

УДК 621.301

**О. В. Брягин<sup>1</sup>, Ю. П. Буценко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Министерство внутренних дел Украины  
ул. Богомольца, 10, 01024 Киев, Украина

<sup>2</sup>Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»  
проспект Победы, 37, 03056 Киев, Украина

## **Особенности многомерных распределений вероятностей речевых сигналов**

*Приведены результаты измерений многомерных функций распределения вероятностей речевых сигналов. Показано, что существует возможность применения полученных результатов для идентификации речи.*

***Ключевые слова:** случайные процессы, многомерные функции, идентификация речи.*

### **Введение**

Аналізу речевих сигналів присвячено велике кількість робіт, з яких слід особливо виділити такі фундаментальні як робота Фланагана [1], присвячена в основному спектрально-корреляційному і формантному аналізу мови, а також роботи Нолла [2] по кепстральному аналізу мови. Разом з тим звертає на себе увагу майже повне відсутність робіт по ймовірнісному аналізу речевих сигналів, що, в першу чергу, пов'язано з відсутністю відповідних методів і засобів аналізу. В нинішній роботі, на основі отриманих в [3] результатів по вимірюванню багатовимірних функцій розподілу ймовірностей випадкових процесів експериментально досліджені багатовимірні функції розподілу ймовірностей речевих сигналів.

### **Багатовимірні функції розподілу ймовірностей речевих сигналів**

При проведенні експериментальних досліджень по вимірюванню багатовимірних функцій розподілу ймовірностей мови авторами використовувалась запропонована в [3] структура вимірювального пристрою і  $t$ -текуща оцінка  $n$ -вимірної функції розподілу ймовірностей. Во всіх випадках використовувалося значення  $n = 7$ . Як тестовий сигнал використовувався уривок мови тривалістю

стью 47,63 секунды (2119364 отсчетов), дискретизированный с частотой 44,1 кГц (интервал между отсчетами 22,47 мкс) с помощью 16-ти разрядного аналого-цифрового преобразователя.

### Зависимость от времени многомерной функции распределения вероятностей речи

На рис. 1 показаны тестовый речевой сигнал и результаты  $t$ -текущей оценки его семимерной функции распределения вероятностей  $F_7 \{ x_1, t; x_2, t - \tau; \dots; x_7, t - 6\tau \}$ . При измерении полагалось:

—  $x_1 = x_2 = \dots = x_7 = 0,1$ ;

—  $\tau = 22,47$  мкс;

— постоянная интегрирования  $T = 0,0562$  с, что соответствует накоплению 2500 отсчетов при формировании оценки многомерной функции распределения вероятностей.



Рис. 1.  $t$ -текущая оценка семимерной функции распределения вероятностей речевого сигнала

С учетом полученных в [3] результатов, выбор постоянной накопления, равной 2500, позволяет выполнить условия

$$P \left\{ \left| F_7^*(x_1, t; x_2, t - \tau, \dots; x_7, t - 6\tau) - F_7(x_1, t; x_2, t - \tau, \dots; x_7, t - 6\tau) \right| > 0,1 \right\} \leq 0,01$$

и обеспечить достаточно высокую достоверность приводимых ниже экспериментальных результатов.

Обращают на себя внимание участки, лежащие в интервалах 80000...120000, 130000...160000 и 210000...230000 отсчетов. Исходя из обеспеченной при проведении эксперимента достоверности результатов, можно предположить, что на этих интервалах речь — стационарна. Однако, прежде чем делать окончательные выводы, изучим другие экспериментальные результаты.

### **Зависимость многомерных функций распределения вероятностей речи от значения аргументов уровня**

На рис. 2 показаны результаты оценки зависимости многомерного распределения речевого сигнала от выбора значений аргументов уровня. Из полученных результатов следует, что если при выборе достаточно малых значений аргументов уровня (порядка 0,05 ... 0,1) еще можно говорить о стационарности речи на этих интервалах, то при выборе аргумента уровня, равным 0,5, говорить о стационарности речи уже не приходится. Учитывая, что настоящая работа является практически первой работой по измерению и анализу многомерных функций распределения вероятностей речевых сигналов, следует предварительный, но неизбежный вывод о том, что, даже измерив многомерное распределение речи, говорить о ее стационарности или нестационарности даже на некоторых временных интервалах нужно с определенной осторожностью, вплоть до получения достаточно большого количества экспериментальных данных по измерению многомерных распределений речи и влияния на них выбора аргументов уровня при проведении этих измерений.

### **Зависимость многомерных функций распределения вероятностей речи от сдвига по времени между отсчетами**

На рис. 3 показаны, на наш взгляд, наиболее интересные результаты измерений — при различных интервалах времени между отсчетами. Все измерения в процессе этого эксперимента проводились при значении аргумента уровня, равном 0,1.

Как видим, результаты еще более показательны, чем приведенные ранее. В самом деле, если при сдвиге на один отсчет еще можно говорить о стационарности речи на некоторых интервалах, то при сдвиге на два отсчета говорить о стационарности речи становится, по крайней мере, некорректно, а при сдвиге на восемь отсчетов многомерная функция распределения вероятностей речи вообще становится практически квазипериодической.

