

УДК 612.821:159.938

## **ДИАГНОСТИКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЭМОЦИЙ ПО АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫМ ПАРАМЕТРАМ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА**

*Конарева И.Н.*

Представлен экспериментальный материал, касающийся проблемы диагностики фундаментальных эмоций по параметрам речи. Установлено, что амплитудные (громкость) и частотные (высота) характеристики речевого сигнала достоверно коррелируют с выраженностью эмоций гнева, вины, радости, интереса, отвращения, удивления и др. Выявлены характеристические амплитудно-частотные диапазоны спектральных компонентов речевого сигнала для стенических и астенических эмоциональных состояний, определяемых с использованием методики К. Изарда.

*Ключевые слова:* речевой сигнал, спектральный анализ, громкость, частота, фундаментальные эмоции.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Регистрация и анализ параметров речевого сигнала могут быть использованы как информативный метод диагностики эмоционального состояния человека. При этом исследуются такие характеристики речи, как особенности интонации, динамика интенсивности и частота основного тона голоса (модальное значение распределения частот), специфика темпа артикулирования и паузации, лингвистические особенности построения фраз и т.д. [1].

Основная часть подобных работ выполнялись в области инженерной психологии, для прогнозирования эффективности работы человека-оператора по характеристикам его речи [2, 3]. В настоящее время существенное внимание уделяется изучению взаимосвязи показателей речи со свойствами индивидуальности [4] и речевого поведения при психических расстройствах [5].

Основными характеристиками речевого сигнала являются средняя амплитуда звуковых колебаний (громкость) и модальная частота (высота) [6, 7]. Высказано мнение, что эти показатели несут необходимую и достаточную информацию для идентификации личности по голосу при минимальном времени восприятия (5-15 с). Спектральные характеристики речи при естественном звучании неизменны, причем эта инвариантность сохраняется и при инверсии речевых сигналов во времени [8].

Есть основания полагать, что амплитудно-частотные параметры речевого сигнала несут информацию об особенностях переживаемого человеком эмоционального состояния [1, 9, 10].

Несмотря на многочисленные работы в данной области, специальных исследований связи фундаментальных эмоций с амплитудно-частотными параметрами речевого сигнала пока практически не проводилось. Поэтому задачей

## ДИАГНОСТИКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЭМОЦИЙ

нашего исследования явилась проверка возможности диагностики ряда фундаментальных эмоций по характеристикам речи с использованием спектрального анализа речевых сигналов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняло участие 30 человек обоего пола, в возрасте 19-20 лет. Исследование проводилось по следующей схеме:

1. Тестирование эмоционального состояния испытуемого с использованием методики «Шкала дифференциальных эмоций» К. Изарда, позволяющей определить доминирующую в данное время эмоцию и коэффициент самочувствия как отношение суммарных баллов положительных (стенических) и отрицательных (астенических) эмоций [11].

2. Запись голоса испытуемого с использованием программы Sonic Foundry Sound Forge v.5.0 во время чтения цитаты из произведения Л. Н. Толстого в течение 10-15 секунд.

3. Обработка речевого сигнала с помощью компьютерных программ Sonic Foundry Sound Forge v.5.0, SpectraLab spectrum analysis system v.4.32.11 и WaveLab v.2.0. В ходе анализа речевого сигнала определяли среднюю и максимальную громкость (дБ над порогом слышимости), модальную и максимальную частоты (Гц) и особенности частотного спектра данного сигнала.

Регистрация речевого сигнала производилась с использованием специального микрофона (узконаправленный, чувствительность:  $-58 \pm 3$  дБ). Обработка и анализ полученных данных выполнялись с помощью компьютера IBM PC, для измеряемых характеристик рассчитывали коэффициенты ранговой корреляции Спирмена.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Регистрация речевых сигналов позволяла получить их спектрограммы. Один из примеров результатов подобного анализа приведен на рисунке.

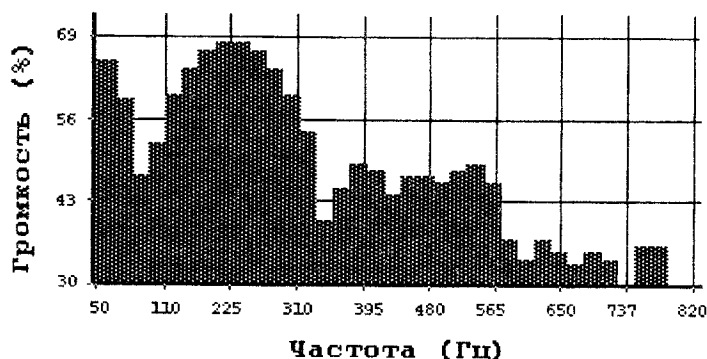


Рис. Спектр речевого сигнала одного из испытуемых. По оси абсцисс – частота колебаний (Гц), по оси ординат – нормированная громкость (%). Уровень максимальной громкости, задаваемый программно, принят за 100 %.

