

## **Модель механизма кодирования/декодирования коммуникативных намерений в речевом сигнале диктора**

© доктор филологических наук К.И. Долотин, 2012  
(МГУ имени М.В. Ломоносова)

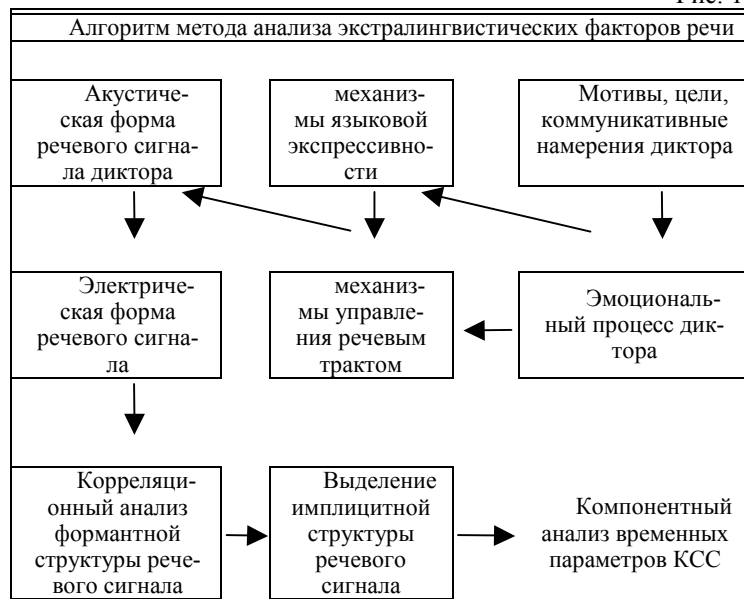
Фундаментальным методом добывания информации об объекте является метод структурного анализа и структурного моделирования объекта. Перспективным в плане получения статистически значимых данных при изучении интонации эмоционально окрашенной речи может быть анализ имплицитных структур речевого сигнала, выделенных по алгоритмам, в которых в «математической форме эксплицируются» некоторые особенности механизмов производства речи, обусловленные ее экстралингвистическими факторами. В связи с этим актуальным является разработка методов диагностики экстралингвистических факторов речи и количественной оценки влияния их на механизмы ее порождения в рамках естественного коммуникативного процесса.

В обсуждаемом ниже эксперименте имплицитные структуры речевого сигнала эксплицировались посредством временных рядов относительных величин экспериментально подобранных алгоритмов отношений для параметров формантной структуры речевого сигнала (частот первых трех формант и их ширины, измеряемых в герцах). Алгоритмы этих отношений подбирались с тем расчетом, чтобы в первом приближении количественно оценивать текущие значения величин инвариантных спектральных признаков сегментов речи (например, квазидифференциальных признаков фонем: низкий/высокий, напряженный / ненапряженный, дизный/простой, фарингализованный / нефарингализованный) [Якобсон, Фант, Хале 1955; Златоустова, Потапова, Потапов, Трунин-Донской 1997]. Дискретные значения этих признаков на временной оси речевого сигнала образуют соответствующие временные ряды, отражающие в количественной форме динамику квазидифференциальных признаков фонем на временной оси речевого сигнала. Эти ряды отражают первый уровень обобщения формантной структуры речевого сигнала в механизме речеобразования. Второй уровень обобщения в механизме речеобразования эксплицируется посредством экспериментально выбранного алгоритма вычисления интервальной множественной кросскорреляционной функции для временных рядов первого уровня обобщения формантной структуры речевого сигнала. Этот алгоритм

подбирался экспериментально с тем расчетом, чтобы в первом приближении количественно оценивать влияние экстралингвистических факторов на состояние механизма речеобразования: например, на динамику взаимодействия между совместно работающими нейронными системами, управляющими параметрами речевого тракта. Например, экспериментально установлено, что среднестатистические величины промежутков времени  $\{t_2\}$ , в течение которых нарушено такое взаимодействие, статистически значимо различаются для речевых сигналов, полученных при озвучивании одним и тем же диктором одного и того же текста с разными коммуникативными установками [Долотин 2009]. Посредством анализа временных параметров имплицитной структуры речевого сигнала можно проводить экспериментальные исследования экстралингвистических факторов речи и интерпретировать их в терминах механизмов ее производства, поскольку «фундаментальным механизмом психической деятельности человека и животных является механизм временной связи корковых клеток, закономерно возникающей при их совместном функционировании» [Бойко 1964].

Ниже приведен алгоритм метода анализа экстралингвистических факторов речи (см. рисунок 1).

Рис. 1.



Анализ временных параметров имплицитной структуры речевого сигнала проводился посредством кластерного и факторного анализов (например, см. таблицы 1, 2, 3, 4).