### **Оценка полученных результатов**

При оценке полученных результатов авторы, прежде всего, основывались на том, что в известной им литературе данные по многомерному вероятностному анализу отсутствуют. В связи с этим, несмотря на перспективность полученных экспериментальных результатов, авторы считают, что подходить к ним следует с определенной осторожностью, по крайней мере, до получения достаточно большого количества экспериментальных данных. Только после этого можно будет делать выводы о взаимосвязи выбора параметров измерительных устройств с

известными свойствами и параметрами речевых сигналов. С другой стороны, приведенные на рис. 2, б и на рис. 3, в, г результаты позволяют поставить вопрос о

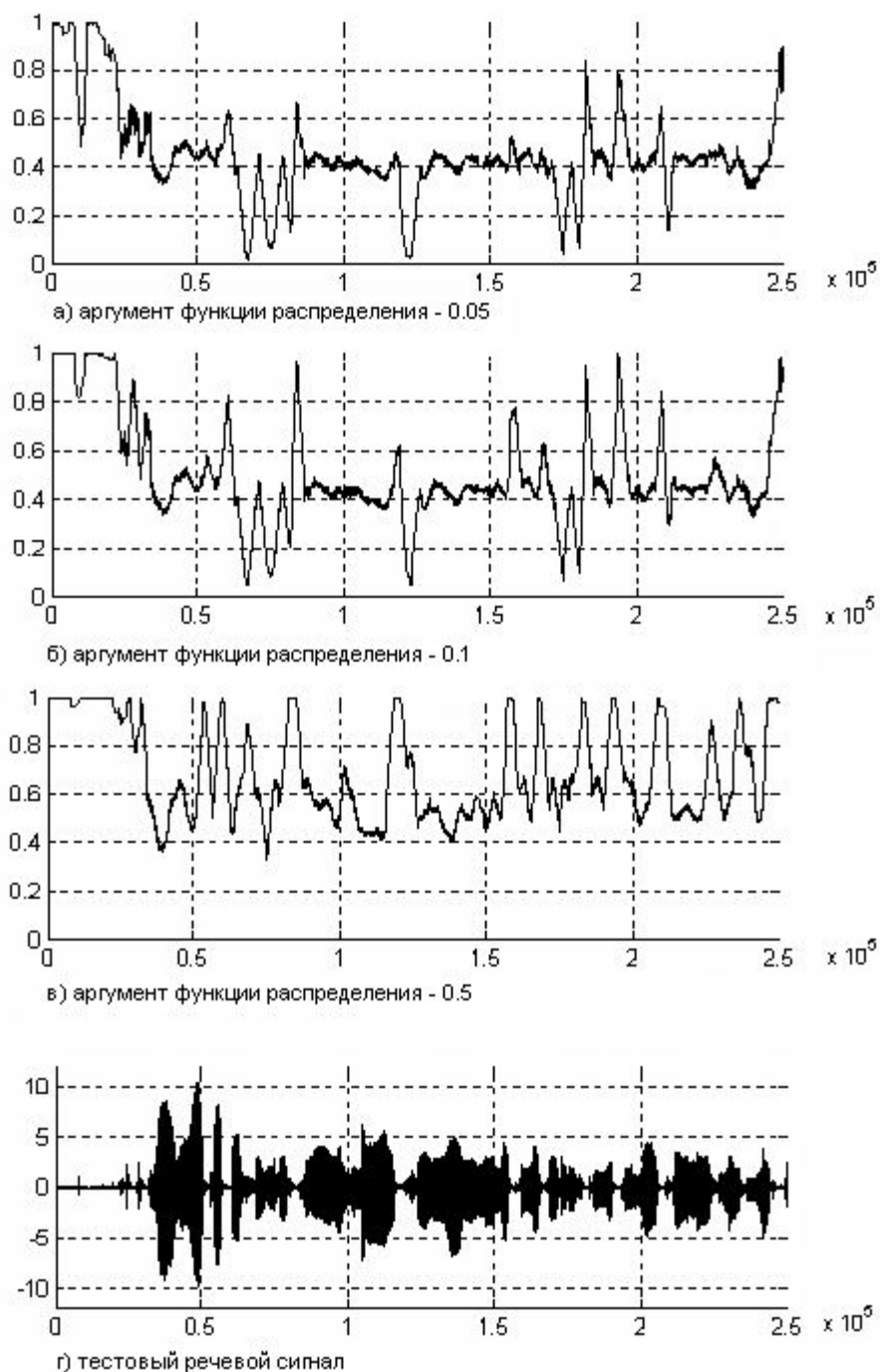


Рис. 2. Зависимость многомерной функции распределения вероятностей речевого сигнала от значения аргументов уровня

