

ВЫДЕЛЕНИЕ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Н. Ф. КУЧЕР

(Представлена научным семинаром
кафедры вычислительной техники)

Представим речевой сигнал в виде функции времени

$$u(t) = A(t) \cos \varphi(t), \quad (1)$$

то есть колебанием с медленно меняющимися амплитудой $A(t)$ и фазой $\varphi(t)$, причем

$\varphi'(t) = \omega(t)$ — мгновенная частота сигнала $\cos \varphi(t)$.

В работах [1] и [2] показано, что речевой сигнал сохраняет разборчивость при таких преобразованиях, в результате которых исходный сигнал (1) превращается в сигналы вида:

$$\begin{aligned} u_1(t) &= \text{sign} \cos \omega(t) \\ u_2(t) &= \cos \varphi(t). \end{aligned} \quad (2)$$

Сигнал $u_1(t)$ называют клиппированным сигналом, $u_2(t)$ — компресированным речевым сигналом.

Сохранение разборчивости сигналов вида (2) показывает, что наиболее значительная часть информации сосредоточена в огибающей $\varphi(t)$ изменения фазы сигнала (1), а следовательно и в огибающей мгновенной частоты $\omega(t) = \varphi'(t)$.

Поэтому для того, чтобы выделить огибающую $\varphi(t)$, либо $\omega(t)$, исходный сигнал (1) надо привести к виду (2) и продетектировать его с помощью частотного детектора. В связи с тем, что в сигнале (2) отсутствует несущая частота, которую обычно учитывают при построении частотных детекторов, был применен метод частотного детектирования, описанный в работе [3].

Сущность этого метода заключается в преобразовании частотно-модулированного сигнала $u_2(t) = \cos \varphi(t)$ в сигнал $u_1(t) = \text{sign} \cos \varphi(t)$ с помощью предельного ограничения по амплитуде (клиппирования), и последующего дифференцирования сигнала с целью получения временно-импульсной модуляции (ВИМ). ВИМ-колебания пропускаются через фильтр низких частот, на выходе которого получаем огибающую изменения мгновенной частоты.

По этому принципу был построен анализатор мгновенной частоты речевого сигнала.

Блок-схема анализатора приведена на рис. 1.



Рис. 1. Анализатор мгновенной частоты речевого сигнала

Речевой сигнал с микрофона подвергается предельному ограничению по амплитуде-клиппированию с помощью клиппера. Клиппированным речевым сигналом вида (2) запускается ждущий мультивибратор, который генерирует импульсы длительностью 20 мксек и амплитудой 7 в, соответствующие ВИМ-сигналу. При прослушивании ВИМ речевой сигнал сохраняет свою разборчивость. ВИМ-сигнал поступает на

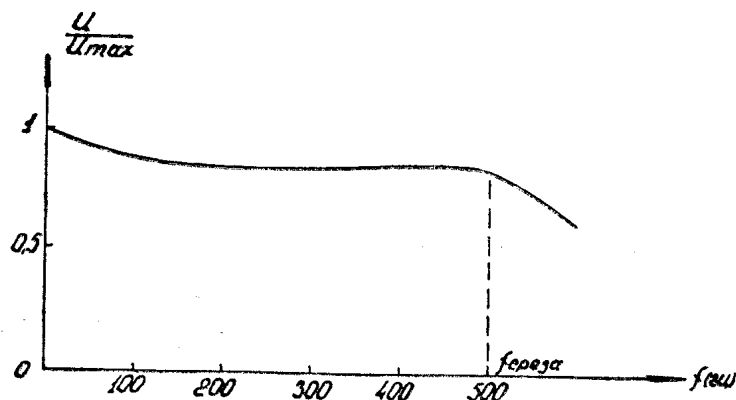


Рис. 2. Частотная характеристика фильтра низких частот

транзисторный фильтр низких частот, частотная характеристика которого приведена на рис. 2. Частота срезов фильтра, равная 500 гц, была выбрана чисто интуитивно. Крутизна спада частотной характеристики составляет приблизительно 40 дб на октаву. Выходной сигнал фильтра, представляющий собой огибающую мгновенной частоты $\omega(t)$ речевого сигнала, выводился на осциллограф. Осциллограмма функции $\omega(t)$ для гласного звука «а» приведена на рис. 3.

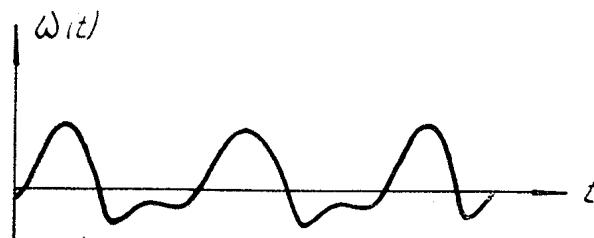


Рис. 3. Функция $\omega(t)$ для гласной «а»

Как видно из осциллограммы, изменение мгновенной частоты речевого сигнала происходит в такт с основным тоном речи.

Сравнение исходного речевого сигнала с огибающей мгновенной частоты, сделанное по осциллограммам, показано на рис. 4.

При этом удалось обнаружить весьма интересную закономерность. Как видно из рис. 3 и рис. 4, речевой сигнал, представленный в виде

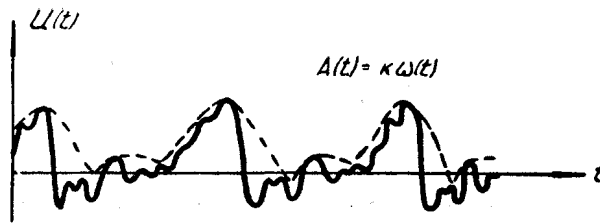


Рис. 4. Сравнение функций $A(t)$ и $\omega(t)$ для гласной «а»

$u(t) = A(t) \cos \varphi(t)$, обладает свойством, заключающимся в том, что огибающая амплитуда $A(t)$ и огибающая мгновенной частоты $\omega(t)$ изменяются по одинаковому закону, то есть $A(t) = k\omega(t)$ (k — коэффициент пропорциональности) и, следовательно, речевой сигнал можно описать функцией вида:

$$u(t) = k\omega(t) \cos \int \omega(t) dt. \quad (3)$$

Эксперимент проводился с микрофоном типа МД-44.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Г. Ростовцев. О возможностях применения в системах связи амплитудного ограничения речевых сигналов. «Электросвязь», № 6, 1958.
2. П. Марку, Дж. Дагэ. Новые методы передачи речи. В сборнике «Теория передачи сообщений» п/р В. И. Сифорова, ИЛ, М., 1957.
3. В. В. Палшков. Радиоприемные устройства. «Связь», М., стр. 456, 1965.