Таблица 1					
Одномерный кластерный анализ массивов текущих значений параметра $t_2$ , характерных для речевых сигналов с заданным типом коммуникативной установки диктора. ( $\{X_{ij}\}$ – массив центроидов одномерных кластеров (в мс), полученный при 7-ми реализациях типов коммуникативного задания в речевых сигналах 5-ти русских дикторов, женский голос)					
Типы коммуникативных заданий в речевом сигнале					
	Нейтральность	Приказ	Требование	Просьба	Мольба
Кластер 1	47	80	113	20	152
Кластер 2	102	141	66	210	26
Кластер 3	246	27	144	102	66
Кластер 4	151	111	85	58	26
Кластер 5	136	69	45	97	20
$X_{ij}$ – текущее значение центроида, $i$ – номер столбца, $j$ – номер строки					

Таблица 2					
Одномерный кластерный анализ массивов текущих значений параметра $t_2$ , характерных для речевых сигналов с заданным типом коммуникативной установки диктора. ( $\{X_{ij}\}$ – массив центроидов одномерных кластеров (в мс), полученный при 7-ми реализациях типов коммуникативного задания в речевых сигналах 3-х корейских дикторов, женский голос)					
Типы коммуникативных заданий в речевом сигнале					
	Нейтральность	Приказ	Требование	Просьба	мольба
Кластер 1	64	28	143	115	93
Кластер 2	115	60	145	87	29
Кластер 3	144	31	74	181	109
Кластер 4	153	32	97	67	124
Кластер 5	18	115	60	90	148
$X_{ij}$ – текущее значение центроида, $i$ – номер столбца, $j$ – номер строки					

### **Факторный анализ речи дикторов.**

Например, ниже приводится факторный анализ центроидов массива значений параметра –  $\{t_2\}$ .

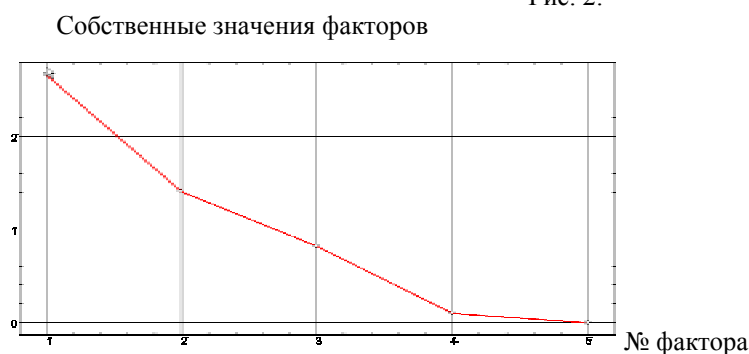
Таблица 3.

Собственные значения и процент объясняемой дисперсии факторов после вращения (7 реализаций, русский диктор, мужской голос).

Фактор:        1            2            3

Собств.зн.	2,497	1,325	1,079
Дисперс.	49,93	26,49	21,57
Накопл.	49,93	76,43	98

Рис. 2.



В таблице 3 приводятся результаты расчета собственных значений трех главных факторов, отражающих 98 % дисперсии объектов (типов коммуникативной установки диктора: нейтральной, приказа, требования, просьбы и мольбы) в пространстве координат независимых переменных (центроидов первого, второго, третьего, четвертого и пятого кластеров в выборках текущих значений параметра  $t_2$ ).

На графике (рис. 1) видно, что первый и второй факторы объясняют 76,4 % общей дисперсии объектов в пространстве пяти независимых переменных – «центроидов 1, 2, 3, 4 и 5-го кластеров».

В таблице 4 приведены цифровые данные о величинах факторных нагрузок независимых переменных (центроидов 5-ти кластеров для массивов  $\{t_2\}$ ).

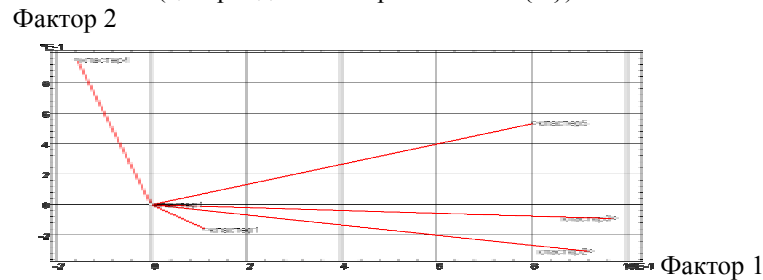
Таблица 4.

Факторные нагрузки независимых переменных факторного анализа.

Фактор:	1	2	3
кластер1	0,1178	-0,163	0,9769
кластер2	0,9241	-0,3062	-0,00022
кластер3	0,9757	-0,0904	0,1558
кластер4	-0,1561	0,9517	-0,2302
кластер5	0,8078	0,539	0,2169

Рис. 3.

Факторные нагрузки переменных  
(центроидов кластеров массива  $\{t_2\}$ ).



Как видно, на рисунке 2 максимальная факторная нагрузка приходится на переменные: «центроиды кластеров 2 и 3» – по первому фактору и «центроида кластера 4» – по второму фактору.