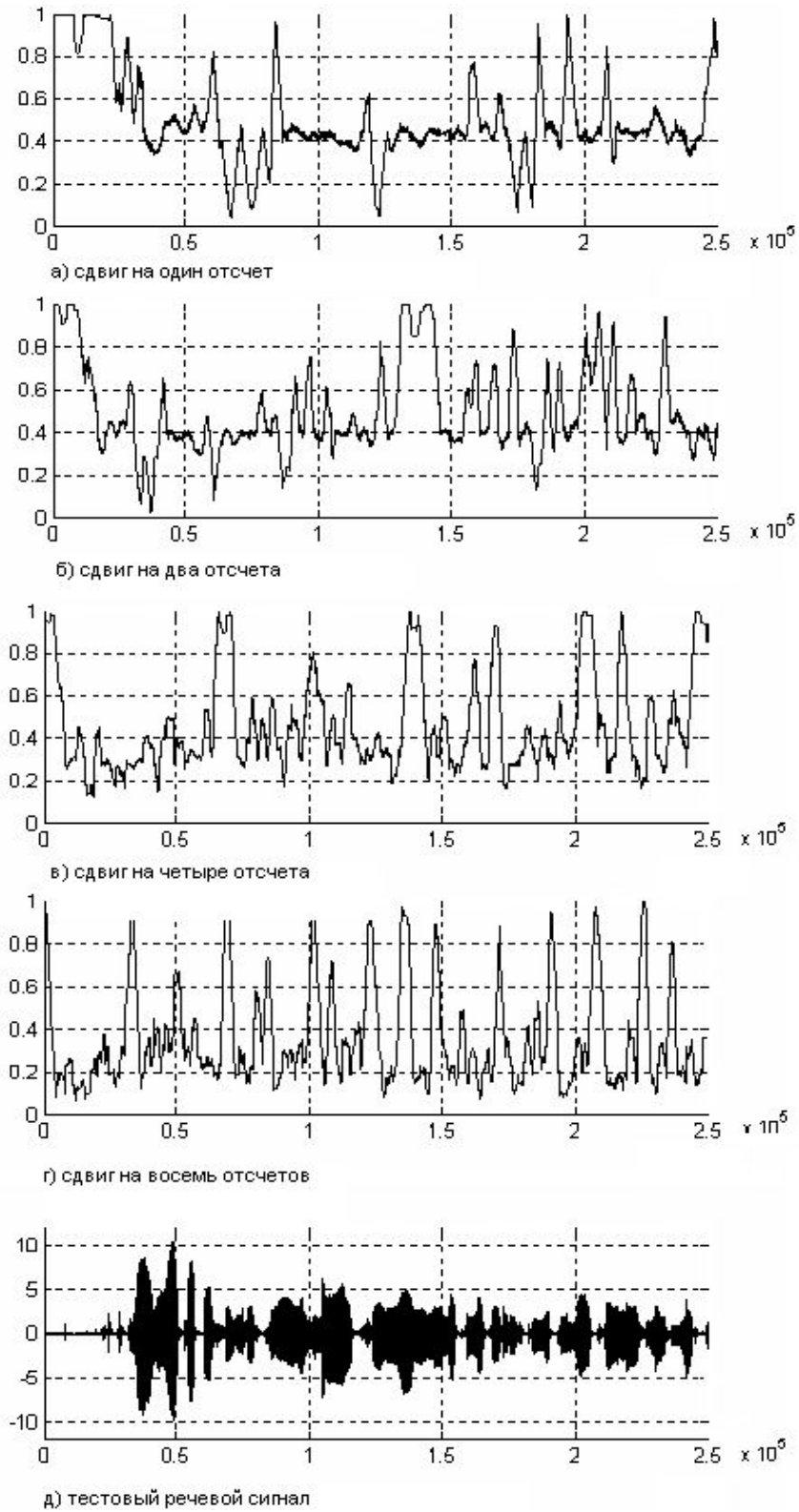


Рис. 3. Зависимость многомерной функции распределения вероятностей речевого сигнала от времени при различных интервалах времени между отсчетами

возможности идентификации речи по результатам измерения ее многомерных функций распределения вероятностей. К наиболее интересным и перспективным задачам в этом направлении следует отнести:

- оценку влияния индивидуальных особенностей речи и выбора аргументов уровня на квазипериодичность многомерных функций распределения речи;
- оценку влияния индивидуальных особенностей речи и интервалов между отсчетами речи на квазипериодичность многомерных функций распределения речи;
- оценку интервалов стационарности речи и влияние на их величину выбора аргументов уровня и интервалов времени между отсчетами;
- оценку взаимосвязи индивидуальных особенностей речи с интервалами ее стационарности.

1. *Фланаган Л. Дж.* Анализ, синтез и восприятие речи. Пер. с англ. / Под ред. А.А. Пирогова. М.: Связь, 1968. — 396 с.

2. *Noll A.M.* Cepstrum Pitch Determination // J. Acoustical Society of America. — 1968, Febr. — Vol. 41, N.2. — P. 293–309.

3. *Брягин О.В., Егоров А.К., Розоринов Г.Н.* Об оценке многомерных функций распределения вероятностей речевых сигналов // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2004. — Т. 6, № 3. — С. 41–49.

Поступила в редакцию 11.05.2005