малых языков системно не описан. Так, для ненецкого языка мы, например, не знаем, есть ли в этом языке ударение? И если есть, какое? Хочется верить, что одним из результатов нашей работы будет ответ и на этот вопрос.

Основные этапы проведения исследования:

1. Сбор материала;
2. Расшифровка, аннотирование речевого корпуса (лингвистическая разметка);

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 06-04-12427в «Разработка информационной системы для изучения про-
содики младописьменных языков (на примере ненецкого)».

3. Аудирование корпуса носителями изучаемого языка;
4. Этап предварительного анализа: прослушивание, визуализация;
5. Определение базовой единицы анализа, наиболее целесообразной для проведения интонационных исследований (звук, слог, слово и др.), и принципов членения звуковой волны на эти единицы;
6. Определение набора параметров описания базовой единицы, отражающих все три основные составляющие интонации (мелодику, интенсивность, длительность);
7. Разбиение корпуса на множество подгрупп, сопоставимых по тому или иному признаку (структурному, функциональному и др.);
8. Проведение разведывательного анализа интонации на материале одной или нескольких подгрупп;
9. Оценка предварительных результатов, выявление «сложных» случаев, адаптация методов анализа;
10. Собственно статистическая обработка отдельных подгрупп и всего корпуса (получение дескриптивных статистик, сравнение средних, корреляция, кластерный анализ);
11. Построение типовых контуров интонационных моделей;
12. Интерпретация полученных данных с привлечением эксперта по данному языку и его носителей.

В рамках данной работы ставится задача относительно подробного раскрытия этапов 4-9 от предварительного анализа речевого материала до оценки результатов разведывательного исследования. Подробное описание структуры речевого корпуса и принципов разметки лингвистического материала для интонационных исследований было дано нами ранее в работе [Шерстинова Т.Ю., Люблинская М.Д. Звуковой корпус для изучения просодической системы младописьменных языков // Труды межд. конф. «Корпусная лингвистика-2006». СПб.: 2006. С. 381-388].

3. Определение базовой единицы анализа и принципов членения речевого потока

Когда речевой корпус исследуемого языка сформирован и размечен, начинается этап сбора статистических данных. Вопрос состоит в том, что именно нужно выбрать в качестве базовой единицы описания, как проводить границы между такими единицами, и какие числовые характеристики считать релевантными для описания этих единиц.

Поскольку речь идет об интонации, основным объектом изучения является фраза, но вот на какие единицы членить эту фразу для проведения статических расчетов – на звуки, слоги, слова, синтагмы или какие-то другие элементы, – по-видимому, следует решать индивидуально для каждого конкретного языка, который мы собираемся исследовать. Решение это принимается по результатам первичного прослушивания и визуализации данных.

Следует особо подчеркнуть значение визуализации акустических параметров. Поскольку речь идет о языке для исследователя пока еще неизвестном, мы не можем априори сказать, какие параметры являются существенными, а какие – нет. Тем более, мы не можем полагаться лишь на результаты своего слухового анализа, поскольку человеческое ухо склонно игнорировать многие фонетические явления, не свойственные родному языку. Визуализацию рекомендуется проводить с помощью таких программных средств, которые позволяют на одном графике получить обе интонационные кривые – мелодики и интенсивности. Мы в своей работе использовали для этого профессиональную фонетическую программу Praat.

Сопоставление интонационных контуров фраз с их расшифровкой в ненецкой орфографии показало, что для нашего материала типичной является кривая интенсивности, представленная на рис. 1а (на всех рисунках светлая непрерывная кривая характеризует интенсивность, а более темная и прерывистая – мелодику), на котором ярко выражены волны интенсивности. Каждая волна характеризует произнесение одного слога, и границы между ними проходят в большинстве случаев строго по минимуму амплитудной волны. Поэтому показалось целесообразным за минимальную единицу описания интонации принять слогоподобный сегмент фразы, границы которого проходят по минимуму кривой интенсивности. Таким образом, фраза, представленная на рис. 1а, делится на 5 частей, для каждой из которой будут высчитываться статистические характеристики.

