

АНАЛИЗАТОР ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ КЛИППИРОВАННОЙ РЕЧИ

Н. Ф. КУЧЕР, В. М. РАЗИН

(Представлена кафедрой вычислительной техники)

Со времени выхода в свет работы [1] множество исследователей неоднократно обращалось к клиппированной речи. Это вызвано тем, что клиппированная речь, имеющая высокую разборчивость, обладает существенной простотой формы колебаний в отличие от естественной речи и представляет собой последовательность прямоугольных импульсов одинаковой амплитуды и разной длительности.

Согласно гипотезе Ликлайдера [1], информация о фонемном составе речи содержится в моментах переходов речевого сигнала через нулевую ось. Клиппированная речь содержит только эту информацию. В связи с этим представляет интерес нахождение распределения временных интервалов между нулями клиппированной речи с целью изучения возможности применения таких распределений для автоматического распознавания речи.

Впервые эта задача была поставлена Сакаи и Инауэ [2]. Ими был построен прибор для анализа распределений временных интервалов клиппированной речи и построены такие распределения для японских фонем. Однако эти распределения во многих случаях для разных дикторов перекрывались. Это говорит о том, что влияние произношения разных дикторов существенно влияет на процесс автоматической классификации фонем.

Представляет интерес анализ клиппированной речи, нормированной по способу, описанному в [3]. В результате такой нормировки в значительной мере устраняются индивидуальные особенности диктора, такие, как частота основного тона и спектр функции возбуждения речеобразующего тракта.

Авторами был разработан прибор для анализа «искусственных» клиппированных речевых сигналов, блок-схема которого представлена на рис. 1.

Речь, клиппированная клиппером, описанным в [4], подается на входной триггер, запускающий передними и задними фронтами клиппированного речевого сигнала, в результате чего на прямом и инверсном выходе триггера образуются два повернутых по фазе на 180° клиппированных речевых сигнала. Выходы триггера подключены к соответствующим каналам анализатора, предназначенным для отдельного анализа положительных и отрицательных импульсов клиппированной речи. Как видно из рис. 1, оба канала построены по совершенно одинаковым схемам.

Рассмотрим работу одного из каналов анализатора, например, канала положительных импульсов. Импульс входного триггера открывает временной селектор на время наличия на входе триггера положительного импульса клиппированной речи. В это время через временной селектор на вход семиразрядного счетчика проходят импульсы от гене-

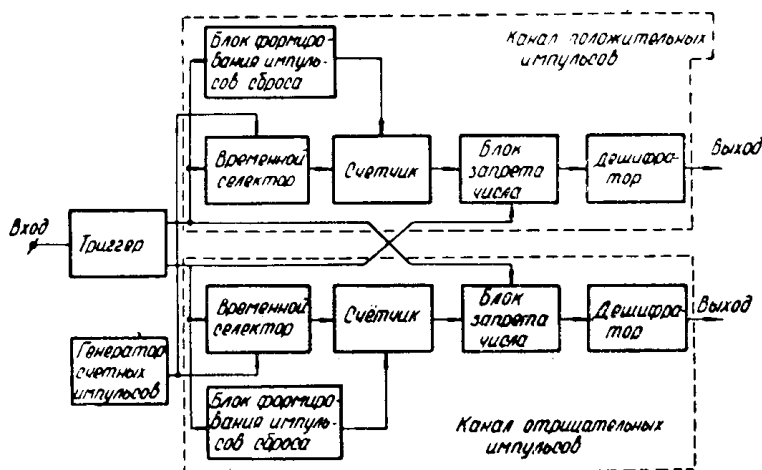


Рис. 1. Блок-схема анализатора клиппированной речи

ратора счетных импульсов, частота следования f_0 которых выбрана в соответствии с теоремой Котельникова

$$f_0 = 2\Delta F = 22 \text{ кГц},$$

где

$\Delta F = 11 \text{ кГц}$ — ширина спектра клиппированного речевого сигнала.