Как видно, спектрограммы анализируемых речевых сигналов носили полимодальный характер. При этом, как основная модальная частота сигнала, так и характеристические частоты других компонентов спектра могли быть определены достаточно четко.

В ходе нашей работы в пределах исследованной группы были выявлены значимые отрицательные корреляционные связи между коэффициентом «самочувствие» опросника к. Изарда и средней громкостью ( $r=-0,297^{**1}$ ), максимальной громкостью ( $r=-0,626^{**}$ ), модальной частотой ( $r=-0,531^{**}$ ). Таким образом, степень выраженности положительных эмоций в целом соответствовала меньшим значениям указанных параметров речевого сигнала.

Коэффициенты корреляции между амплитудно-частотными параметрами речевого сигнала и выраженностью некоторых фундаментальных эмоций (Табл.) достигали уровня статистической значимости.

Таблица

**Коэффициенты корреляции между параметрами громкости и частоты речевого сигнала и фундаментальными эмоциями, выявляемыми путем субъективного тестирования**

Эмоции, по К. Изарду	Параметры речевого сигнала			
	Основная модальная частота, Гц	Максим. частота, Гц	Средняя громкость, дБ	Максим. громкость, дБ
Положительные:				
Интерес	0,166*	–	-0,210**	–
Радость	-0,222**	–	-0,302**	-0,361**
Удивление	0,253**	–	–	–
Стыд	–	0,463**	–	–
Вина	0,179*	-0,152*	-0,341**	-0,163*
Отрицательные:				
Горе	–	–	–	0,184*
Гнев	0,438**	0,208**	0,158*	0,484**
Отвращение	–	0,228**	–	0,362**
Страх	–	–	–	0,180*
Презрение	–	–	–	–

Наиболее тесно связанными с изучаемыми параметрами речевого сигнала оказались показатели эмоций «гнева», «вины», «радости», затем эмоций «интереса», «отвращения». Известно, что при идентификации доминирования эмоций «гнева» и «радости» с использованием субъективного тестирования допускается наименьшее количество ошибок [12]. Не обнаруживалось достоверной корреляционной связи

<sup>1</sup> Здесь и далее одной и двумя звездочками отмечены уровни значимости коэффициентов корреляции, при  $P>0,95$  и  $P>0,99$  соответственно.

## ДИАГНОСТИКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЭМОЦИЙ

---

показателей эмоции «презрение» с параметрами речевого сигнала; данное обстоятельство, по-видимому, связано с тем, что эта эмоция характеризуется самым низким уровнем физиологического возбуждения [12]. Промежуточное положение по числу корреляционных связей, а значит, и точности диагностики занимали эмоции «удивление», «стыд», «горе» и «страх».

Качественный анализ спектрограмм и полученных корреляций показал, что при отрицательном эмоциональном состоянии в речевом сигнале становились более выраженными высокие частоты и наблюдалась большая громкость; при положительном же в целом эмоциональном состоянии отмечалось более равномерное распределение частот и меньшая громкость. Данный факт может быть объяснен тем, что положительное эмоциональное состояние у человека не вызывает столь четких вегетативных реакций, как негативное, и изменения основных функциональных характеристик организма сравнительно невелики [12].

Нами были выявлены характеристические амплитудно-частотные диапазоны для стенических и астенических эмоциональных состояний, определяемых с использованием методики К. Изарда. Так, доминирование эмоции «гнев» обычно характеризовалась наличием в спектрограммах выраженного максимума в диапазоне от 300 до 600 Гц, и в эпизодах нарастания частоты нарастала громкость. Эмоция «радость» коррелировала с максимумом в области от 20 до 100 Гц, имеющим относительно низкую амплитуду, и вторым относительно высокоамплитудным максимумом на значении 450-500 Гц. Эмоция «удивление» характеризовалась наличием выраженного компонента в диапазоне от 180 до 600 Гц и увеличением амплитуды речевого сигнала. Эмоции «вины» соответствовали частотные диапазоны от 190 до 250 Гц и от 320 до 590 Гц при сохранении относительно низкой громкости речевого сигнала. Эмоция «интерес» проявлялась наличием максимумов в диапазоне от 50 до 450 Гц с относительно низкой громкостью и в диапазоне от 150 до 500 Гц с нарастанием громкости.

Физиологические механизмы связи особенностей генерации речевого сигнала с тем или иным эмоциональным состоянием – это достаточно сложный вопрос, который выходит за рамки нашего исследования. Эмоциональное состояние человека включает в себя комплекс психофизиологических характеристик, которые отражаются как в объективных (электроэнцефалографических и вегетативных) показателях, так и в субъективных, выявляемых с помощью психологических тестов. Так, сдвиги эмоционального состояния приводят к изменениям электрической активности, кровотока и метаболических процессов в различных областях головного мозга [10], частоты сердечных сокращений, артериального давления, частоты дыхания, напряжения мышц гортани и т.д. [7, 12]. Обнаруживаются и изменения содержания гормонов в крови, в частности, при эмоциях стенического типа выделяется преимущественно адреналин, а при эмоциях астенического типа – норадреналин [12]. При этом дефицит норадреналина вызывает депрессию, проявляющуюся в основном в виде эмоции тоски, а дефицит серотонина – депрессию с доминированием эмоции тревоги [13].