Преимущество членения фраз по минимуму интенсивности состоит еще и в том, что он может быть осуществлен автоматически для всего корпуса. Однако не всегда границы слогов столь очевидны. Если на границе между слогами – сонант, то здесь не наблюдается сильного падения интенсивности вплоть до того, что может не быть даже локального минимума интенсивности. И еще в большей степени это относится к тем границам, которые проходят между гласными. На рис. 1б две границы между слогами проведены в точках локального минимума интенсивности, которые не так очевидно выражены, как на кривой 1б, однако это членение отражает реальные границы между слогами «кы», «мань» и «мяд'». А на рис. 1в граница № 2 между двумя гласными никак не визуализируется ни по кривой интенсивности, ни по кривой мелодики. Провести ее тем не менее следует, поскольку это разные гласные и разные слоги (к тому же в данном случае это еще и граница между словами).

В таких сложных случаях мы не можем полагаться на автоматическое сегментирование – ставить границу придется вручную.

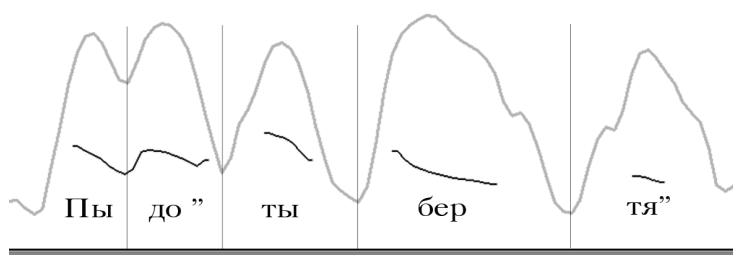


Рис. 1а. Пыдо'' тыбертя (Они – оленеводы.)
Хорошо выражены границы интонационных волн.

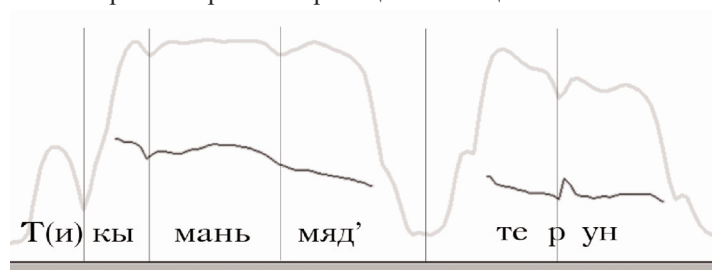


Рис. 1б. Тики мань мяд' терун. (Это моя семья.)
Границы интонационных волн выражены в меньшей степени.

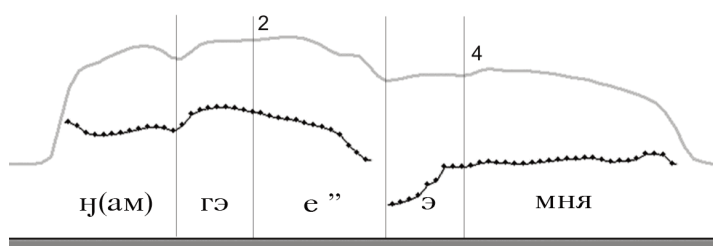


Рис. 1в. Њамгэ е''эмня? (Зачем?)
Границы между гласными (2) и между гласным и сонорным (4) фактически не выражены.

Таким образом, за единицу описания мы принимаем слог или слогоподобный элемент. Границы между этими элементами проводим по минимуму кривой интенсивности, а в тех случаях, когда это невозможно – по данным осциллограммы, спектрограммы и слухового анализа.

Еще одно небольшое замечание. Известно, что в ненецком языке наблюдается сильная редукция гласных вплоть до их выпадения. Примеры выпадения гласных можно увидеть и на представленных выше примерах – во фразе рис. 1б отсутствует гласный «и» в первом слого, а во фразе рис. 1в – начальный слог редуцируется до одного носового согласного. Несмотря на отсутствие гласных (и, как следствие, возможное отсутствие мелодики на сегменте), по длительности и даже по интенсивности такие редуцированные слоги могут не уступать «полноценным» слогам. Поэтому при статистических расчетах будем рассматривать их как независимые элементы фразы.

4. Параметры количественного описания

Для каждой фразы речевого корпуса указывается, в частности, следующая информация: 1) расшифровка в ненецкой орфографии, 2) перевод на русский язык, 3) функциональная нагруженность, 4) ненецкая фраза с лингвистической разметкой; 5) обобщенная синтаксическая структура фразы; 6) диктор и др. Кроме того, фраза получает и количественное описание, например: 1) количество составляющих ее слогоподобных элементов, 2) длительность, 3) средняя интенсивность, 4) средняя частота, 5) минимальная и максимальная частоты основного тона и др. Следует отметить, что специального подсчета на уровне фраз требует лишь количество ее эле-

ментов. Вся прочая количественная информация получается автоматически из блока статистик базовых элементов фразы.