Таким образом, число, сосчитанное счетчиком, оказывается пропорциональным длительности положительного входного импульса. Во время счета выход счетчика при помощи блока запрета числа, закрытого импульсом с инверсного выхода триггера, отключен от дешифратора и на выходе анализатора нет никаких сигналов.

В момент окончания положительного импульса входной триггер перебрасывается, в результате чего блок запрета открывается и на вход дешифратора с выхода счетчика поступает двоичное семиразрядное число, пропорциональное длительности входного импульса. Дешифратор выполняет две операции: преобразование двоичного кода в десятичный и группировку десятичных чисел в соответствии с таблицей. Такая группировка загроубляет результаты анализа, но значительно уменьшает время проведения эксперимента.

Таблица

Номер канала	Число импульсов	Номер канала	Число импульсов
1	1	10	11—12
2	2	11	13—14
3	3	12	15—17
4	4	13	18—27
5	5	14	28—47
6	6	15	48—67
7	7	16	68—87
8	8	17	88—100
9	9—10		

Наличие импульса на определенном выходе дешифратора соответствует приходу положительного импульса соответствующей длительности на вход анализатора.

Задним фронтом импульса входного триггера запускается блок формирования импульсов сброса, который генерирует задержанный на 20 мксек относительно заднего фронта триггера импульс сброса, переводящий счетчик в нулевое состояние. В это время на счетчик счетные импульсы не поступают, так как временной селектор оказывается закрытым. В связи с тем, что от начала открывания блока запрета числа до сброса счетчика проходит 20 мксек, выходной импульс дешифратора имеет длительность также 20 мксек.

При поступлении на вход анализатора отрицательных импульсов вступает в действие второй канал — канал отрицательных импульсов, работа которого полностью аналогична каналу положительных импульсов.

На рис. 2 представлена функциональная схема анализатора, которая является одновременно и принципиальной, так как любой функци-