На основании результатов факторного анализа имплицитных структур речевых сигналов с заданной коммуникативной установкой был разработан алгоритм кодирования/декодирования коммуникативных намерений дикторов в речевых сигналах, который можно представить следующим образом:

1. Первый этап кодирования связан с преобразованием массива текущих значений параметра  $\{t_2\}$  в зоне слухового анализатора коры в многомерную пространственно-временную проекцию центроидов кластеров массива  $\{t_2\} \rightarrow \{t_2'\}$ .

2. Второй этап кодирования коммуникативных намерений дикторов в их речевых сигналах связан с трансформированием матрицы проекций центроидов предыдущего этапа  $\{t_2'\}$  в две одномерные, упорядоченные по нарастанию величины, проекции центроидов  $t_2'$  с максимальной факторной нагрузкой: а) проекции  $t_2'$ , которые по величине меньше длительности рефрактерного периода и б) проекции, которые по величине больше длительности рефрактерного периода отделов коры слухового анализатора.

3. Третий этап процесса кодирования/декодирования коммуникативных намерений дикторов в речевых сигналах связан с формированием или поиском проекций стереотипов коммуникативных намерений диктора в области коры слухового анализатора.

По результатам количественной оценки значений  $t_2'$  в экспериментах по репродукции речевых сигналов с различным коммуникативным заданием в русской и корейской языковых системах для мужских и женских типов голоса было обнаружено, что в проекциях цен-

троидов группы «а» существует правило перехвата нервного возбуждения от центроида с минимальным значением величины на следующий, больший по величине центроид, если расстояние между ними меньше или равно 0,3 мс и отсутствие такого перехвата, если это расстояние равно или больше 1 мс.

В проекциях центроидов группы «б» было обнаружено правило, по которому возбуждение центроида с минимальным значением величины переходит на соседнюю проекцию центроида с большим значением величины, если расстояние между ними меньше или равно 20 мс, и не переходит, если это расстояние равно или больше 21,3 мс.

Таким образом, в первом приближении можно утверждать, что механизм кодирования/декодирования экстралингвистической информации в речевом сигнале связан: 1) с формированием двух одномерных проекций центроидов  $t_2'$  – «а» и «б» и 2) с активацией в этих проекциях центроидов с минимальным значением величины при наличии эффекта перехвата активности от центроида с меньшим значением величины к центроиду с большим значением величины.

По аналогии с предположением, высказанным В.В. Красных, «что когнитивное пространство человека ... может быть представлено в виде «магического шара», заполненной сферы, каждая точка которой имеет определенное множество векторов деятельности: вербальной, ментальной, физической, эмоциональной. Следовательно, воздействуя на сознание по одному из векторов, т.е. создавая возбуждение в какой-либо точке сферы, можно вызвать определенную реакцию, идущую из той же точки, но по другому вектору (вектору другой деятельности) ... Отсюда и коммуникативные типы высказываний и коммуникативная целенаправленность (виды воздействия)» [Красных 2001: 177], можно предположить, что центроиды  $t_2'$  кластеров с максимальными факторными нагрузками опосредованно в первом приближении характеризуют пространственную проекцию стереотипов коммуникативных намерений говорящих, стереотипов коммуникативных заданий и эмоциональных окрасок высказывания.

Значимая статистика однофакторного дисперсионного анализа параметра  $t_2$  в первом приближении позволяет связать рост его средневыборочных значений в речевых сигналах с ростом общей эмоциональной напряженности дикторов в процессе речевой коммуникации. Например, в нашем эксперименте у русских дикторов-женщин их эмоциональная напряженность нарастает при репродуцировании им в речевых сигналах коммуникативных заданий от повелительности до требования, а у корейских – при репродуцировании им в речевых сигналах коммуникативных заданий от нейтральности до мольбы.

*Язык, сознание, коммуникация: Сб. статей / Отв. ред. В. В. Красных, А. И. Изотов. – М.: МАКС Пресс, 2012. – Вып. 45. – 92 с. ISBN 978-5-317-04330-8*

#### Л и т е р а т у р а

- Бойко Е.И.* Время реакции человека. Академия медицинских наук СССР. / Отв. ред. В.Д. Быков. М.: Издательство «Медицина», 1964.
- Долотин К.И.* К проблеме диагностики коммуникативных намерений говорящих по параметрам имплицитных структур речевого сигнала // Человек в зеркале языка. Книга 4: Сб. статей, посвященный 80-летию со дня смерти И.А. Бодуэна де Куртенэ. М. 2009.
- Красных В.В.* Основы психолингвистики и теории коммуникации. М., 2001.
- Златоустова Л.В.* Фонетические единицы русской речи. М., 1981.
- Якобсон Р., Фант Г.М., Хале М.* Введение в анализ речи // Новое в лингвистике. Выпуск II. М., 1962.