Составляющие фразу слогоподобные элементы описываются по следующим позициям:

- 1) длительность, сек;
- 2) средняя интенсивность, дБ;
- 3) максимальное значение интенсивности, дБ;
- 4) значение интенсивности на правой границе сегмента (как правило, минимальное), дБ;
- 5) средняя частота основного тона, Гц;
- 6) минимальная частота основного тона, Гц;
- 7) максимальная частота основного тона, Гц;
- 8) позиция минимальной частоты основного тона;
- 9) позиция максимальной частоты основного тона.

Средняя интенсивность рассчитывается по всему сегменту, а средняя частота основного тона – только на фрагменте ненулевой мелодики. Позиции минимальной и максимальной частоты основного тона кодируются следующим образом: 1 – начальная позиция, 2 – середина, 3 – конечная позиция, 4 – одновременно начальная и конечная позиции мелодического контура на данном сегменте.

Все дальнейшие статистические расчеты базируются на этих 9 параметрах.

Для выявления типовых моделей произнесения кажется целесообразным проводить статистический подсчет отдельно для фраз разного размера. Причем речь в данном случае идет не о длительности фразы, а о количестве составляющих ее элементов. Другими словами, следует отдельно просчитать статистические характеристики для фраз, состоящих из 1, 2, 3, 4, 5...20 и т.д. элементов и построить типовые модели произнесения для фраз с разной функциональной нагрузкой. Опыт проведения разведочного исследования ненецкой интонации на материале фраз, состоящих из 4 элементов, в произнесении трех дикторов приводится в следующем разделе.

5. Статистическое описание ненецких фраз, состоящих из четырех слогов

Из всего корпуса ненецкой речи были отобраны фразы, реальное произнесение которых состоит из 4-х слогоподобных элементов. Дикторами являлись ненки по национальности - студентки Института народов Крайнего Севера Санкт-Петербургского Педагогического университета им. А.И.Герцена. Выборка составила 12 повествовательных фраз и 18 вопросительных фраз. Расшифровка звукозаписей осуществлена самими дикторами. Звукозапись и лингвистическое аннотирование корпуса выполнены М.Д.Люблинской.

5.1. Ритмическая структура фразы

Средняя длительность фраз для повествовательных предложений составила 0,792 сек со стандартным отклонением в 0,168 сек, а для вопросительных – 0,704 сек со значительно меньшим стандартным отклонением в 0,067 сек.

Усредненное соотношение долей элементов во фразе представлено в табл. 1. Можно видеть, что для обоих типов фраз самым долгим оказывается последний элемент. Однако если для повествовательных предложений в среднем мы видим нарастание длительности от первого элемента к последнему, то в случае вопроса на втором месте по длительности оказывается не предпоследний, на второй по порядку элемент. Возникает гипотеза, что это удлинение связано с выделением вопросительного слова. Интересно, что и при отдельном подсчете долей фраз для каждого диктора в вопросах такая ритмичность (краткий–более долгий–краткий–самый долгий) характеризует всех дикторов, что нельзя сказать о повествовательных предложениях, в которых второе по длительности место может занимать любой из не последних слогов.

	Повествовательные фразы	Вопросительные фразы
1 элемент (слог), %	21,72	23,57
2 элемент (слог), %	22,68	25,85
3 элемент (слог), %	25,95	23,02
4 элемент (слог), %	29,65	27,56

Таблица 1. Усредненная длительность элементов фразы, выраженная в процентном отношении

5.2. Динамика интенсивности фразы

Средняя интенсивность повествовательного предложения на нашем материале составила 76,00 дБ (стандартное отклонение – 2,10 дБ), для вопросительного предложения – 76,81 дБ (3,29 дБ). В табл. 2 приводятся данные о средних значениях интенсивности (I_{cp}) на каждом сегменте фразы, об усредненных максимальных ($I_{max_{cp}}$) и граничных ($I_{min_{cp}}$) значениях интенсивности.