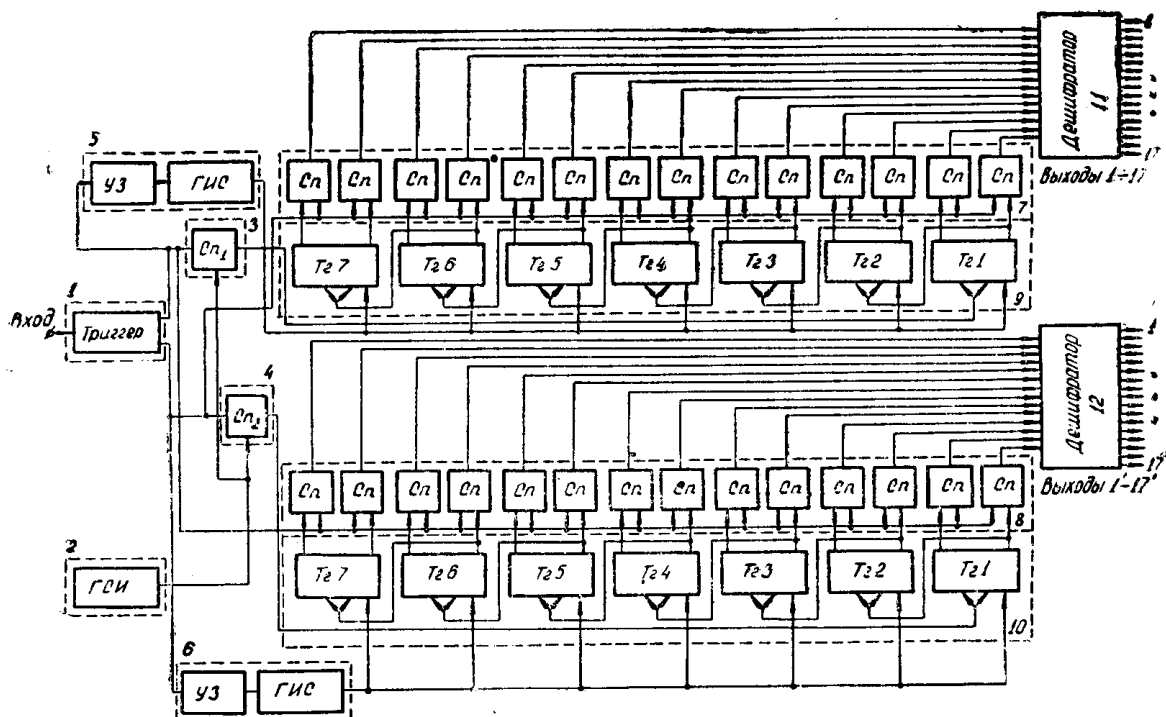


Рис. 2. Функциональная схема анализатора

ональный узел представляет собой унифицированный схемный элемент. При проектировании анализатора была использована унифицированная серия транзисторных плоских модулей типа П. 12 — П. 13.

Временные селекторы 3, 4 и блоки запрета числа 7, 8 (рис. 2) представляют собой диодно-транзисторные схемы совпадений. Счетчики 9 и 10 — обычные линейки триггеров. Блоки формирования импульсов сброса 5 и 6, состоящие из устройства задержки и генератора импульсов сброса, выполнены в виде последовательно включенной пары ждущих мультивибраторов, каждый из которых генерирует импульс длительностью 20 мксек. Генератор счетных импульсов 2 состоит из кварцевого генератора 88 кГц и автоколебательного мультивибратора, работающего в режиме деления частоты на 4. Дешифраторы 11 и 12 — матричного типа и выполнены на кремниевых диодах Д220.

Анализ клипированной речи производится в соответствии с блок-схемой эксперимента (рис. 3) на установке, состоящей из магнитофона с «бесконечной» лентой, на которой записан исследуемый звук речи,

анализатора и двух счетчиков, включенных на выходы обоих каналов анализатора.

Построение распределения временных интервалов производится по формуле

$$W(\tau_i) = \frac{1}{\Delta\tau_i} \frac{v_i}{\sum_{i=0}^{16} v_i},$$

где $i = 0, 1, 2 \dots 16$,

$\Delta\tau_i$ — длительность импульса на входе анализатора,

v_i — число импульсов длительностью $\Delta\tau_i$.

Так как наличие импульса на любом выходе дешифратора соответствует появлению на входе анализатора импульса определенной длительности $\Delta\tau$, то величина $\Delta\tau$ может быть заменена номером выхода дешифратора.

Величина v_i подсчитывается с помощью счетчика, включенного на i -м выходе дешифратора.

Одномерные распределения $W_1(\tau_i)$ и $W_2(\tau_i)$ получаются независимыми для обоих каналов анализатора, что, однако, не исключает возможности построения совместного двумерного распределения временных интервалов клипированной речи посредством объединения $W_1(\tau_i)$ и $W_2(\tau_i)$ в двумерной системе координат.

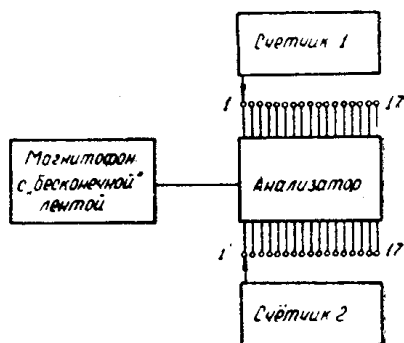


Рис. 3. Блок-схема эксперимента

ЛИТЕРАТУРА

1. Lisklider J. R., Pollack J. Effects of differetiation, integration and infinite peak clipping upon the intelligibility of Speech. JASA. v. 20, № 1, 1948.
2. Sakai J., S. Inone. New Jnstruments and methods for speech analusis. JASA, v. 32, № 4, 1960.
3. Н. Ф. Кучер, В. М. Разин. К вопросу о возможности применения аппаратов «Искусственная гортань» для речевых исследований. Настоящий сборник.
4. Н. Ф. Кучер, Б. Н. Епифанцев. Интонометр. Настоящий сборник.