Выявление объективных коррелятов эмоций и эмоциональных состояний дает возможность изучать взаимоотношения между различными уровнями организации

поведения человека. Полученные нами результаты показывают, что анализ параметров речевого сигнала является достаточно перспективным подходом в данном аспекте.

### **ВЫВОДЫ**

1. Анализ образцов речи с использованием компьютерных пакетов обработки звука Sound Forge, SpectraLab и WaveLab позволяет получить определенные оценки психофизиологического состояния человека (доминирования тех или иных эмоций) по амплитудно-частотным характеристикам подобных образцов.
2. Установлено, что амплитудные (громкость) и частотные (высота) характеристики речевого сигнала достоверно коррелируют с выраженностью некоторых фундаментальных эмоций в данном эмоциональном состоянии испытуемого.

### **Список литературы**

1. Носенко Э.Л., Ельчанинов П.Е., Крылова Н.В., Петрухин Е.В. О возможности оценки эмоциональной устойчивости человека по характеристикам его речи // Вопросы психологии. – 1977. – № 3. – С. 46-56.
2. Еращенко Н. А. Анализ параметров речевого потока при непрерывной работе человека оператора /Методика и аппаратура психофизиологического эксперимента. Отв. ред. В.Г. Волков. – М.: Наука, 1983. – С. 79.
3. Черкасов О. А. Речевые показатели состояний оператора в РНД /Методика и аппаратура психофизиологического эксперимента. Отв. ред. В.Г. Волков. – М.: Наука, 1983. – С. 78.
4. Никонов А. В., Белова Е. В. Соотношение формально-динамических свойств индивидуальности и акустических характеристик речи // Психологический журнал. – 2000. – Т. 21. – № 5.
5. Ганзин И.В. Комплексная диагностика речевого поведения при психических расстройствах: Диссертация на соиск. ... д-ра мед. наук. – Симферополь, 2002. – 420 с.
6. Шиффман Х. Ощущение и восприятие. – СПб.: Питер, 2003. – 928 с.
7. Физиология сенсорных систем. Часть 2 // Серия «Руководство по физиологии». – Л.: Наука, 1972. – 703 с.
8. Пашина А.Х., Морозов В.П. Опознание личности по голосу на основе его нормального и инвертированного во времени звучания // Психологический журнал. – 1990. – Т. 11, № 3. – С. 70-78.
9. Носенко Э.Л. Попытка системного подхода к анализу речи в состоянии эмоциональной напряженности // Психологический журнал. – 1980. – Т. 1, № 6. – С. 54-61.
10. Сидорова О.А. Нейропсихология эмоций. – М.: Наука, 2001. – 147 с.
11. Изард К.Э. Эмоции человека. – М.: МГУ, 1980. – 140 с.
12. Ильин Е.П. Эмоции и чувства. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
13. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. – М.: МГУ, 1992. – 192 с.

**Конарева И.М. Диагностика фундаментальных эмоций по амплитудно-частотным параметрам мовного сигналу // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського . Серія „Біологія, хімія”. – 2007. – Т. 20 (59). – № 2. – С.40-45.**

Наведено експериментальний матеріал щодо проблеми діагностики фундаментальних емоцій згідно з кількісними параметрами мови. Встановлено, що амплітудні (гучність) і частотні (висота) характеристики мовного сигналу достовірно корелюють з вираженістю емоцій гніву, вини, радості, інтересу, огиди, здивування та ін. Виявлені характеристичні амплітудно-частотні діапазони спектральних компонентів мовного сигналу для стеничних та астенічних емоційних станів, котрі

## ДИАГНОСТИКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЭМОЦИЙ

---

визначалися з використанням методики Ізарда.

**Ключові слова:** мовний сигнал, спектральний аналіз, гучність, частота, фундаментальні емоції.

**Konareva I.N. Diagnostics of fundamental emotions according to the amplitude/frequency parameters of vocal signals // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2007. – V.20 (59). – № 2. – P. 40-45.**

We present experimental data on the problem of the diagnostics of fundamental emotions according to the quantitative indices of the speech samples. The amplitude (loudness, sound volume) and frequency (sound height) characteristics of the vocal signal significantly correlated with the levels of emotions of «anger», «guilt», «gladness», «interest», «disgust», etc. Characteristic amplitude/frequency ranges for the components of the spectrum of vocal samples typical of the stenic and astenic emotional states (determined using a technique of Izard) have been identified.

**Keywords:** vocal signals, spectral analysis, loudness, frequency, fundamental emotions.

*Поступила в редакцію 22.10.2007г.*