	Повествовательные фразы			Вопросительные фразы		
	I_{cp} , дБ	$I_{max_{cp}}$, дБ	$I_{min_{cp}}$, дБ	I_{cp} , дБ	$I_{max_{cp}}$, дБ	$I_{min_{cp}}$, дБ
1 элемент	70,67	74,72	60,70	70,87	75,84	63,58
2 элемент	76,19	79,82	63,49	77,61	81,53	63,77
3 элемент	76,41	79,84	64,38	76,66	80,01	66,79
4 элемент	72,81	76,94	–	73,95	–	78,08

Таблица 2. Средние значения интенсивности элементов фразы

Еще на этапе предварительного анализа было замечено, что ненецкая интонация значительно меньше подвержена деklinации интенсивности, чем это имеет место в русском языке. Статистические данные подтвердили это наблюдение: максимум значения интенсивности приходится в среднем на второй-третий слог, а конечный элемент характеризуется более высокой амплитудой, чем начальный, для обоих типов фраз.

Важным наблюдением можно считать и тот факт, что динамика интенсивности вопроса несколько отличается от динамики интенсивности повествовательного предложения. Если для повествовательных фраз центром интенсивности является третий слог, то для вопросительных он сдвигается на второй слог. Вспомним также, что и по длительности второй элемент вопросов в среднем оказался длиннее третьего.

5.3. Мелодическая динамика

При сравнении мелодических кривых фраз в произнесении разных дикторов необходимо учитывать специфику голоса каждого диктора. Каким образом целесообразно это делать?

На рис. 2 показаны мелодические кривые произнесения трех фраз, которые в переводе на русский язык означают «*Это идол*», тремя нашими дикторами. Мы видим, что все три кривые на некоторых сегментах идут почти параллельно, и, несмотря на очевидную разницу в частотном диапазоне, к концу фразы все графики приходят к близким значениям частоты основного тона (165-170 Гц). Такое поведение графиков ставит под сомнение целесообразность перевода частотных характеристик в относительные единицы, поскольку нормализация единиц приведет к потере как сходных минимальных значений частот, так и исказит «угол падения» кривой, в оригинале сходный для всех трех дикторов. Поэтому на данном этапе было решено работать с абсолютными значениями частоты основного тона. Для объективности результатов были вычислены не только средние показатели, но и статистики для каждого из дикторов. Некоторые из них приводятся в табл. 3 и 4.

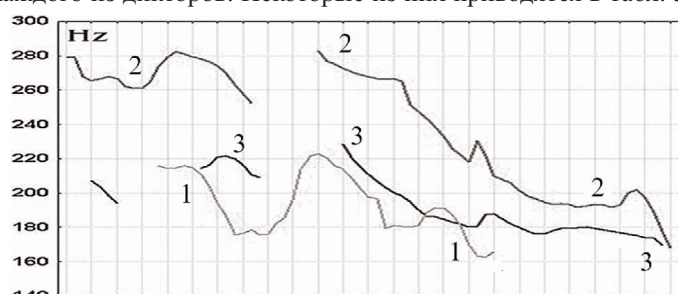


Рис. 2. Произнесение фраз
Тюку сядэй. (3) – Тюку сядэй. (2) – Тики хэхэ. (1)
триема разными дикторами, женские голоса

Из таблиц хорошо видно, что мелодическим центром фразы является второй слог. Причем это утверждение верно и для повествовательных, и для вопросительных высказываний. Наибольший перепад (разность максимальным и минимальным значением частоты основного тона) наблюдается в среднем на 3-м слоге.

К сожалению, ограниченный объем данной публикации не дает возможности дать подробное описание мелодической динамики. Рассмотрим ее лишь схематично, выделив три основных типа: 1) возрастающая тен-

денция, 2) убывающая тенденция, 3) другие варианты. К третьему типу мы отнесем элементы с «выпавшими» гласными, с относительно постоянной частотой и U-образной динамикой (см. табл.5).

	Повествовательные фразы			Вопросительные фразы		
	<i>Д1</i>	<i>Д2</i>	<i>Д3</i>	<i>Д1</i>	<i>Д2</i>	<i>Д3</i>
Минимальное среднее значение ЧОТ, Гц	165	175	172	166	196	179
Максимальное среднее значение ЧОТ, Гц	219	288	237	233	321	263
Средний диапазон, Гц	54	113	65	67	125	84
Ст. отклонение диапазона, Гц	9,19	17,71	24,36	13,12	42,15	28,71
Средняя высота 1-го элемента, Гц	197	255	217	208	259	215
Средняя высота 2-го элемента, Гц	200	270	215	217	290	236
Средняя высота 3-го элемента, Гц	191	230	200	201	261	236
Средняя высота 4-го элемента, Гц	179	191	120	181	218	201
Обобщенная средняя, Гц	191	237	204	202	257	222

Таблица 3. Индивидуальные характеристики мелодики дикторов

	Повествовательные фразы		Вопросительные фразы	
	Ср. высота, Гц	Ср. перепад, Гц	Ср. высота, Гц	Ср. перепад, Гц
1-й элемент	238	27	232	13
2-й элемент	240	32	251	40
3-й элемент	213	49	233	48
4-й элемент	189	34	201	42

Таблица 4. Усредненные средние частоты мелодики элементов фраз для всех дикторов

	Повествовательные фразы			Вопросительные фразы		
	<i>возраст.</i>	<i>убывающ.</i>	<i>другое</i>	<i>возраст.</i>	<i>убывающ.</i>	<i>другое</i>
Движение мелодики 1-го элемента	25 %	58 %	17 %	28 %	44 %	28 %
Движение мелодики 2-го элемента		92 %	8 %	50 %	50 %	
Движение мелодики 3-го элемента	17 %	83 %		28 %	66 %	6 %
Движение мелодики 4-го элемента	17 %	58 %	25 %	22 %	66 %	11 %

Таблица 5. Реализация основных типов мелодической динамики

Анализ показал, что наиболее характерной для ненецкой интонации является ниспадающая динамика от начала слога к его концу. Она реализуется в большинстве случаев не только повествовательных, но и вопросительных фраз. Возрастающую динамику с наибольшей долей вероятности можно встретить во втором слоге вопросительных фраз. Однако столь же часто в этой позиции встречается и нисходящая мелодика. Следует отметить, что в абсолютном большинстве вопросительных фраз имеется хотя бы один слог с восходящей динамикой. Среди нашего материала нашлась и такая фраза-вопрос, в которой все слоги характеризуются восходящей мелодикой. Создается впечатление, что элемент с возрастающей динамикой лишь придает дополнительную окраску реализации вопроса, но не является обязательным.

6. Обобщенные интонационные модели

В заключение приведем обобщенные интонационные модели ненецкой повествовательной и вопросительной фраз, состоящих из 4-х слогоподобных элементов (см. рис. 3а и 3б). При построении этих графиков мы попытались в максимальной степени учесть полученную в результате исследования информацию о временной организации фразы, динамике ее интенсивности и мелодики. Пунктирная линия, пересекающая сегмент мелодики на втором слоге вопросительной фразы, отражает альтернативный вариант произнесения.

Разумеется, наши выводы носят предварительный характер. Следующим этапом работы должна стать автоматическая обработка всего корпуса, что позволит уточнить полученные интонационные модели и установить, как будет меняться динамика основных интонационных параметров фразы при увеличении или уменьшении ее размера, выраженного в количестве слогов, а также выявить организацию сложных фраз, состоящих из двух и более синтагм.

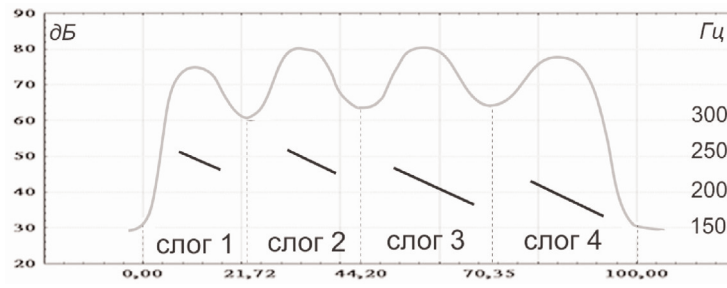


Рис 3а. Обобщенная модель интонации ненецкой повествовательной фразы из 4 элементов

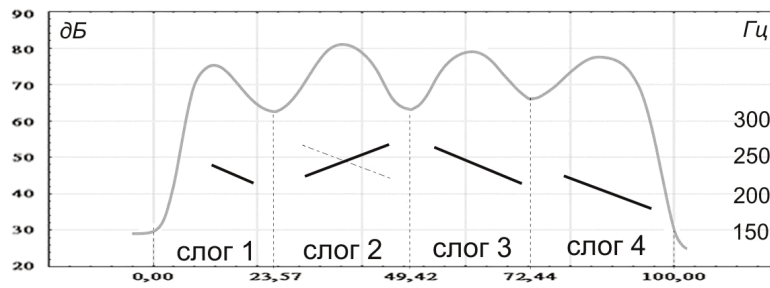


Рис 3б. Обобщенная модель интонации ненецкой вопросительной фразы из 4 элементов